الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

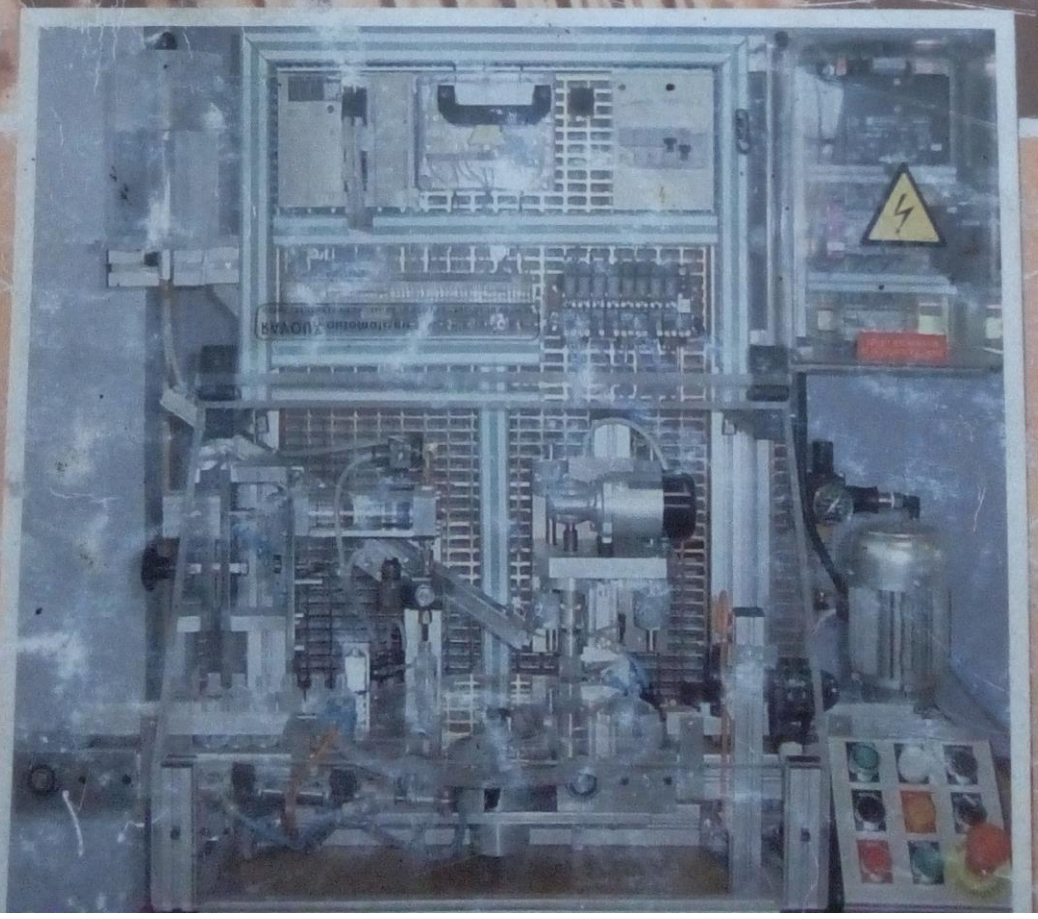
وزارة التربية الوطنية

الهندسة الكهربائية

شعبة تقني رياضي

2

للسنة الثانية من التعليم الثانوي



الفهرس

1 الدارات الكهربائية في التيار المستمر ..... ص 05

2 المنطق التوافقي ..... ص 43

3 العناصر المنطقية في الدارات المندمجة ..... ص 66

4 تطبيقات الكهرومغناطيسية ..... ص 77

5 الدارات الكهربائية في التيار المتناوب ..... ص 89

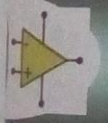
6 وظيفة التغذية ..... ص 109

7 وظيفة الحماية ..... ص 120

8 وظيفة الإستطاعة ..... ص 132

9 وظيفة التحكم ..... ص 146

10 وظيفة اكتساب المعلومات ..... ص 157


11 وظيفة مقارنة المعلومات ..... ص 171

12 وظيفة التضخيم ..... ص 179

13 وظيفة الترميز و فك الترميز..... ص 202

14 مبادئ أولية في المنطق المبرمج..... ص 212

15 الأنظمة الآلية..... ص 232

1 الدارات الكهربائية في التيار المستمر

تمثيل التيار والتوتر

1- التيار الكهربائي

- نشاط:

عند وصل اقطاب بطارية (مولد) بمحرك كهربائي وغلق القاطعة، يدور المحرك في إتجاه معين.
نعكس اقطاب المولد و نغلق القاطعة، يدور المحرك عكس الإتجاه السابق .
ماذا تستنتج ؟

الإستنتاج

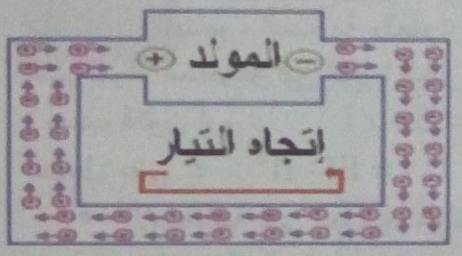
يدل هذا على أن للتيار الكهربائي اتجاه محدد.

2- طبيعة التيار الكهربائي: التيار الكهربائي هو انتقال الشحنات الكهربائية في المادة .

- في المعادن الشحنات الكهربائية هي الالكترونات.
- الالكترونات تمر من القطب السالب نحو القطب الموجب للمولد .الشكل 1-1

إصطلاحا :اتجاه التيار عكس اتجاه إنتقال الالكترونات أي من القطب الموجب نحو القطب السالب للمولد.

3- شدة التيار الكهربائي: شدة التيار الكهربائي هي حاصل قسمة كمية الشحنة الكهربائية Q على الزمن t اللازم لمرورها.



الشكل 1-1

Q :كمية الكهرباء وحدتها Coulomb (C)

t :الزمن وحدته (S)

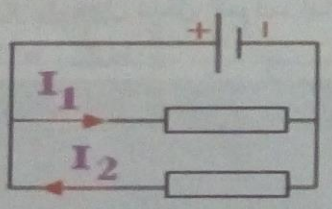
$$I = Q / t$$

I :التيار الكهربائي وحدته (A)

4- تمثيل التيار

يمثل التيار الكهربائي في الدارات بسهم دلالة على الاتجاه مرفق بحرف (I) (يتم اختيار اتجاه التيار بشكل كيفي).
شدة التيار هي مقدار جبري، تكون قيمتها :

- موجبة اذا كان التيار في نفس اتجاه السهم .
- سالبة في الاتجاه المعاكس .(الشكل1-2)



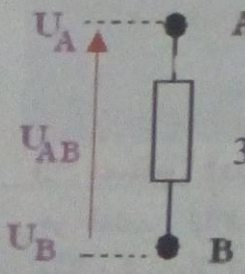
الشكل1-2

I_1 : موجب

I_2 : سالب

5- التوتر(فرق الكمون)

كمون نقطة يمثل مستواها الكهربائي وحدته الفولط (V) .
الفرق بين كموني النقطتين يسمى فرق الكمون أو التوتر(الشكل1- 3).



الشكل 1-3

1-5 تمثيل التوتر:

التوتر بين نقطتين A و B يعرف بـ U_{AB}

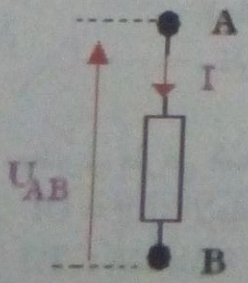
U_A : كمون نقطة A

U_B : كمون نقطة B

U_{AB} : فرق الكمون بين النقطتين A و B و يكتب $U_{AB}=U_A-U_B$

- التوتر هو مقدار جبري يمثل بسهم (شكل1-4)

اتجاه التوتر هو عكس اتجاه التيار المار بين النقطتين A و B أنظر الشكل



الشكل 1-4

قانون أوم

1- مستقبل خامل (غير فعال)

يتناسب التوتر U المطبق بين طرفي ناقل أومي (مقاومة) طرديا مع التيار المار فيه.
معامل التناسب هو عبارة عن قيمة ثابتة تسمى مقاومة يرمز لها بـــ (R) وحدتها (ohm) (Ω)

$$U = R \cdot I$$

حيث : U التوتر المطبق بين طرفي المقاومة وحدته (Volt) (V).
R : المقاومة وحدتها (Ohm) (Ω).
I : التيار المار في المقاومة وحدته (Ampère) (A).

- **مضاعفات الأوم :**

1 kilo Ohm : $1\ K\Omega = 10^3\ \Omega$
1 Mégaohm : $1\ M\Omega = 10^6\ \Omega$
1 Gigaohm : $1\ G\Omega = 10^9\ \Omega$

مولد كهربائي

2- المولد

المولد الكهربائي هو ثنائي قطب فعال ينتج طاقة كهربائية ، و يتميز بـــ :

- قوة محركة كهربائية E .أنظر الشكل 1- 5
- مقاومة داخلية r .

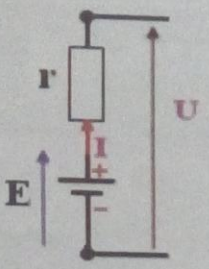
ويكون فرق الكمون بين طرفيه معطى بالعلاقة : $U = E - r\,I$

مثال: الدينامو، البطارية ،العمود .

يقدم المولد استطاعة الى الدارة الخارجية قدرها : $P = E \cdot I$

وحسب قانون أوم : $U = E - r\,I$ بضرب طرفي المعادلة بـــ I :

نحصل على : $U\,I = EI - rI^2$ $\Leftarrow$ $P = UI + rI^2 = EI$



الشكل 1- 5

- الاستطاعة التي يحولها المولد $P = E\,I$ ، تنقسم إلى جزئين الجزء rI^2 إستطاعة ضائعة بفعل جول داخل المولد، أما الجزء المتبقي فيقدم الى الدارة الخارجية $U\,I$.

- **نشاط:**

ليكن التركيب الممثل في الشكل 1-5، أكمل الجدول

E(v)	120	12	135		220
r(Ω)	0.1	0.2		2	0.05
I(A)	50		40	0.4	140
U(V)		10	119	3.7	

- الأجوبة غير مرتبة و بدون وحدة : 4.5 ، 0.5 ، 10 ، 115 ، 213 .

3- مستقبل فعال(آخذة)

هو العنصر أو الجهاز المستهلك للطاقة الكهربائية الشكل1-6.

مثال: المحرك الذي يتميز بـــ :

- قوة محركة كهربائية عكسية (E')
- مقاومة داخلية r'

محرك كهربائي

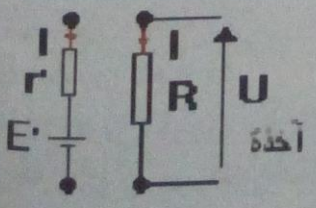
$$U = E' + r'I$$

بضرب طرفي المعادلة في I نحصل على $UI = E'I + r'I^2$ حيث :

$P = UI$: الاستطاعة المقدمة من طرف المولد

$E'I$: الاستطاعة المستهلكة من طرف المحرك

$r'I^2$: الاستطاعة الضائعة بفعل جول



الشكل 1-6

• **نشاط 1:**

ليكن التركيب الممثل في الشكل 1- 6 ، أكمل الجدول

E(v)	115	24	15		80	
r'(Ω)	0.5	2	2	0.02		0.5
I(A)	24	5	2.5	150	4	16
U(V)				250	92	135

• **نشاط 2 :**

محرك ذو قوة كهربائية عكسية $E' = 100\ V$ ومقاومة داخلية $r' = 2\ \Omega$ يغذى بتوتر قدره 120 فولط ($E = 120\ V$)
احسب التيار المار في المحرك ؟
الجواب: 50A ، 10A ، 5A

الطاقة و الاستطاعة

1- مفعول جول

عندما يعبر تيار كهربائي عنصرا خاملا، يلاحظ انتشار حرارة.
يمكن تحقيق هذه الظاهرة عمليا بسهولة و تسمى بفعل جول، مثل إشعال المصباح العادي في البيت والتسخين الكهربائي.

مسخن كهربائي

2- قانون جول

• **التعريف الطاقوي لثنائي القطب الخامل**

ثنائي القطب الخامل هو ثنائي القطب الذي لا يملك قوة محركة كهربائية (f.e.m) ذاتية.
الطاقة المستهلكة من قبل هذا الأخير تحول كلها إلى طاقة حرارية.

$$W = UIt = RI^2t$$

الطاقة الكهربائية W المستهلكة بفعل جول في ناقل خامل تتناسب طرديا مع

- مقاومة الناقل R
- مربع شدة التيار I
- الزمن t لمرور التيار

الاستطاعة المكافئة للطاقة W هي :

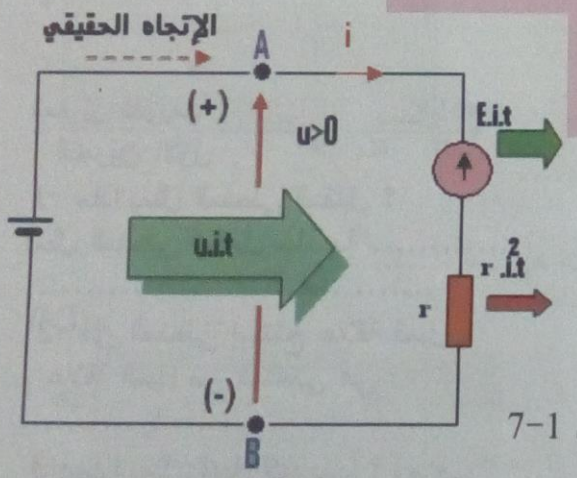
$$P = W/t$$

$$P = RI^2 = U^2/R$$

3- ثنائي قطب خطي فعال

3-1 العمل كمستقبل

ليكن ثنائي قطب AB خطي فعال
قوته المحركة الكهربائية E و
مقاومته الداخلية r (الشكل 1-7)
التوتر بين طرفيه هو: $U = E + rI$

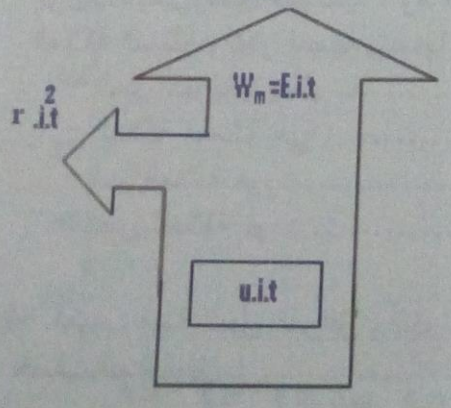


الشكل 1-7

○ **الحصيلة الطاقوية (Bilan)** الشكل 1-8

في عبارة الطاقة $W = UIt$ المستهلكة من طرف ثنائي القطب نعوض U بـ $E + rI$ نجد:

$$W = EIt + rI^2t \text{ و الإستطاعة } P = EI + rI^2$$



الشكل 1-8

ملاحظة :

نلاحظ أن الطاقة هي مجموع حدين

- الحد rI^2t : يمثل الطاقة الحرارية الناتجة بفعل جول لثنائي القطب ذو المقاومته الداخلية r
- الحد EIt : يمثل الطاقة المتحولة إلى شكل ميكانيكي أو كيميائي .

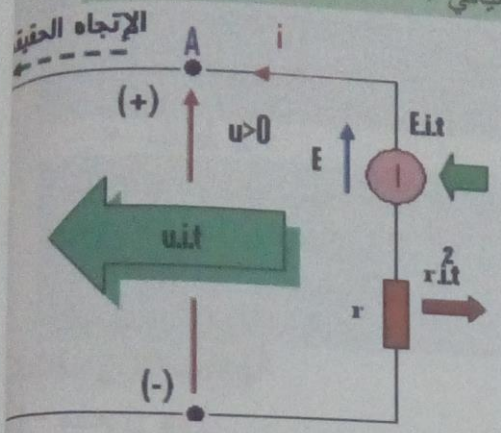
مثال :

محرك التيار المستمر يجر مروحة

2-3 العمل كمولد

ليكن ثنائي القطب AB خطي فعال يعمل كمولد (الشكل 1-9)

التوتر $\boxed{U = E - rI}$



الشكل 1-9

- **الحصيلة الطاقوية:** نعتبر التركيب الممثل في الشكل 1-10

العبارة W = UIt هي الطاقة المقدمة من طرف ثنائي القطب

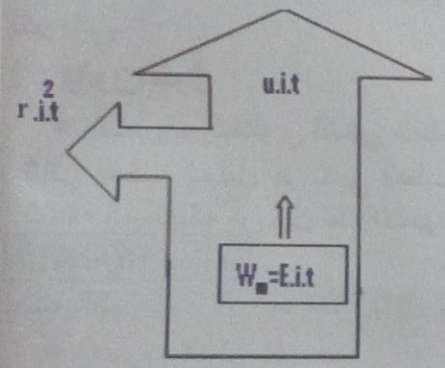
نعوض U بـ E - rI في العبارة السابقة

و منه $\boxed{W = EIt - rI^2t}$ و الإستطاعة $\boxed{P = EI - rI^2}$

W هي الفرق بين حدين

- الحد EIt: يمثل الطاقة المكانيكية أو الكيميائية المحولة إلى طاقة كهربائية .
- الحد rI^2t يمثل الطاقة الحرارية للمقاومة الداخلية r في ثنائي القطب و الناتجة بفعل جول.

- **مثال :** مولدة (Dynamo) هي آلة كهربائية تولد تيار كهربائي.



الشكل 1-10

تمارين تقويمية

التمرين الأول

1- ماذا يمثل المنحنى المقابل ؟

يمثل المنحنى المقابل خاصية .....

.....

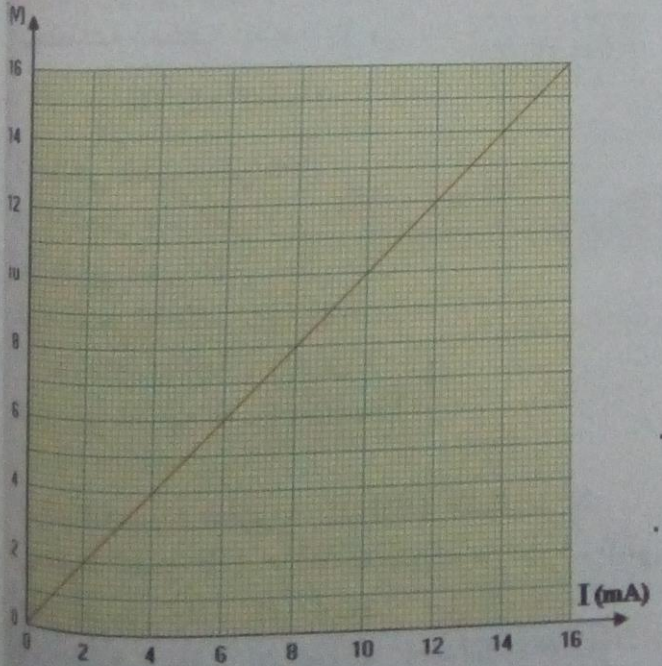
2- من المنحنى إستنتج علاقة الميل .

علاقة الميل من المنحنى هي :

.....

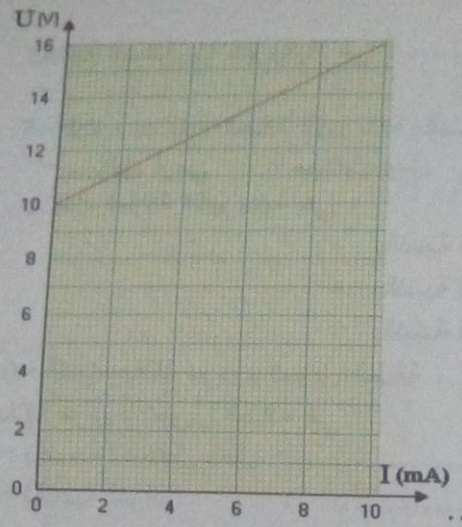
3- ماذا يمثل الميل كهربائيا ؟ وماهي العلاقة الممثلة وأذكر إسمها ونصها ؟

- الميل كهربائيا يمثل .....
- العلاقة الممثلة هي : .....
- إسم العلاقة هو : .....
- نص العلاقة هو : .....



4- أحسب قيمة الميل الموافق وأذكر وحدته .

حساب قيمة الميل : ..... و وحدته هي : .....



التمرين الثاني

1- ماذا يمثل المنحنى المقابل ؟

يمثل المنحنى المقابل خاصية .....

2- ماذا تمثل القيمة (10 V) ؟

تمثل القيمة 10 V : .....

3- من المنحنى إستنتج علاقة الميل .

علاقة الميل من المنحنى هي : .....

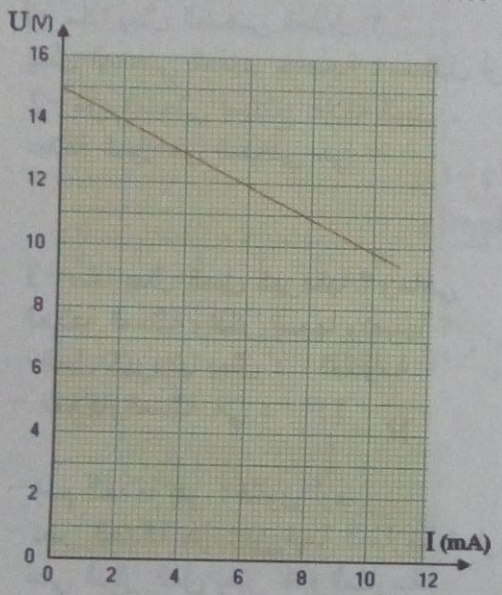
4- ماذا يمثل الميل كهربائيا ؟ وماهي العلاقة الممثلة له كهربائيا ؟

- الميل كهربائيا يمثل .....

- العلاقة الممثلة له كهربائيا هي : .....

5- أحسب قيمة الميل الموافق وأذكر وحدته .

حساب قيمة الميل : ..... و وحدته هي : .....



6- أكتب العلاقة التي يمثلها المنحنى .

العلاقة التي يمثلها المنحنى هي : .....

التمرين الثالث

1- ماذا يمثل المنحنى المقابل ؟

يمثل المنحنى المقابل خاصية .....

.....

2- ماذا تمثل القيمة (15 V) ؟

تمثل القيمة 15 V : .....

3- من المنحنى إستنتج علاقة الميل .

علاقة الميل من المنحنى هي : .....

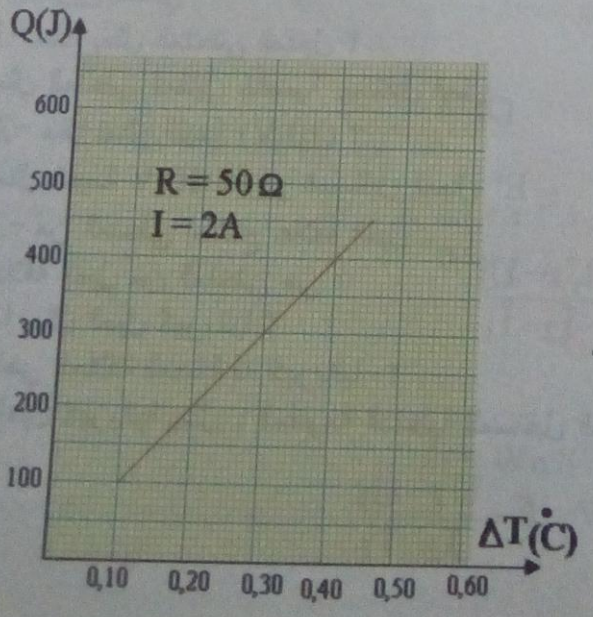
4- ماذا يمثل الميل كهربائيا ؟ وماهي العلاقة الممثلة له كهربائيا ؟

- الميل كهربائيا يمثل .....

- العلاقة الممثلة له كهربائيا هي : .....

5- أحسب قيمة الميل الموافق وأذكر وحدته .

حساب قيمة الميل : ..... و وحدته هي : .....



6- أكتب العلاقة التي يمثلها المنحنى .

العلاقة التي يمثلها المنحنى هي : .....

التمرين الرابع

1- ماذا يمثل المنحنى المقابل ؟

يمثل المنحنى المقابل خاصية .....

.....

2- أكتب علاقة الطاقة الكهربائية .

علاقة الطاقة الكهربائية هي : .....

3- من المنحنى إستنتج علاقة الميل .

علاقة الميل من المنحنى هي : .....

4- ماذا يمثل الميل كهربائيا ؟ وماهي العلاقة الممثلة له كهربائيا وأذكر إسمها ؟

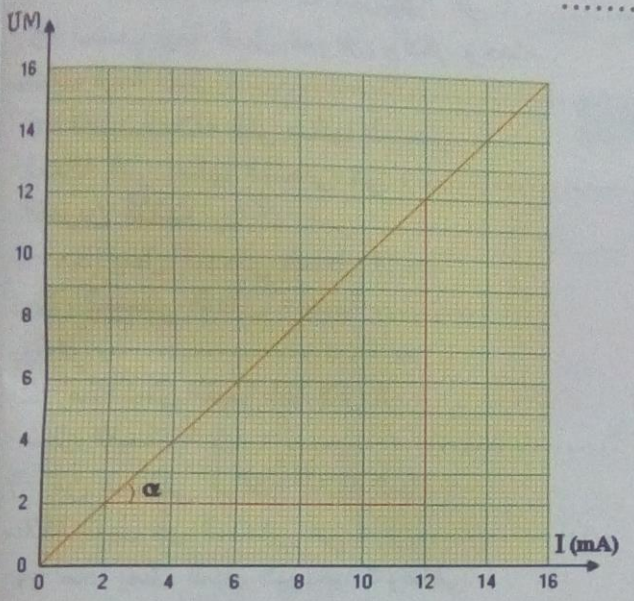
- الميل كهربائيا يمثل .....

العلاقة الممثلة له كهربائيا هي : ..... و تسمى : .....

5- أكتب علاقات الطاقة الكهربائية بالنسبة لـــ :
- مستقبل أومي - مستقبل فعال - مولد .

علاقات الطاقة الكهربائية هي :
- بالنسبة لمستقبل أومي هي : .....
- بالنسبة لمستقبل فعال هي : .....
- بالنسبة لمولد هي : .....

6- أكتب علاقة مردود تحويل الطاقة .
علاقة مردود تحويل الطاقة هي :
- بالنسبة لمستقبل فعال : .....
- بالنسبة لمولد : .....



الحل

التمرين الأول

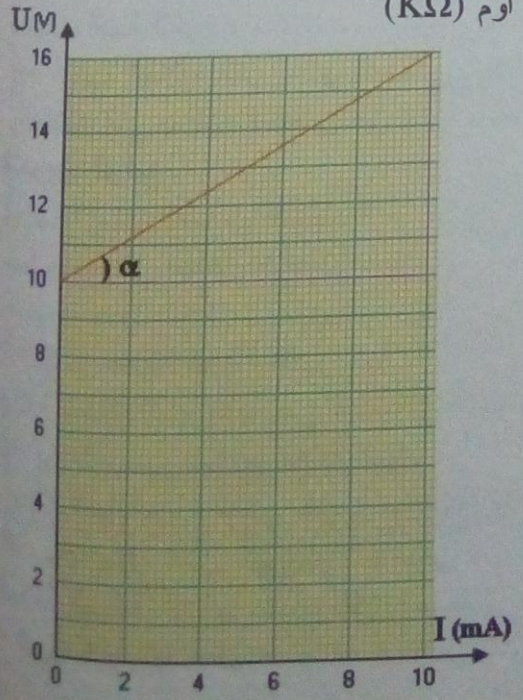
1- ماذا يمثل المنحنى المقابل ؟
يمثل المنحنى المقابل خاصية : مستقبل أومي

2- من المنحنى إستنتج علاقة الميل .
علاقة الميل من المنحنى هي : $tg(\alpha)=\frac{U_2-U_1}{I_2-I_1}$

3- ماذا يمثل الميل كهربائيا ؟ وماهي العلاقة الممثلة وأذكر إسمها ونصها ؟
- الميل كهربائيا يمثل : المقاومة
- العلاقة الممثلة هي : $R=\frac{U}{I}$
- إسم العلاقة هو : قانون أوم
- نص العلاقة هو : إن قيمة المقاومة تساوي إلى قيمة التوتر المطبق بين قطبي هذه المقاومة مقسوم على التيار الذي يعبر هذه المقاومة

4- أحسب قيمة الميل الموافق وأذكر وحدته .
حساب قيمة الميل: $R=\frac{12-2}{12-2}=1$ و وحدته هي : الكيلو أوم (KΩ)

التمرين الثاني



1- ماذا يمثل المنحنى المقابل ؟
يمثل المنحنى المقابل خاصية مستقبل فعال

2- ماذا تمثل القيمة (10 V) ؟
تمثل القيمة 10 V : توتر المستقبل الفعال E'

3- من المنحنى إستنتج علاقة الميل .
علاقة الميل من المنحنى هي : $tg(\alpha)=\frac{U_2-U_1}{I_2-I_1}$

ماذا يمثل الميل كهربائيا ؟
وماهي العلاقة الممثلة له كهربائيا ؟
- الميل كهربائيا يمثل : المقاومة الداخلية للمستقبل الفعال

$$r=\frac{U_2-U_1}{I_2-I_1}$$

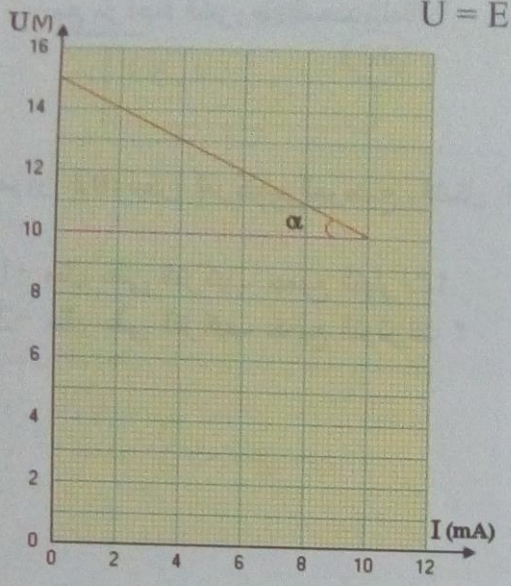
- العلاقة الممثلة له كهربائيا هي :

5- أحسب قيمة الميل الموافق وأذكر وحدته .

حساب قيمة الميل : $r = \frac{16-10}{(10-0)10^{-3}} = 600\Omega$ و وحدته هي : الأوم (Ω)

6- أكتب العلاقة التي يمثلها المنحنى.

العلاقة التي يمثلها المنحنى هي : $U = E' + r.I$



التمرين الثالث

1- ماذا يمثل المنحنى المقابل ؟

يمثل المنحنى المقابل خاصية مولد

2- ماذا تمثل القيمة (15 V) ؟

تمثل القيمة 15 V : قيمة مولد التغذية

3- من المنحنى إستنتج علاقة الميل.

علاقة الميل من المنحنى هي : $tg(\alpha) = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1}$

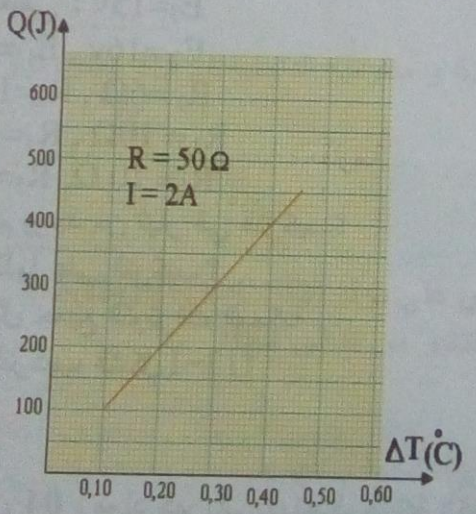
4- ماذا يمثل الميل كهربائيا ؟ وماهي العلاقة الممثلة له كهربائيا ؟

- الميل كهربائيا يمثل المقاومة الداخلية للمولد

- العلاقة الممثلة له كهربائيا هي : $r = \frac{U}{I}$

5- أحسب قيمة الميل الموافق وأذكر وحدته .

حساب قيمة الميل : $tg(\alpha) = \frac{10-15}{(10-0)10^{-3}} = -500$ ، و وحدته هي : الأوم (Ω)



6- أكتب العلاقة التي يمثلها المنحنى .

العلاقة التي يمثلها المنحنى هي : $U = E - r.I$

التمرين الرابع

1- تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية

2- $W = R.I^2.t$

3- $tg(\alpha) = \frac{Q_2 - Q_1}{\Delta T_2 - \Delta T_1}$

4- معامل التحويل

علاقة تحويل الطاقة

5- بالنسبة لمستقبل أومي هي : $W = R.I^2.t$

- بالنسبة لمستقبل فعال هي: $W = E'.I.t + r.I^2.t \Rightarrow Wa = Wu + Wj$

- بالنسبة لمولد هي : $W = E.I.t - r.I^2.t \Rightarrow Wu = Wa - Wj$

6- أكتب علاقة مردود تحويل الطاقة .

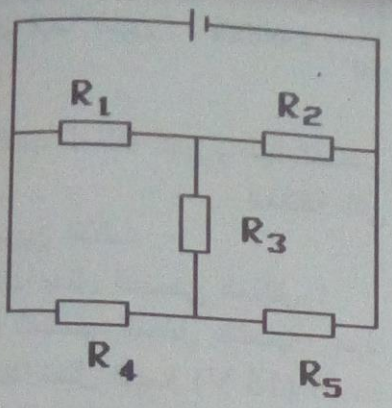
علاقة مردود تحويل الطاقة هي :

1- بالنسبة لمستقبل فعال : $\eta = Wu/(Wu + Wp) \Rightarrow \eta = E'/U$

2- بالنسبة لمولد : $\eta = Wu/(Wu + Wj) \Rightarrow \eta = U/E$

تمارين

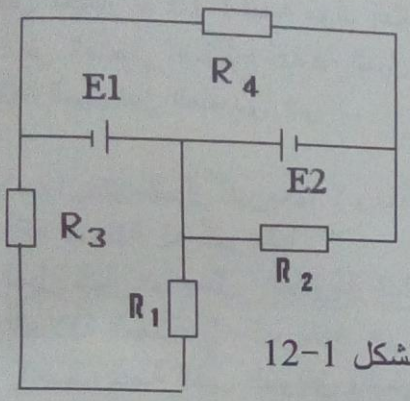
تمرين 01: ليكن التركيب الموضح بالشكل 1-11
1- مثل على التركيب جميع التيارات؟
2- مثل على التركيب جميع التوترات
مع مراعاة الشروط المحددة لذلك؟



الشكل 1-11

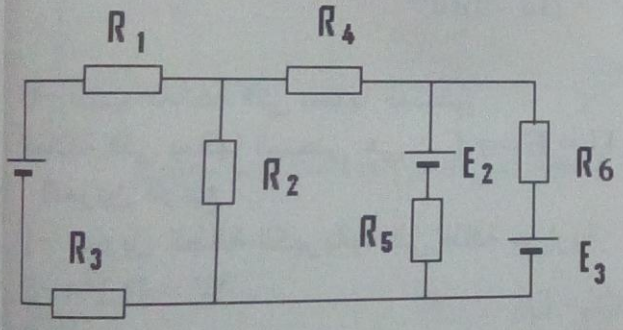
تمرين 02: ليكن التركيب الموضح بالشكل 1-12

1- مثل على التركيب جميع التيارات؟
2- مثل على التركيب جميع التوترات ؟



الشكل 1-12

تمرين 03: تركيب يحتوي على مجموعة من العناصر الخطية
نعطي : $E_3=15v$
$E_2=16v$, $E_1=6v$
$R_1=6\Omega$, $R_2=1,4\Omega$
$R_3=10\Omega$, $R_4=12\Omega$
$R_6=10\ \Omega$, $R_5=6\Omega$
1- كم يوجد من تيار في التركيب؟
2- مثلها على التركيب؟
3- مثل جميع التوترات الممكنة
على التركيب الشكل1-13؟



الشكل 1-13

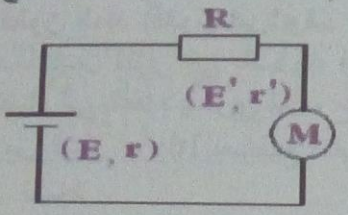
التمرين 04 : مولد كهربائي قوته المحركة الكهربائية $E = 4,5\ V$ ومقاومته الداخلية $r = 2\ \Omega$ موصول مع مقاومة $R = 8\ \Omega$.
- أحسب التيار المار في الدارة .
الجواب: 3,6 A ; 0,45 A ; 0,9 A

التمرين 05: مولد كهربائي قوته المحركة الكهربائية 12 V ومقاومته $r = 2\ \Omega$ يغذي مستقبلا خطيا قوته المحركة الكهربائية العكسية 12 V ومقاومته $3\ \Omega$.
- أحسب التيار المار في الدارة .

الجواب : 4,4 A ; 0,4 A ; 2,4 A

التمرين 06 : مولد كهربائي قوته المحركة الكهربائية E = 12 V ذو مقاومة داخلية r = 2 Ω يغذي محركا قوته المحركة الكهربائية العكسية E' = 12 V ومقاومته الداخلية r' = 1Ω موصولا على التسلسل مع مقاومة R= 2 Ω ، حسب الشكل 1-14 أحسب :

1- التيار المار في المحرك.
2- التوتر بين طرفي المقاومة R .
3- الاستطاعة المستهلكة من طرف المحرك .



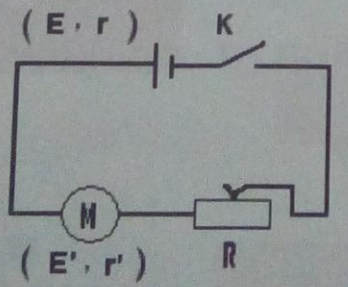
الشكل 1-14

تمرين 07: عربة كهربائية تمتص استطاعة قدرها 4MW عندما يكون توتر التغذية 1500v
أحسب : 1-شدة التيار الممتصة.
2-هبوط التوتر في الخط علما أن مقاومته 0.8 Ω .
3-الاستطاعة الضائعة في الخط .

تمرين 08: مشعاع يحمل الرموز التالية (220v ; 500w)
أحسب في التشغيل العادي:
1- الاستطاعة المستهلكة خلال 8 ساعات؟ 2- شدة التيار؟ 3- قيمة المقاومة؟

تمرين 09: مولد قوته المحركة الكهربائية (f.e.m) تساوي 4,5v و مقاومته الداخلية 1,5 Ω يصب تيارا قدره 200mA في دارة خارجية.
أوجد : - التوتر بين قطبي المولد؟

تمرين 10: ليكن التركيب الموضح بالشكل1-15 و الذي يحتوي على مولد (E=12v, r=0,5Ω) و محرك (E'=6v , r'=1Ω) و معدلة مقاومتها R تستطيع أن تتغير من 0 إلى 10Ω
1- ما هي القيمة التي يجب إعطائها لـ R
من أجل أن تكون شدة التيار i=2A
الجواب: R=1,5Ω

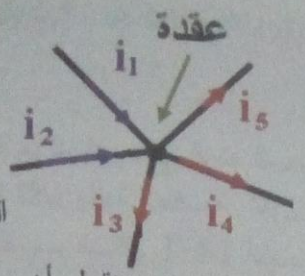


الشكل 1-15

تحليل الدارات الكهربائية

1- تعريف العقدة

العقدة هي نقطة من دارة كهربائية تلتقي فيها مجموعة من النواقل . أنظر الشكل 1-16

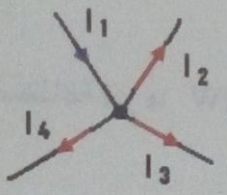


الشكل 1-16

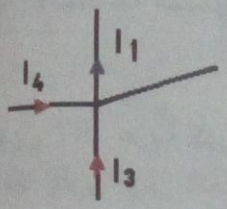
2- قانون العقد (قانون كيرشوف 1 (Kirchhoff))

عندما يصل التيار إلى عقدة ما، فإنه يتفرع على جميع النواقل المتصلة بها، و منه نقول أن مجموع التيارات التي تصل إلى العقدة يساوي مجموع التيارات التي تخرج منها.

مثال: من الشكل 1-16 نستطيع كتابة : $i_1+i_2=i_3+i_4+i_5$



الشكل 1-17



الشكل 1-18

• **نشاط**

1-تعطى قيم شدات التيارات التالية
$I_1=3A$ ، $I_2=-5A$ ، $I_3=-2A$
-أحسب قيمة شدة التيار I_4 من الشكل 1-17
2-عين إتجاه التيار I_2 و أحسب قيمته في الشكل 1-18

3- قانون العروات

1-3 تعريف العروة (الحلقة)

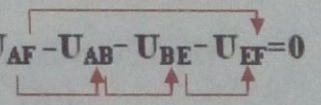
هي دارة كهربائية مغلقة تتكون من فرعين على الأقل .
و الفرع هو جزء من دارة كهربائية يحتوي على عنصر كهربائي على الأقل . أنظر الشكل 1-19

الشكل 1-19

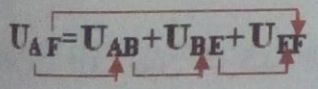
2-3 قانون العروات(قانون كيرشوف 2 (Kirchhoff))

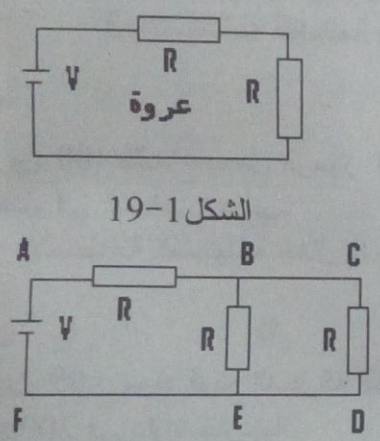
المجموع الجبري للتوترات (فرق الكمون) في عروة ما يساوي الصفر.

مثال: في التركيب الممثل في الشكل 1-20
يمكن إحصاء ثلاث عروات وهي:
العروة ABEF ، و العروة ACDF ، و العروة BCDE .
نأخذ العروة ABEF فنكتب :



كما يمكن كتابة أحد توترات العروة كما يلي:





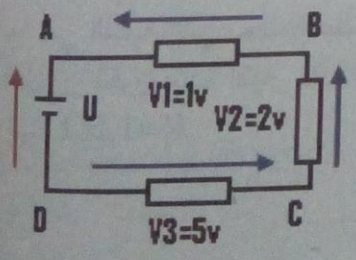
الشكل 1-20

تمرين تطبيقي

ليكن التركيب المبين في الشكل 1-21
احسب قيمة التوتر U

الحل

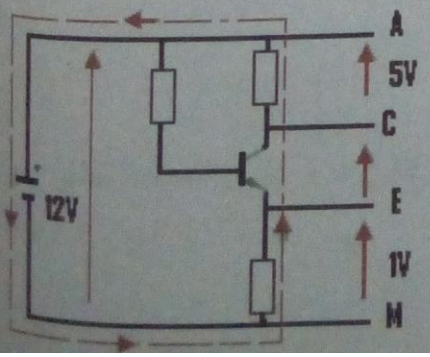
$U_{AD}=U_{AB}+U_{BC}+U_{CD}$
$U=V_1+V_2+V_3$
$U=8V$



الشكل 1-21

تمرين تطبيقي

ليكن التركيب الممثل في الشكل 1-22
- أحسب التوتر U_{CE}



الشكل 1-22

الحل :لتكن العروة المحددة على التركيب باطار نكتب

$$U_{AM}-U_{AC}-U_{CE}-U_{EM}=0$$

$$U_{CE}=U_{AM}-U_{AC}-U_{EM}$$

$$=12-5-1$$

$$=6V$$

تمرين تطبيقي

لتكن الدارة المبينة بالشكل 1-23

باستعمال قانون كيرشوف

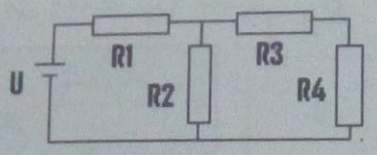
1-عين إتجاه التيار و التوتر لكل عنصر من الدارة

2-أحسب شدة التيار المارة في كل مقاومة

علما أن التيار المار في المقاومة R_4 هو 0,5A

تعطى: $R_1=10\ \Omega,\ R_2=2\ \Omega,\ R_3=R_4=8\Omega$

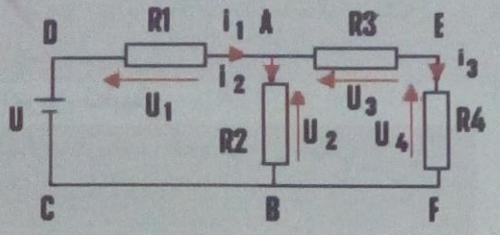
3-إستنتج قيمة التوتر U



الشكل 1-23

الحل:

يوجد في الدارة عقدتان A ، B و ثلاث عروات الشكل1-24 (ABCD,ABFE,CDEF)



الشكل 1-24

- قانون العقد

في العقدة A: ① $i_1=i_2+i_3$.....

بما أن المقاومة R_3 موصولة على االتسلسل مع المقاومة R_4 فإنه يمر فيهما نفس التيار

- قانون العروات

من العروة ABFE

$$U_2-U_3-U_4=0$$

$$U_2=U_3+U_4 \quad ②$$

حسب قانون أوم نكتب : $U_4=R_4i_3=8\ .\ 0,5=4V$

$$U_3=R_3i_3=8\ .\ 0,5=4V$$

من العلاقة ② نجد أن $U_2=U_3+U_4$

$U_2=R_2\ i_2$ $\qquad i_2=U_2/R_2=8/2=4A$

من العلاقة ① نجد

$i_1=4+0,5=4,5A$ $\qquad i_1=i_2+i_3$

إذن $U_1=R_1\ i_1=10\ .\ 4,5\ V$

$$U_1=45V$$

و منه $U=U_1+U_2=45+8=53V$

4- قاسم التوتر (Diviseur de tension)

تستعمل هذه القاعدة في تركيب يحتوي على مقاومات مربوطة على التسلسل (أي يسري فيها نفس التيار)

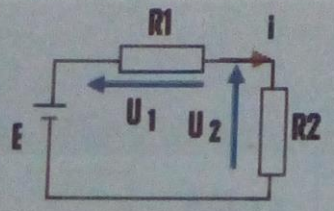
تمرين تطبيقي

لتكن الدارة الموضحة بالشكل 1-25

1-أوجد عبارة التوتر U_2 المطبق بين طرفي R_2 بدلالة التيار i

2-أوجد عبارة E بدلالة R_1، R_2 و i (بتطبيق قانون العروات)

3-أوجد عبارة U_2 بدلالة E



الشكل 1-25

الحل:

1-حسب قانون أوم (1)..... $U_2 = R_2 i$

2-حسب قانون العروات $E - U_1 - U_2 = 0V$ أي $E = U_1 + U_2$

بإستعمال قانون أوم (2) أي $E = R_1 i + R_2 i$

$E = i(R_2 + R_2)$

من العلاقة (1) نكتب $i = \frac{U_2}{R_2}$ نعوض في (2)

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$ أي $$E = \frac{R_1 + R_2}{R_2} U_2$$

تسمى هذه العلاقة بقاعدة قاسم التوتر و التي تستنتج من تطبيق قانون كيرشوف و تطبق في التمارين بدون برهان.

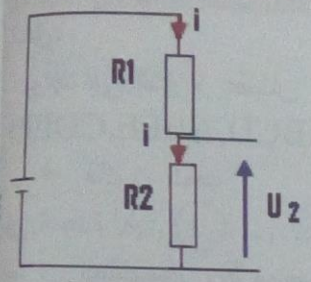
تمرين تطبيقي

ليكن التركيب الموضح بالشكل 1-26

1-أوجد العلاقة التي تربط U_2 بـ E وذلك باستعمال قاسم التوتر.

الحل: من خلال الشكل و بتطبيق قاعدة قاسم التوتر نكتب

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$



الشكل 1-26

5- قاسم التيار (Diviseur de courant)

تستعمل هذه القاعدة في تركيب يحتوي على مقاومتين مربوطتين على التوازي

تمرين تطبيقي

لتكن الدارة الكهربائية الممثلة بالشكل 1-27

1-أوجد عبارة شدة التيار i_2 المارة في R_2 بدلالة i و المقاومات R_1 و R_2

الحل: قانون العقد : في العقدة A لدينا

$i = i_1 + i_2$ $\quad i_2 = i - i_1$

و بإستعمال قانون أوم نجد: $i_2 = i - U_1/R_1$

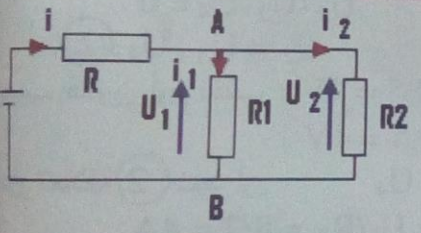
لكن $U_2 = U_1$ (الربط على التفرع) ومنه : $i_2 = i - U_2/R_1$ و بما أن $U_2 = R_2 i_2$

و منه $i_2 = i - (R_2/R_1) i_2$

أي $i = i_2(R_2+R_1)/R_1$

و نجد في النهاية أن

$$i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot i$$

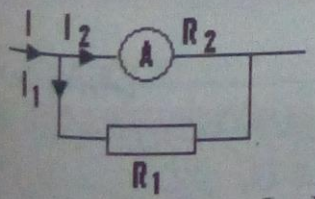


الشكل 1-27

تسمى هذه العلاقة بقاعدة قاسم التيار و تطبق مباشرة في التمارين.

تمرين تطبيقي

نوصل جهاز أمبير متر بمعيار 1A الشكل 1-28 والذي يكافئ مقاومة R_2 قيمتها $0.5\ \Omega$ على التفرع مع مقاومة R_1 قيمتها $0.125\ \Omega$ التيار المار في الأمبيرمتر يحسب بالطريقة التالية :



الشكل 1-28

$$I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 0{,}2\, I = 1/5 \cdot I$$

التيار في الأمبير متر يساوي خمس التيار الكلي .

و منه يمكن أن يُستعمل الجهاز لقياس تيار أعظمي قدره 5A.

تسمى المقاومة R_1 (Shunt amperemetrique)

تسهل قواعد قاسم التيار والتوتر تحليل الدارات الكهربائية، حيث تعطي مباشرة التوتر أو التيار في فرع من دارة بدلالة توتر أو تيار دخول الدارة.

تمرين تطبيقي

مفرق خطي (Potentiomètre) مقاومته الكلية $10K\ \Omega$

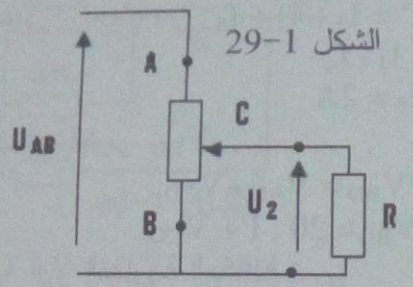
التوتر المطبق بين A و B هو $U_{AB} = 8v$

نضع الزلاقة في منتصف AB الشكل 1-29

1- أحسب التوتر U_2 عندما تكون الحمولة غير موصولة بين B و C؟

2 - نوصل الحمولة $R=1k\ \Omega$ بين B و C

أحسب U_2

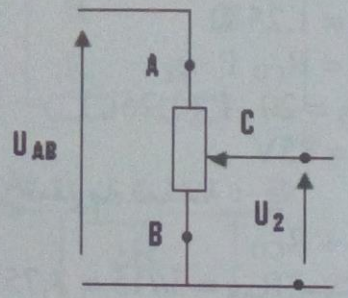


الشكل 1-29

الحل:

1- حساب U_2: التيار المار في R_{AC} يساوي التيار المار في R_{AB}

باستعمال قاسم التوتر الشكل 1-30



الشكل 1-30

$$U_2 = \frac{R_{CB}}{R_{AC}+R_{CB}} U_{AB}$$

$U_2 = 4V$

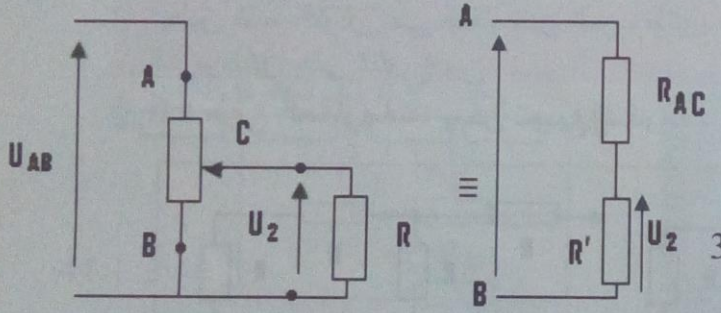
2- نقوم بجمع المقاومتين $R' = R_{CB} // R$ (شكل 1-31)

$R' = 5//1 = 0,83\ K\Omega$

باستعمال قاسم التوتر:

$$U_2 = \frac{R'}{R_{AC}+R'} U_{AB}$$

$U_2 = 1,33\ V$



الشكل 1-31

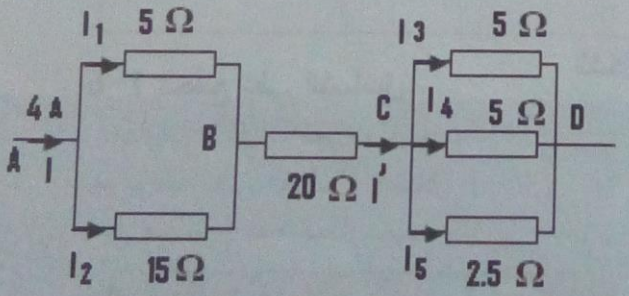
تمرين تطبيقي

نعتبر ثنائي القطب الموضح بالشكل 1-32

1- أحسب قيم التيارات I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 و I'

2- التوتر بين القطبين B و D (V_{BD})

3- المقاومة المكافئة لثنائي القطب بين B و D



الشكل 1-32

الحل:

1- حساب التيارات :

باستعمال قاسم التيار نجد أن $I_1=3A$, $I_2=1A$

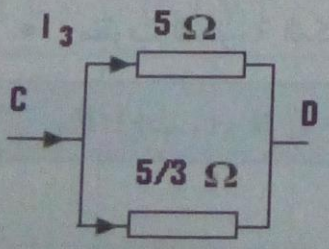
أو بتطبيق قانون كيرشوف

$I_2 = I - I_1 = 4 - 3 = 1A$

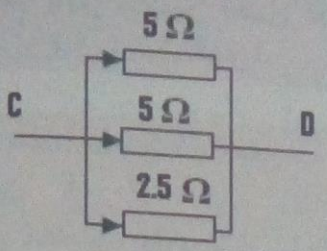
نلاحظ من الشكل 1-32 أن $I = I'$ و $I_4 = I_3$ (لأن $R_3=R_4$)

حساب I_3 , I_4 , I_5 : نجمع أولا المقاومتين (شكل 1- 33)

$R = 5//2.5 = 5/3\ \Omega$



الشكل 1-33



الشكل 1-34

باستعمال قاسم التيار

$I_3 = 1A$

$I_3 = I_4 = 1A$

1-باستعمال قانون كير شوف :

$I' = I_3 + I_4 + I_5$

$I_5 = I' - I_3 - I_4$

$I_5 = 2A$

2-حساب التوتر V_{BD}:

$V_{BD} = V_{BC} + V_{CD}$

$V_{BD} = 20 . I' + V_{CD}$

نحسب أولا المقاومة المكافئة :

$R_{CD} = 5//5//2.5$

$R_{CD} = 1,25\ \Omega$

$V_{CD} = R_{CD}\ I'$

$V_{BD} = 20 . I' + 1,25 . I'$

$V_{BD} = 85V$

3-المقاومة المكافئة :

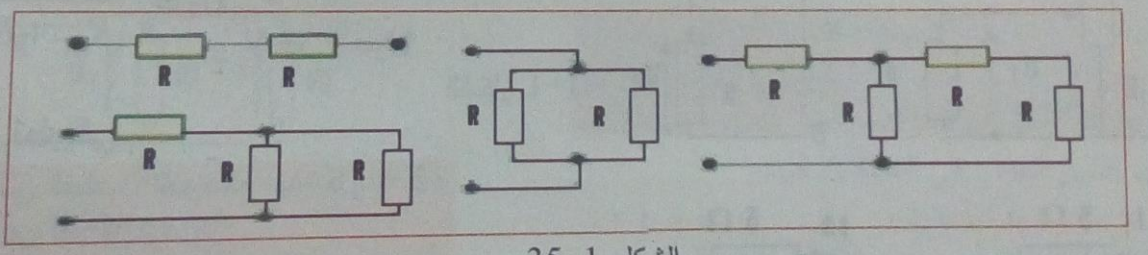
$R_{AD} = R_{AB} + R_{BC} + R_{CD}$

$R_{AD} = 3,75 + 20 + 1,25 = 25\ \Omega$ حيث $R_{AB} = 5//15 = 3,75\ \Omega$

$R_{AD} = 25\ \Omega$

يطبق قاسم التوتر على المقاومتين المربوطتين على التسلسل و يطبق قاسم التيار على المقاومتين المربوطتين على التفرع .

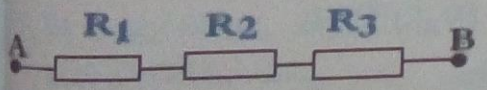
6- جمع المقاومات: يمكن تجميع المقاومات بعدة طرق أنظر الشكل 1-35



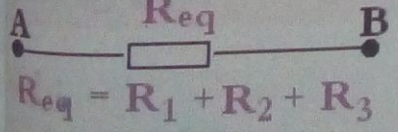
الشكل 1-35

6-1 الجمع على التسلسل:

المقاومة المكافئة لعدة مقاومات مربوطة على التسلسل (شكل 1-36) هي مجموع هذه المقاومات



الشكل 1-36



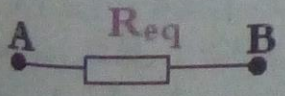
الشكل 1-37

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + R_n$$

6-2 الجمع على التفرع : (التوازي)

- مقلوب المقاومة المكافئة Req يساوي مجموع مقلوب المقاومات الأخرى

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \ldots + 1/R_n$$

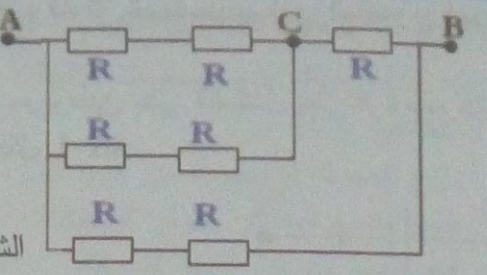


شكل 1-38 المقاومة المكافئة

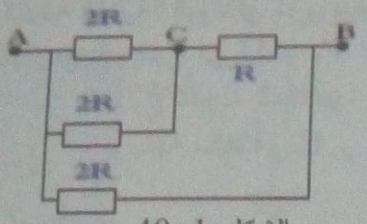
نشاط :

في تركيب الشكل 1-39 جميع المقاومات لها نفس القيمة R

- أوجد المقاومة المكافئة لثنائي القطب A B



الشكل 1-39

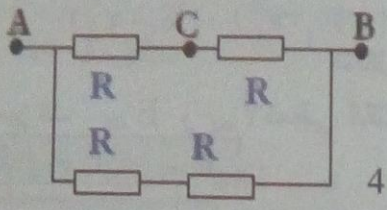


الشكل 1-40

الحل:

- الجمع على التسلسل : $R_{AC} = R + R$ شكل 1-40
- الجمع على التفرع: $R' = R_{AC} // R_{AC}$ شكل 1-41

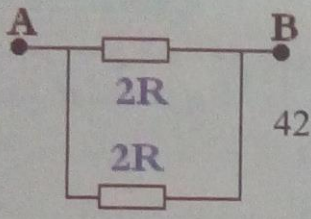
$= (2R \cdot 2R) / (2R + 2R) = R$



الشكل 1-41

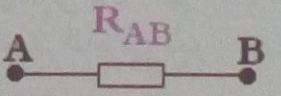
الجمع على التسلسل : شكل1-41

الجمع على التفرع : شكل1-42



الشكل 1-42

$R_{AB} = R$



الشكل 1-43

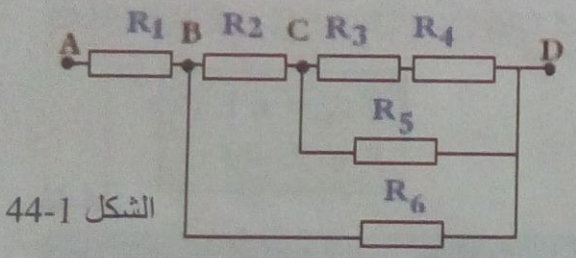
- **نشاط :**

أوجد المقاومة المكافئة لثنائي القطب AD ، في تركيب الشكل 1-44

تعطى : $R_1 = 9.9\ K\Omega$ ، $R_2 = 1.4\ K\Omega$

$R_3 = 3\ K\Omega$ ، $R_4 = 5\ K\Omega$

$R_5 = 2\ K\Omega$ ، $R_6 = 7\ K\Omega$



الشكل 1-44

7- جمع المولدات

7-1 الجمع على التسلسل

نشاط:

نأخذ بطاريتين، البطارية الأولى توترها $E_1 = 4,5\ V$ و البطارية الثانية توترها $E_2 = 1,5\ V$

1- نربط القطب الموجب للبطارية الأولى مع القطب السالب للبطارية الثانية، ثم نحسب قيمة التوتر بين طرفي البطاريتين.

2- نربط الآن القطب السالب للبطارية الأولى مع القطب السالب للبطارية الثانية، ثم نحسب قيمة التوتر بين طرفي البطاريتين.

أكمل الجدول التالي:

نوع جمع المولدات	شكل الربط	$U_1(V)$	$U_2(V)$	$U(V)$
		4.5	1.5	
		4.5	1.5	

الحل :

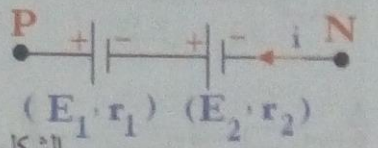
الحالة الأولى: المولدان مربوطان على التسلسل، التوتر المحصل يساوي مجموع توتري المولدين أي

$$U_1 + U_2 = 4.5 + 1.5 = 6V = U$$

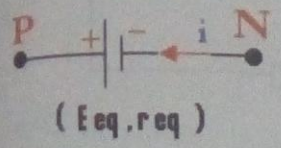
الحالة الثانية: المولدان مربوطان على التسلسل و لكن متعاكسان، التوتر المحصل يساوي المجموع الجبري لتوتري المولدين أي

$$U_1 - U_2 = 4.5 - 1.5 = 3V = U$$

- **نموذج المولد المكافئ:** يحتوي المولد المكافئ لمولدين مربوطين على التسلسل على قوة محركة كهربائية مكافئة E_{eq} و مقاومة داخلية مكافئة r_{eq} الشكل 1-46



الشكل 1-45 جمع مولدين على التسلسل



الشكل 1-46 النموذج المكافئ

المميزات E_{eq} و r_{eq} تعطى كالتالي :

$$E_{eq} = E_1 + E_2$$

$$r_{eq} = r_1 + r_2$$

الهدف من جمع المولدات على التسلسل هو الحصول على توتر كبير (قوة محركة كهربائية كبيرة)

في حالة n مولد مربوطة على التسلسل : نموذج المولد المكافئ للمولدات له المميزات التالية :

$$E_{eq} = E_1 + E_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + E_n$$

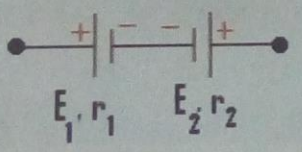
$$r_{eq} = r_1 + r_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + r_n$$

إذا كان لدينا n مولد متماثل (E_1, r_1) النموذج المكافئ هو:

$$E_{eq} = n E_1$$
$$r_{eq} = n r_1$$

نشاط:

أوجد النموذج المكافئ للدارة الممثلة بالشكل 1-47



الشكل 1-47 النموذج المكافئ

2-7 الجمع على التفرع:

نشاط:

نأخذ بطاريتين لهما نفس القوة المحركة الكهربائية : $E_1 = E_2 = 4.5\ V$ و نفس المقاومة الداخلية $r1=r2=1\ \Omega$ نوصل القطبين الموجبين للبطاريتين مع بعض من جهة ، والسالبين مع بعض من الجهة الأخرى الشكل 1-48.

- أحسب قيمة التوتر بين طرفي البطاريتين والمقاومة المكافئة .
- **التفسير:** عندما تربط المولدات على التفرع، فإن التوترات بين أطرافها تكون متساوية أي

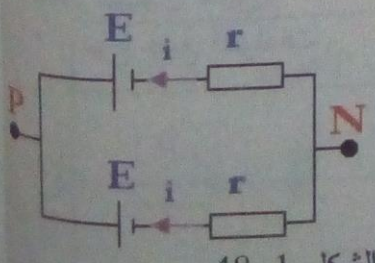
$$U_1 = U_2 = U$$

مميزات المولد المكافئ لتركيب الشكل 1-48 :

$$U_{PN} = E - r\,i \approx E$$

$$R_{eq} = r/2$$

- **الحالة العامة:** جمع n مولد متماثل على التفرع: التوتر المكافئ $E_{eq} = E$ و المقاومة المكافئة $R_{eq} = r/n$



الشكل 1-48

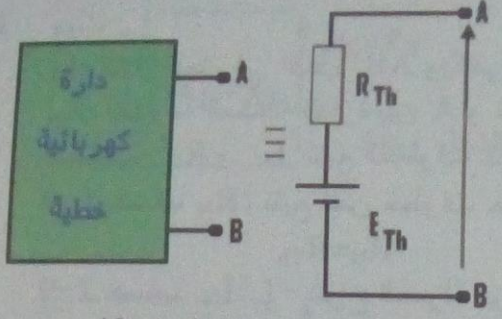
جمع المولدات على التفرع يعطي تيارا كبيرا . علما أن هذا التوصيل يكون فقط في حالة تساوي المولدات

8- نظرية تيفنين: (Théorème de Thévenin)

كل دارة كهربائية محصورة بين نقطتين A و B تكافئ ثنائي قطب (شكل1-49) يتكون من مقاومة مربوطة على التسلسل مع مولد للتوتر حيث: E_{Th} التوتر المأخوذ في الفراغ بين A و B ويكافئ توتر تيفنين.

R_{Th} : المقاومة المكافئة للدارة بين A و B وتكافئ مقاومة تيفنين

لحساب E_{Th} و R_{Th} نتبع الخطوات التالية :



الشكل 1-49

8-1 حساب R_{Th} :

1- نزع الحمولة الموجودة بين A و B .

2- قصر جميع مصادر التوتر المستقلة

3- فتح جميع مصادر التيار المستقلة

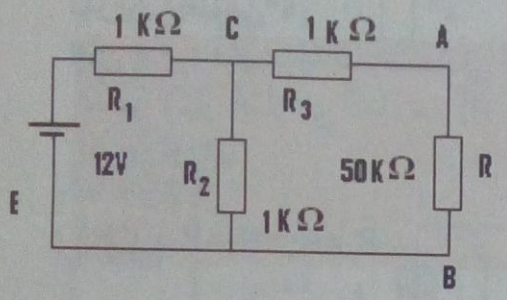
4- حساب المقاومة المكافئة للدارة بين A و B : $R_{AB} = R_{Th}$

8-2 حساب E_{Th}

1- عزل الحمولة بين A و B

2- حساب التوتر بين A و B والذي يكافئ توتر تيفنين

$U_{AB} = E_{Th}$



الشكل 1-50

تمرين تطبيقي

أوجد نموذج تيفنا المكافئ للدارة الموضحة في الشكل 1-50 ، حيث تمثل R مقاومة الحمولة، ثم أحسب التوتر بين طرفي R

الحل : حساب R_{Th}

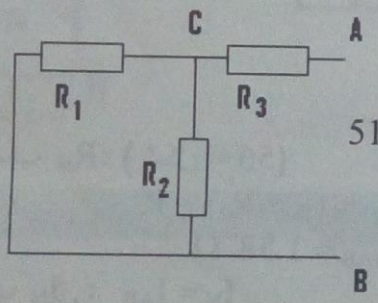
$R_{AB}=R_{Th}$

نتبع الخطوات المذكورة سابقا (شكل1-51)

$R_{AB} = R_1//R_2+R_3 = R_{Th}$

$R_{AB} = R_{Th}=1500\ \Omega = 1.5\ K\Omega$

$R_{Th} = 1.5\ K\Omega$

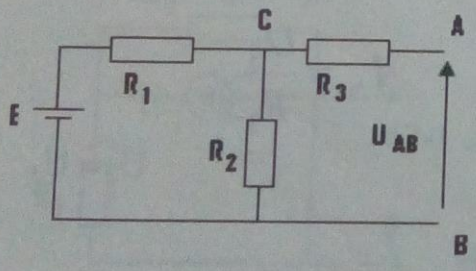


الشكل 1-51

- حساب E_{Th}:

نتبع الخطوات السابقة (شكل1-52)

لا يوجد تيار يمر في R_3 $\Leftarrow U_{AC}=0$



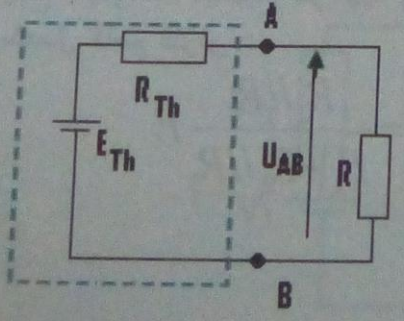
الشكل 1-52

$$E_{Th}=U_{AB}=\frac{R_2}{R_1+R_2}E \quad \text{(قاسم التوتر)}$$

$E_{Th}=6\ v$

- الدارة المكافئة لنموذج تيفنين ممثلة بالشكل1-53

نستعمل هذا التركيب لحساب التوتر بين طرفي الحمولة R

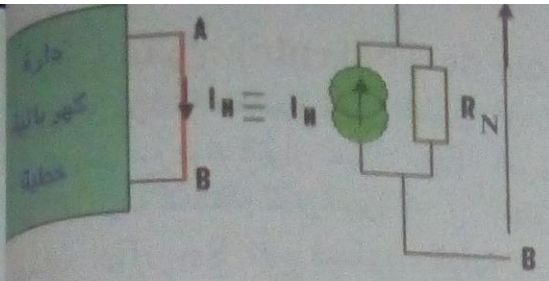


الشكل 1-53

$$U_{AB}=\frac{R}{R+R_{Th}}E_{Th}=5.8V$$

9- نظرية نورتن (Théorème de Norton)

النظرية: كل دارة كهربائية محصورة بين A و B تكافئ ثنائي قطب (شكل1-54)



الشكل 1-54

حيث :

I_N: التيار المار في الناقل AB ويكافئ تيار نورتن

R_N: المقاومة المكافئة للدارة بين A و B وتكافئ مقاومة نورتن.

لحساب R_N و I_N نتبع الخطوات التالية :

1-9 حساب R_N: نتبع نفس خطوات حساب R_{Th}

$$R_N = R_{Th}$$

2-9 حساب I_N: 1- ننزع الحمولة بين A و B و نقصر الدارة بين A و B

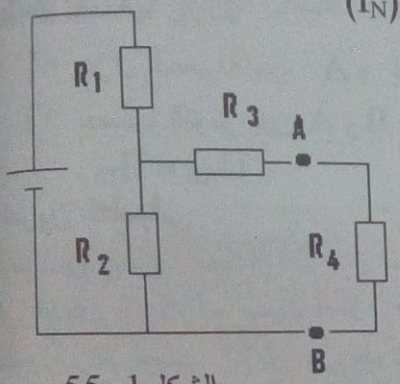
2- حساب تيار القصر بين A و B و الذي يمثل (I_N)

تمرين تطبيقي

لتكن الدارة الكهربائية الموضحة في الشكل 1-55 أحسب التيار المار في المقاومة R_4 با ستعمال نظرية نورتن .

$E=9\ V$

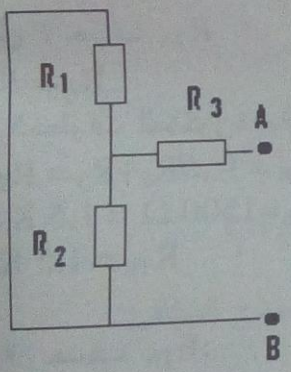
$R_1=R_2=R_3=R_4=1\ K$



الشكل 1-55

الحل :

حساب R_N: (شكل1-56)



الشكل 1-56

$$R_{AB} = R_N = (R_1 // R_2) + R_3$$

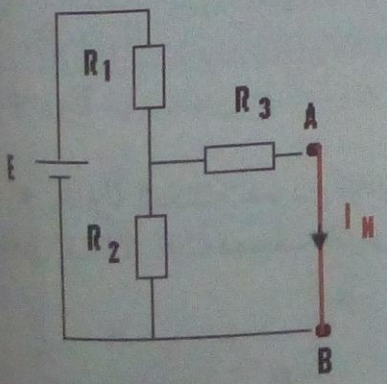
$$R_{AB} = 1.5K\,\Omega$$

حساب I_N : $I_N = I_{AB}$

$$I_N = \frac{U_3}{R_3}$$

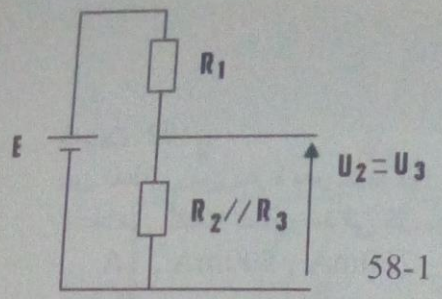
$$U_2 = U_3$$

نجمع المقاومات فيصبح التركيب (شكل1-57) باستعمال قاسم التوتر :



الشكل 1-57

$$U_2 = \frac{R_2 // R_3}{R_1 + R_2 // R_3} E$$



الشكل 1-58

$$U_2 = \frac{\frac{R_2.R_3}{R_2+R_3}E}{R_1+\frac{R_2.R_3}{R_2+R_3}}$$

$$U_2 = \frac{R_2R_3E}{R_1(R_2+R_3)+R_2R_3}$$

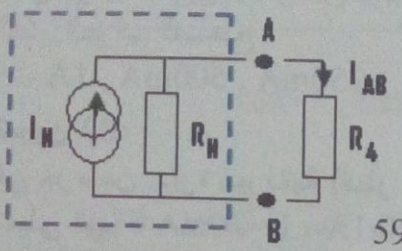
$$I_N = \frac{R_2E}{R_1(R_2+R_3)+R_2R_3}$$

$I_N = 3mA$

الدارة المكافئة : (شكل1-59)

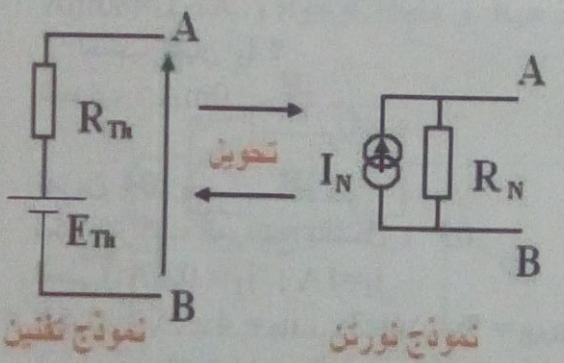
- حساب التيار المار في R_4 :

باستعمال قاسم التيار : $I_{AB} = 1,8\ mA$



الشكل 1-59

هناك إمكانية التحويل من نموذج نوتن إلى نموذج تيفنا او العكس (شكل1-60)



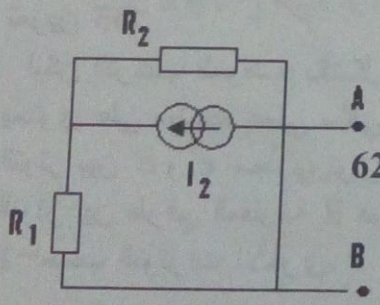
$U_{AB} = E_{Th}$ $\qquad$ $U_{AB} = R_N I_N$

$R_{Th} = R_N$

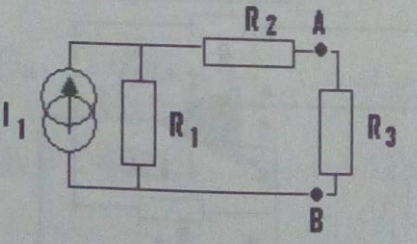
$E_{Th} = R_N I_N$

الشكل 1-60

نشاط: حول الدارتين الموضحتين بالشكل 1-61 و62 من مولد التيار إلى مولد التوتر بين القطبين A و B

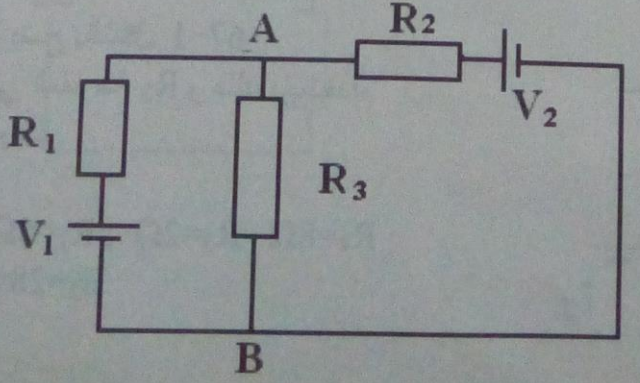


الشكل 1-62



الشكل 1-61

نشاط: أوجد نموذج نورتن المكافئ للتركيب الموضح في الشكل 1-63



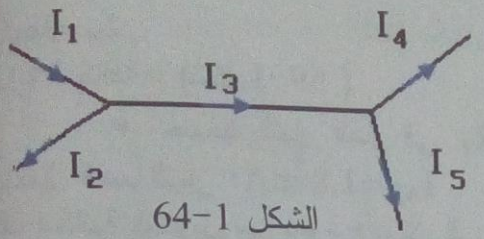
الشكل 1-63

تمارين

تمرين 01:
بين نقطتين من دارة يمر فيها تيار قدره 500mA نربط جهازي أمبير متر (متماثلين) على التسلسل
1-ماهي القيمة المقروءة في كل جهاز ؟إختر الجواب الصحيح ؟
250mA , 500mA , 1A

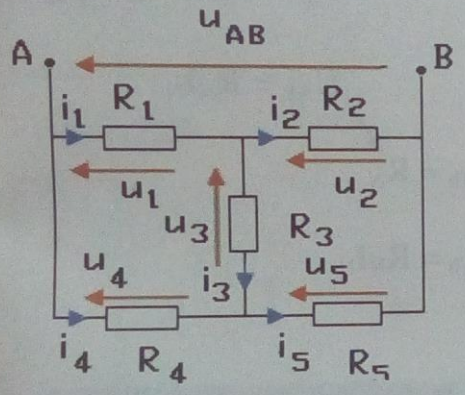
تمرين 02:
نفس سؤال التمرين 01 و لكن نربط جهازي الأمبير متر على التفرع
أختر الجواب الصحيح
250mA , 500mA , 1A

تمرين 03:
في جزء من دارة كهربائية (أنظر الشكل 1-64)
تعطى القيم : $I_1=0.1A$, $I_2=20mA$
$I_4=80mA$
1-أحسب التيار I_5 ؟
الجواب : 0mA



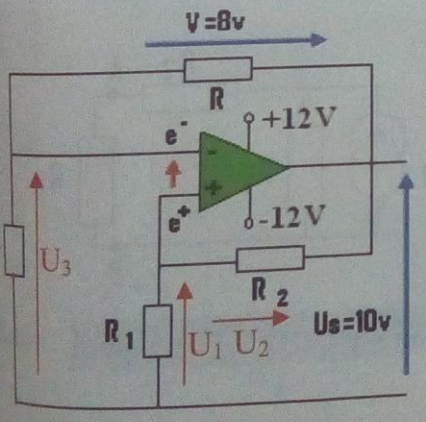
الشكل 1-64

تمرين 04:
ليكن التركيب الموضح بالشكل 1-65
نعطي: $i_1=1A$, $i_3=0,3A$
$u_{AB}=9v$, $u_1=3v$, $u_5=4v$, $i_5=0,4A$
1- احسب التوترات و التيارات الأخرى.
2- احسب الاستطاعة المستهلكة من طرف كل مقاومة ؟



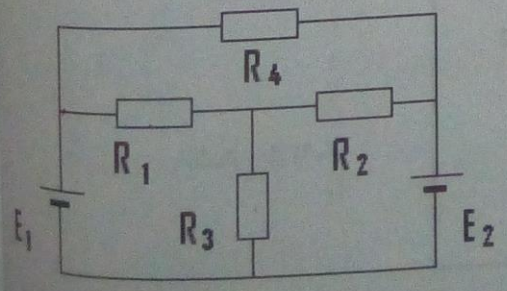
الشكل 1-65

تمرين 05:
ليكن التركيب الموضح بالشكل 1-66
يحتوي على مضخم عملي مثالي UA741
التوتر بين e^- و e^+ معدوم، توتر الخروج $U_S=10v$
التوتر بين طرفي المقاومة R هو V=8v
1-احسب التوترات الأخرى.



الشكل 1-66

تمرين 06:
ليكن التركيب الموضح بالشكل 1-67
-أوجد التيار المار في المقاومة R_3 و ذلك بإستخدام
1. قانوني كيرشوف
2. نظرية تفنين
نعطي: $R_1=6\Omega$, $R_2=5\Omega$, $R_3=2\Omega$, $R_4=8\Omega$
$E_1=20v$, $E_2=28v$
الجواب: $I_{R3}=5A$



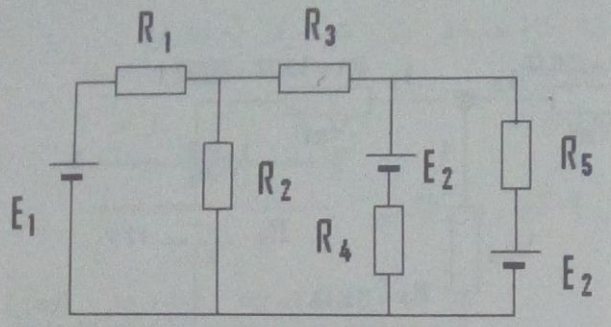
الشكل 1-67

تمرين 07:

يحتوي التركيب على مجموعة من العناصر الخطية الشكل1-68

- احسب التيار I المار في المقاومة R_2 بالطرق التالية :

1. قانون كيرشوف
2. نظرية تفنين
3. نظرية نورتن



الشكل 1-68

نعطي : $E_3=15v$

$E_2=16v$, $E_1=6v$

$R_1=6\Omega$, $R_2=1,4\Omega$

$R_3=10\Omega$, $R_4=12\Omega$

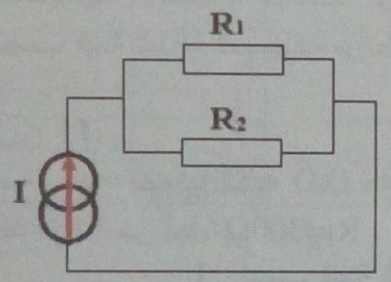
$R_5=6\Omega$

الجواب : $I=1,5A$

التمرين 08 :

أوجد (برهن) علاقة التيار I_{R1} و التيار I_{R2} بدلالة المقاومتين R_1 و R_2 و التيار I للتركيب التالي .

ثم أحسب قيمتي شدتي التيار I_{R1} و I_{R2} إذا علمت أن $R_1=3,3K\Omega$ و $R_2=4,7K\Omega$ و $I=2.4A$.



$$I_{R2}=\frac{R_1}{R_2+R_1}I \qquad I_{R1}=\frac{R_2}{R_2+R_1}I$$

$I_{R2}=990mA$, $I_{R1}=1,41A$

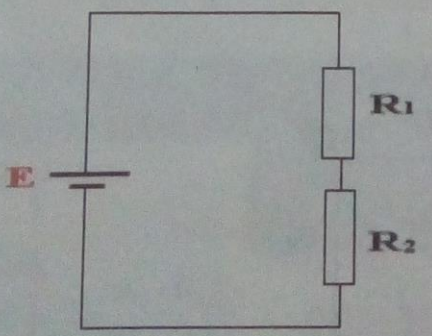
التمرين 09:

أوجد (برهن) علاقة التوتر U_{R1} والتوتر U_{R2} بدلالة المقاومتين R_1 و R_2 و التوتر E للتركيب التالي .

ثم أحسب قيمتي التوترين U_{R1} و U_{R2} إذا علمت أن $R_1=3,3K\Omega$ و $R_2=4,7K\Omega$ و $E=6V$.

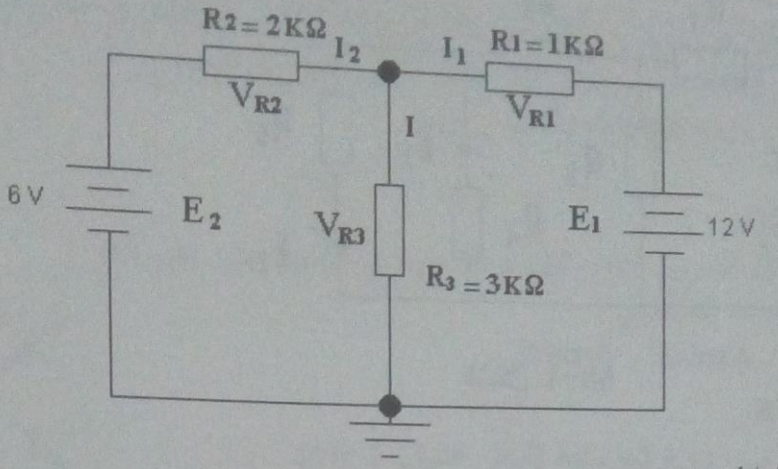
الجواب : $$U_{R2}=\frac{R_2}{R_2+R_1}E \qquad U_{R1}=\frac{R_1}{R_2+R_1}E$$

$U_{R1}=2,477V$, $U_{R2}=3,523V$



التمرين 10:

ليكن التركيب الموضح في الشكل التالي.



المطلوب :

1- عين اتجاه التوترات والتيارات.

2- أحسب شدة التيارات I_1, I_2, I

3- أحسب قيمة الاستطاعة الممتصة من طرف الجهاز .

4-أحسب قيمة الطاقة المستهلكة من طرف الجهاز خلال **3mn 40s**.

التمرين 11:

مقاومة متغيرة مقامتها الكلية 1kΩ مغذات بمولد قوته المحركة الكهربائية 12v و مقاومته الداخلية مهملة نضبط الزالقة من أجل $R_1=300\Omega$.

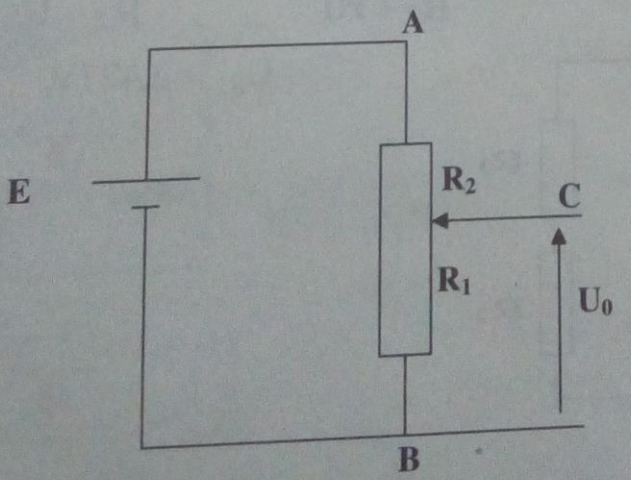
1- أحسب قيمة التوتر U_0 .

2- نحمل المقاومة بثائي قطب خامل ذو مقاومة $R=150\Omega$.ماهي إذن قيمة التوتر U_R

3- أحسب شدة التيارات:

3-1 – في الحمولة R.

3-2 في كل من مقاومتي المقاومة المتغيرة



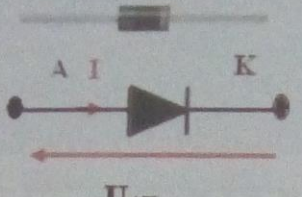
إستغلال خاصية العناصر الخطية و غير الخطية

1- ثنائي المساري (Diode)

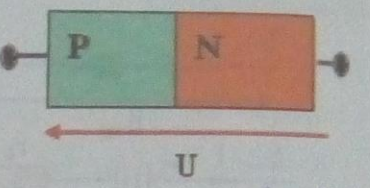
1-1 التكوين

ثنائي المساري (diode)هو ثنائي قطب يتكون من وصلة PN تنشأ في بلّور شبه ناقل له قطبان

- القطب الموصول بالمنطقة P يسمى بالمصعد anode(A)
- والقطب الموصول بالمنطقة N يسمى بالمهبط cathode(K)



الشكل 1-69 رمز الثنائي

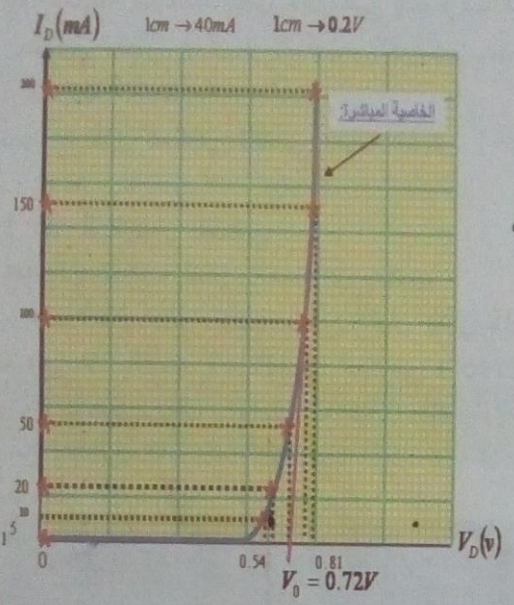


الشكل 1-70

1-2 الميزة

الشكل 1-71 يمثل الميزة

$I=f(U_{AK})$ لثنائي المساري



الشكل 1-71 ميزة الثنائي

1-2-1 تفسير الميزة

1-1-2-1 الإستقطاب المباشر ($U_{AK} > 0$ V)

من أجل $U_{AK} < 0{,}5V$ التيار I منعدم ، الثنائي مانع (محصور)

من أجل $5{,}0\ V < U_{AK} < 7{,}0\ V$ يبدأ الثنائي في نقل التيار

من أجل $U_{AK} > 0{,}7V$ الثنائي يصبح ناقل و ميزته خطية

و معادلتها هي: $U_{AK} = U_0 + r_D I$

U_{AK} , U_0 بالفولط

r_D : يمثل المقاومة الحركية للثنائي و تقاس بالأوم

I : تمثل شدة التيار المارة في الثنائي و تقاس بالأمبير

U_0 : هو توتر عتبة الثنائي ويساوي

- 0,7V إذا كان شبه الناقل من السيليسيوم
- 0,3V إذا كان شبه الناقل من الجرمنيوم .

r_D هي المقاومة الحركية للثنائي و تعطى بالعلاقة التالية

$$r_D = \frac{\Delta U_{AK}}{\Delta I}$$

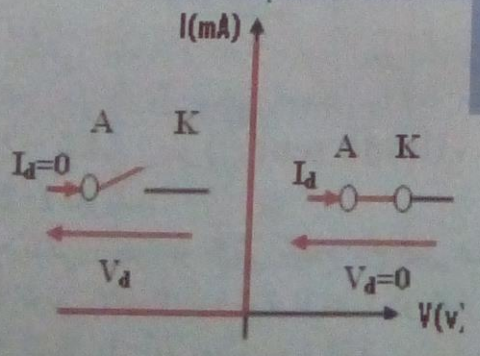
2-1-2-1 الإستقطاب العكسي ($U_{AK} < 0$)

عمليا يكون التيار I معدوما ، أي الثنائي مانع (محصور)

نشاط: احسب مقاومة الحماية التي يجب ربطها على التسلسل مع الثنائي من أجل أن لا يتجاوز التيار I القيمة 100mA عندما يغذى بمولد قوته المحركة الكهربائية ثابتة و تساوي E=15V

اختر هذه المقاومة من السلسلة التالية و التي تسمى (E_{12})

82 ، 68 ، 56 ، 47 ، 39 ، 33 ، 27 ، 22، 18، 15 ، 12 ، 10



الشكل 1-72 ميزة الثنائي

3-1 الثنائي المثالي

يملك الثنائي المثالي الخواص التالية

- في الاستقطاب المباشر يكون التوتر بين أطرافه معدوما و هو بذلك يكافئ قاطعة مغلقة.
- في الاستقطاب العكسي يكون التيار الذي يعبره معدوما مما يجعله يكافئ قاطعة مفتوحة. انظر الشكل 1-72

نشاط:

الثنائية المستعملة في التركيب مثالية

$U_0=0$, $r_D=0$

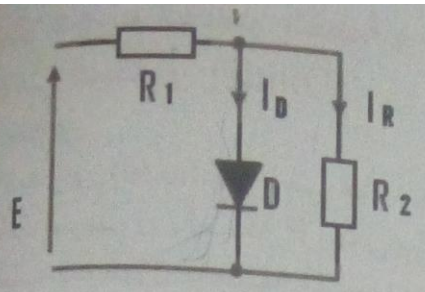
1-أحسب التيار I_D المار في الثنائية الشكل 1-73

$R_2=1K\Omega$, $R_1=100\Omega$, $E=10V$

الجواب: 90mA, 10 mA,100mA ,0mA

2-أحسب التيار I_R المار في المقاومة R_2

الجواب: 90mA, 10 mA,100mA ,0mA



الشكل 1-73

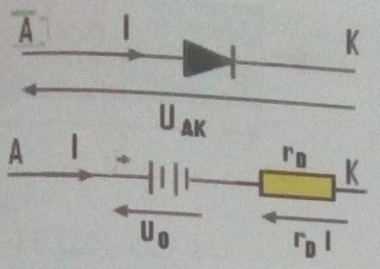
1-3-1 التصميم المكافئ للثنائي في الاستقطاب المباشر

بعد منطقة الانحناء للميزة الثنائي يتصرف مثل

مستقبل خطي فعال قوته المحركة الكهربائية $E = U_0$

و مقاومته الداخلية r_D

نموذج تفنن المكافئ للثنائي يمثله الشكل 1-74



الشكل 1-74 التصميم المكافئ للثنائي

1-3-2 انهيار الثنائي

عندما يستقطب ثنائي المساري عكسيا

وابتداء من توتر معين يرتفع التيار الذي كان معدوما بسرعة

تسمى هذه الظاهرة بالانهيار العكسي (claquage inverse)

ليس بالضرورة أن يكون الانهيار متلفا للوصلة إذا كان التيار محددا بمقاومة مربوطة على التسلسل مع الثنائي.

نشاط

إليك الجدول التالي الذي يعطي توتر الإنهيار و التيار الأعظمي المسموح به لبعض الثنائيات

الثنائيات	التوتر العكسي الحدي	I_{max}
1N914	75V	200mA
1N4001	50V	1A
1N1185	120V	35A

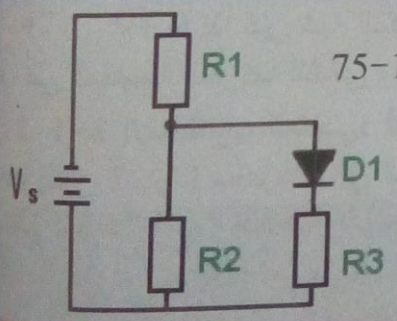
وليكن التركيب الممثل بالشكل 1-75

حيث: V_s =200V , R_2 = 10K Ω , R_1 =10 K Ω

1-ما هي الثنائية أو الثنائيات المدونة في الجدول

و التي أو اللواتي لو ركبت في الدارة إنهارت (فسدت)

2-ما هو دور المقاومة R_3



الشكل 1-75

ثنائي المساري هو عنصر غير خطي يسمح بمرور التيار في اتجاه واحد فقط ويكمن اعتباره قاطعة لته فيها عن طريق التوتر المطبق بين طرفيه

2- ثنائي زينر(Diode zener)

2-1 تعريف:

- ثنائي زينر هو ثنائي صنع من أجل استغلال منطقة الانهيار العكسي(claquage inverse)
- توتر الانهيار أو(توتر زينر) هو توتر ضعيف نسبيا يمكن أن يأخذ 1V إلى بعض العشرات من الفولط.
- الشكل 1-76 يمثل ميزة الثنائي.

2-2 تفسير الميزة

في الاستقطاب المباشر ثنائي زينر يكافئ ثنائي عادي .

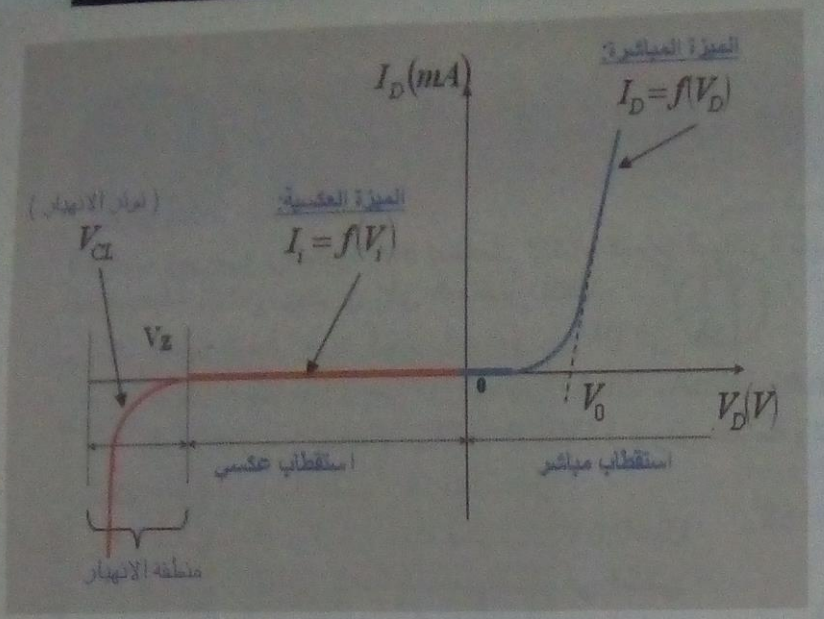
أما في الاستقطاب العكسي ، فيكون الثنائي ناقلا عندما يجتاز التوتر العكسي توتر زينر، تصبح الميزة خطية و معادلتها هي:

$$U_{KA}=U_Z+r_Z I$$

U_{KA} , U_Z با لفولط

r_Z : المقاومة الحركية وتقاس بالأوم

I : شدة التيار المارة في الثنائي .



الشكل 1-76 ميز ثنائي زينر و رمزه

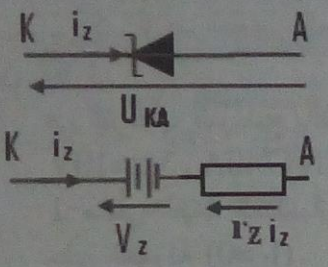
3-2 التصميم المكافئ

عندما يكون ثنائي زينر ناقلا (الاستقطاب العكسي) فإن تصميمه المكافئ يمثله الشكل 1-77.

قيمة المقاومة r_Z يحددها الصانع (انظر الوثيقة التقنية في القرص)، قيمتها ضعيفة نسبيا و هي من رتبة بعض الأومات .

إذا كانت المقاومة التحركية r_Z مهملة يكون التوتر بين طرفي الثنائي ثابتا مهما يكن التيار الذي يعبره .

في هذه الحالة نقول أن ثنائي زينر ثنائي مثالي



الشكل 1-77 التصميم المكافئ

نشاط :

ليكن التركيب الموضح بالشكل1-78 حيث الثنائية المستعملة مثالية حيث $V_Z = 5v$

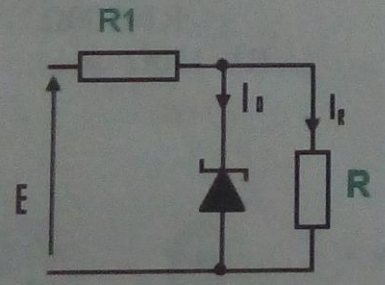
1- أحسب التيار I_R المار في المقاومة R

$R =1K\Omega$, $R_1 = 100\Omega$, $E =10V$

الجواب 10mA , 0 mA , 5mA , 15mA

2-أحسب التيار I_D المار في الثنائية D

الجواب :50mA , 0 mA , 5mA , 40mA



الشكل 1-78

نشاط :

لدينا التركيب الممثل بالشكل 1-79

الثنائيات المستعملة ثنائيات مثالية

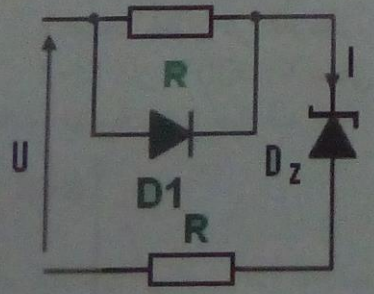
1-أحسب التيار I المار في ثنائي زينر D_Z ($U_Z=6V$)

عندما $R=100\Omega$, $U =20$ V

الجواب 280mA, 140 mA,200mA ,100mA

2-أحسب التيار I المارفي ثنائي زينر عندما $U =-20$ V

الجواب :-280mA, -140 mA ,-200mA ,-100mA



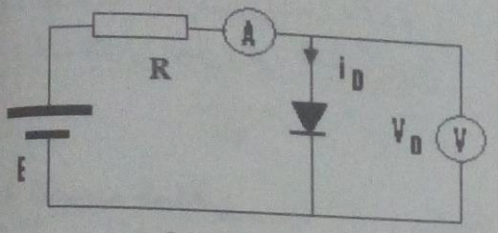
الشكل 1-79

تمارين

تمرين 01:

التركيب الموضح بالشكل1-80 يستعمل لإنشاء الميزة المباشرة للثنائي(Diode) نقطة بنقطة و الذي يحتوي على العناصر التالية

- يمكن ضبط مولد التوتر المستمر من0V إلى 15V
- جهاز أمبير متر رقمي ذو المعايير (2mA، 20mA، 200mA)
- فولط متر ذو المعايير (1V، 3V، 15V) وذو مقاومة واحدية (unitaire) 15KΩ/V
- مقاومة حماية قيمتها R=100 Ω
- ثنائي مساري توتر عتبته يساوي U_0=0,6V



الشكل 1-80

1. احسب الشدة العظمى للتيار في الثنائي
2. أوجد المعايير المناسبة لأجهزة القياس
3. أحسب الشدة العظمى للتيار في جهاز الفولط متر
4. من أجل إنشاء الميزة العكسية نعكس أقطاب الثنائي
5. أوجد المعايير المناسبة الجديدة

تمرين 02 :

في التركيب الموضح بالشكل1-81 و في استمارة المعلومات (المواصفات) لثنائي زينر وجد أن IN4740A , Vz=10V ، أقصى استطاعة يتحملها الثنائي Pz_{max}=1W

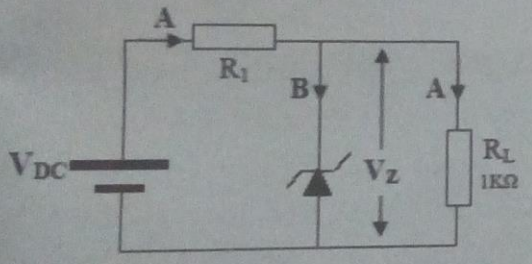
1-ماهي القيمة المناسبة للمقاومة R_1 المحددة للتيار و التي تحمي الثنائي عندما تكون الدارة مفتوحة على الحمولة (I_L=0)

الإجابة المختصرة

Iz_{max}=100mA

R1=100Ω

تطبيقيا R1=150Ω



الشكل 1-81

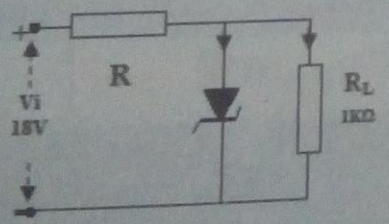
تمرين 03 :

في التركيب الموضح بالشكل1-82 إذا كان

Iz=12.5mA، Pzmax=1W، Vz=20V

1-يوجد خطآن في التركيب. حددهما .

2-إذا كان Vi =30V ماهي قيمة R_L المناسبة



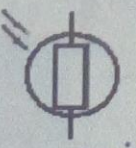
الشكل 1-82

3- المقاومات الضوئية (Photorésistante)

هي عنصر إلكتروني غير فعال (أي لايولد طاقة) تتغير مقاومتها مع تغير شدة الضوء الساقط عليها حيث تزداد قيمتها في الظلام و تنخفض في الضوء، تصنع من مواد شبه ناقلة حساسة للضوء

المقاومة الضوئية

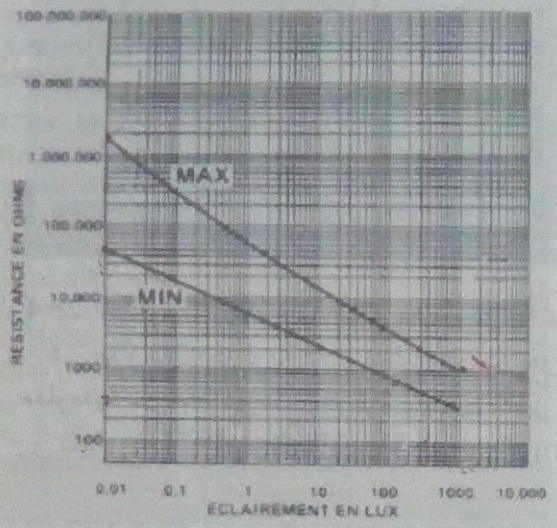
3-1 الرمز: يرمز للمقاومة الضوئية بالرمز



و تسمى بـــ LDR إختصارا للعبارة (Light Dependent Resistor)

3-2 ميزة تغير قيمة المقاومة بدلالة شدة الضوء

تسجل المقاومات الضوئية إنخفاضا كبيرا في قيمة مقاومتها عند تعرضها للضوء ،أما في حالة الظلام التام فترتفع قيمتها الشكل 1-83 .



الشكل 1-83

تتميز بـــ:

- استجابة سريعة للتغير في الضوء
- حساسية للضوء تشبه إلى حد كبير حساسية العين البشرية.
- تعمل ضمن مدى حراري واسع يتراوح مابين 20 إلى 70 درجة حرارة مئوية
- إنخفاض الكلفة الصناعية

3-3 الاستعمال

المقاومات الضوئية هي من العناصر الأكثر إستخداما في دارات كشف الضوء (ملتقط ضوئي) و نذكر من بين تطبيقاتها

- فتح الأبواب تلقائيا بمجرد قطع شعاع الضوء
- تشغيل صنابير المياه فور وضع اليد أسفلها
- إشعال و إطفاء أضواء الإنارة العمومية
- تـــشغيل أجهزة الإنذار
- حماية العامل من أخطار الآلات المكانيكية الضخمة

4-المقاومات الحرارية

هي مقاومات تتغير قيمة مقاومتها بدلالة تغير درجة الحرارة ، فمثلا عند ربطها على التسلسل مع مولد في دارة نجد أن التيار الذي يعبرها يتغير بتغير درجة حرارتها وهي بذلك تستعمل كلواقط حرارية.

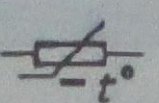
ونميز نوعين:

1. مقاومات حرارية ذات معامل درجة حرارة سالب CTN أو (NTC)
2. مقاومات حرارية ذات معامل درجة حرارة موجب CTP أو (PTC)

4-1 المقاومات الحرارية ذات معامل درجة حرارة سالب :

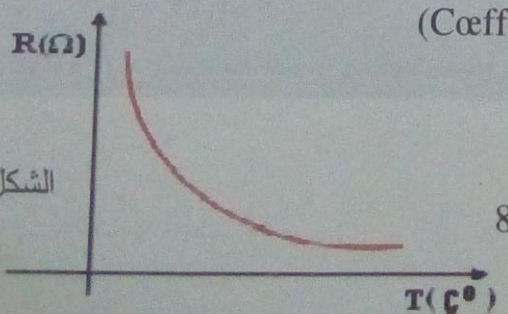
هي مقاومات حرارية ذات معامل سالب أي تنخفض قية مقاومتها بإرتفاع درجة الحرارة ، قيمتها مرتفعة نسبيا و تدعى CTN أي (Cœfficient de Température Négative)

4-1-1 الرمز يرمز لها بالرمز التالي



4-1-2 الميزة

تتغير قيمة المقاومة بتغير درجة الحرارة حيث تنخفض قيمتها كلما ارتفعت درجة الحرارة الشكل 1-84



الشكل 1-84

4-1-3 الاستعمال

تستعمل المقاومات الحرارية CTN كملاقط حرارية حيث يهمل في هذا الاستعمال ارتفاع درجة حرارتها الذاتي أمام المقدار الملتقط.

نشاط :

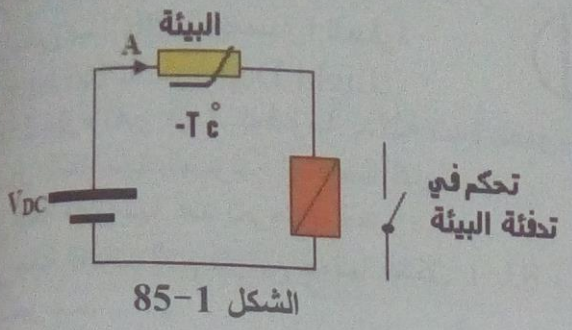
نريد التحكم في مدفئة بإستعمال المقاومة الحرارية CTN.

لذلك نقترح التركيب التالي الممثل في الشكل 1-85

1-ماهو دور المقاومة الحرارية في التركيب

2-اشرح مبدأ عمل التركيب

3-ماهي الخصائص التي يجب أن تتوفر في المقاومة لتتناسب مع عمل التركيب

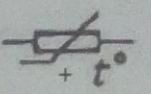


الشكل 1-85

4-2 المقاومات الحرارية ذات معامل درجة حرارة موجب

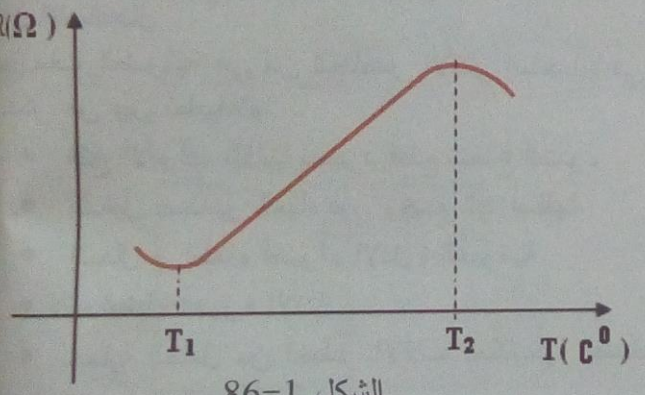
هي مقاومات حرارية ذات معامل درجة حرارة موجب أي ترتفع قيمة مقاومتها بارتفاع درجة الحرارة ، وهي تتغير في مجال واسع و تدعى CTP أي (Coefficient de Température Positive)

4-2-1 الرمز : يرمز لها بالرمز التالي



4-2-2 الميزة

تتغير قيمة المقاومة بتغير درجة الحرارة حيث ترتفع قيمتها كلما ارتفعت درجة الحرارة في المجال المحدد $[T_1, T_2]$ ، وهو المجال الذي تعمل فيه المقاومة الحرارية بمعامل درجة حرارة موجب الشكل 1-86 .



الشكل 1-86

4-2-3 الاستعمال

يمكن للمقاومات الحرارية ذات المعامل الموجب أن تستعمل كواقية حرارية للمحركات الكهربائية .

نشاط :

إستعمال الملتقط الحراري :

بعد إجراء التجربة الممثلة بالتركيب تحصلنا على جدول القياسات التالي :

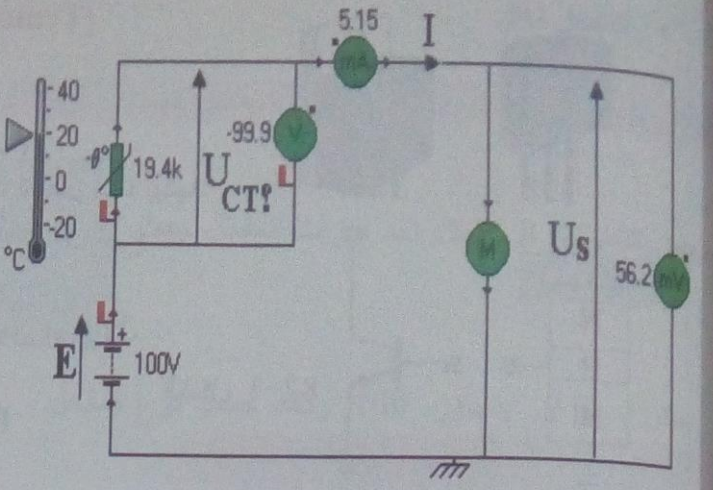
1- أرسم الخاصية $R = f(\theta)$

2- أرسم الخاصية $U = f(\theta)$

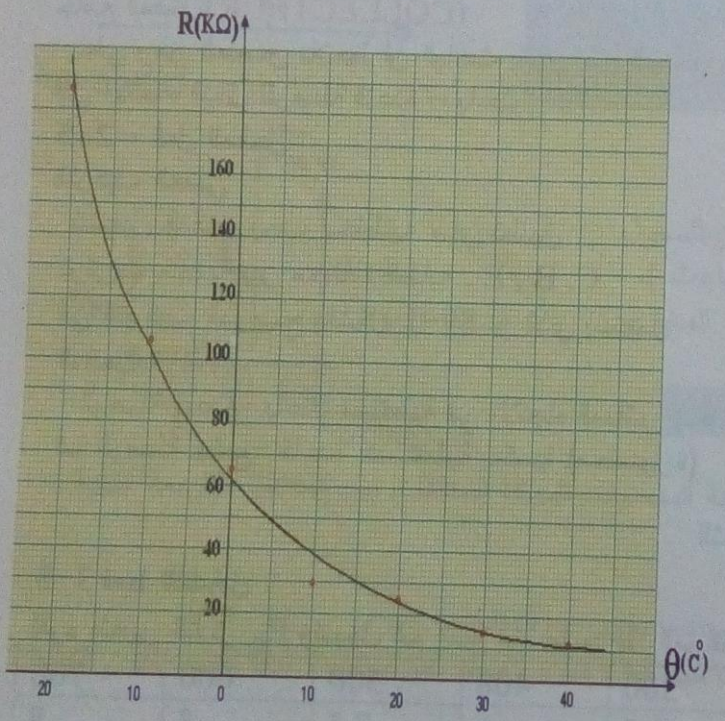
3- إستنتج نوع المقاومة الحرارية المستعملة

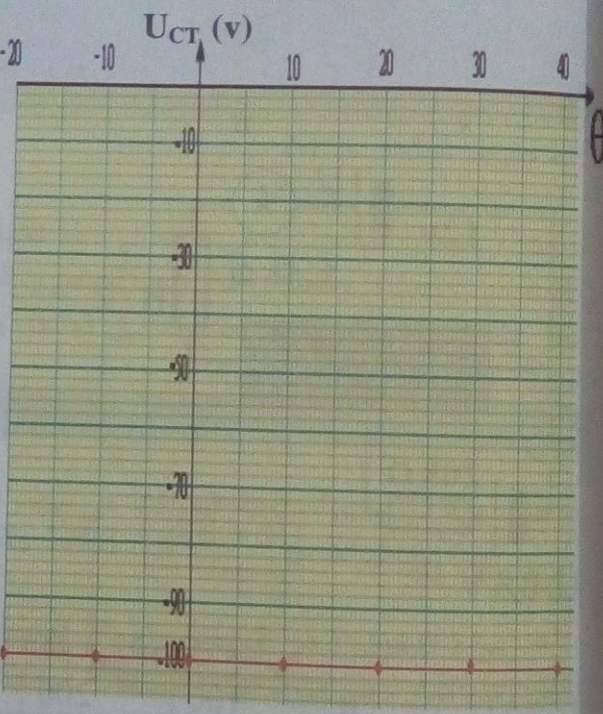
E= 100V

$\theta(C^\circ)$	-20	-10	0	10	20	30	40
$U_{CT?}(V)$	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
$R_{CT?}(K\Omega)$	186	106	63	39	25	15	11
$U_S(V)$	5,85	10,3	17,3	28	44	69,8	95,7
I(µA)	536	941	1580	2570	4030	6400	8770



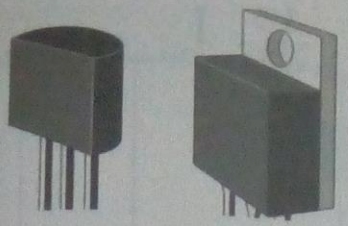
الحل :





نوع المقاومة : CTN

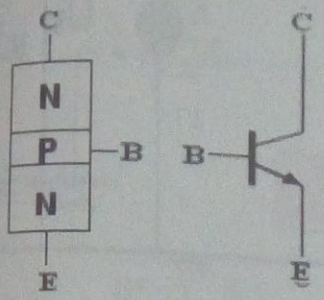
5-المقحل ثنائي القطب(Transistor bipolaire)



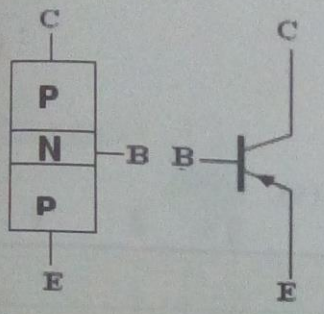
5-1 التكوين

يتكون المقحل ثنائي القطب من بلور شبه ناقل
(Semi-conducteur) (الجرمنيوم أو السيليسيوم)
يحتوي على ثلاث مناطق منشطة بشكل مختلف، تشكل فيما بينها:

- إما منطقتين من نوع N تفصل بينهما منطقة من نوع P،
وهو المقحل NPN . انظر الشكل 1-87
- أو منطقتين من نوع P تفصلهما منطقة من نوع N،
وهو المقحل PNP . انظر الشكل 1-88



الشكل 1-87



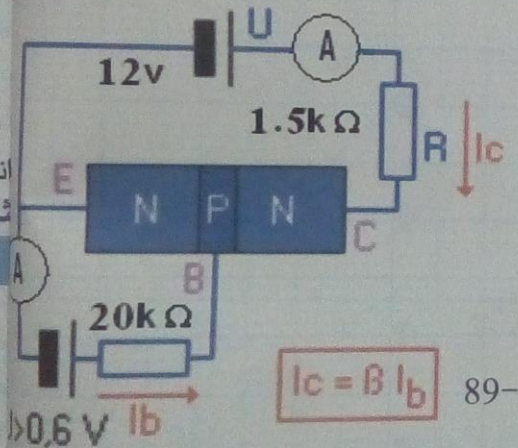
الشكل 1-88

يحتوي المقحل ثنائي القطب على وصلتين P-N
لهما اتجاهي نقل متعاكسين .
المنطقة المحصورة بين الوصلتين رقيقة جدا وتسمى القاعدة (BASE).
إحدى المنطقتين الجانبية منشطة بقوة، و تمثل
باعث المقحل (EMETTEUR)
المنطقة الجانبية الأخرى ضعيفة التنشيط وتمثل
جامع المقحل(COLLECTEUR)
على رمز العنصر نلاحظ أن الباعث يتميز عن الجامع بسهم وهو يشير
إلى الاتجاه الناقل للوصلة قاعدة – باعث

5-2 – فعل المقحل

التركيب العملي

لتشغيل المقحل يجب استقطابه ، أي تطبيق
توترات مختلفة بين مختلف أقطابه , C, B , E
في التركيب الموضح بالشكل 1-89 و الذي يستعمل
المقحل NPN .
الوصلة قاعدة- باعث مستقطبة في الاتجاه المباشر (ناقلة)،
أما الوصلة جامع- قاعدة فمستقطبة عكسيا (محصورة)



$I_c = \beta I_b$
الشكل 1-89

5-3 نمط التشغيل

نقوم بتغيير التوتر E_B ونسجل قيم التيارات I_B و I_C الموافقة لذلك في الجدول التالي.

I_B(μA)	0	100	200	300	400	500	600	700
I_C(mA)	0	1.5	3	4.5	6	7.5	8	8

المقحل مانع (موقف) — المقحل ناقل — المقحل مشبع

I_C تتحكم في I_B

من خلال الجدول نستطيع تمييز ثلاث أنماط للتشغيل:

- **المقحل مانع (محصور)**

$I_B=0$, $I_C=0$

- **المقحل مشبع**

التيار I_C ثابت مهما يكن التيار I_B

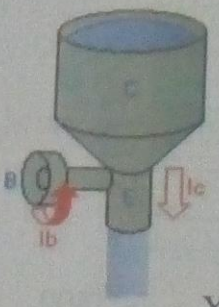
• **المقحل ناقل**

التيار I_C يتناسب طرديا مع التيار I_B و معامل التناسب نرمز له بالرمز β ويسمى معامل تضخيم التيار

معامل التضخيم β : يمثل أحد ميزات المقحل حيث

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$I_C = \beta I_B$$



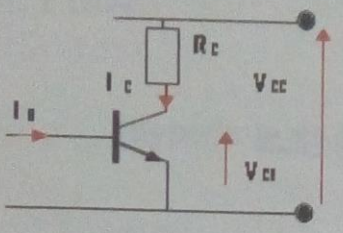
الشكل X- 1

يمكن لـ β أن يتجاوز 100 وذلك حسب نوع المقحل

فعل مقحل هو التحكم في تيار الجامع I_C
بواسطة تيار القاعدة I_B أنظر الشكل X-1

نشاط :

في التركيب الموضح بالشكل 1-90
التضخيم في التيار للمقحل يساوي 100
1-احسب التيار I_C ، إذا علمت أن $I_B=0.1\ mA$
2-ماهي قيمة التوتر V_{CE} ، إذاكان $V_{CC}=12\ V$ و $R_C=1K\Omega$

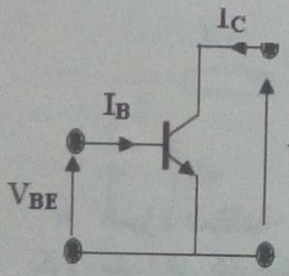


الشكل 1-90

4-5 ميزات المقحل NPN

• **تركيب باعث مشترك**

يمكن أن نعتبر المقحل رباعي الأقطاب ، له قطبان للدخول (القاعدة و الباعث) و قطبان للخروج (الجامع و الباعث).
انظر (الشكل 1-91) الباعث مشترك بين المدخل و المخرج



الشكل 1-91

نشاط:

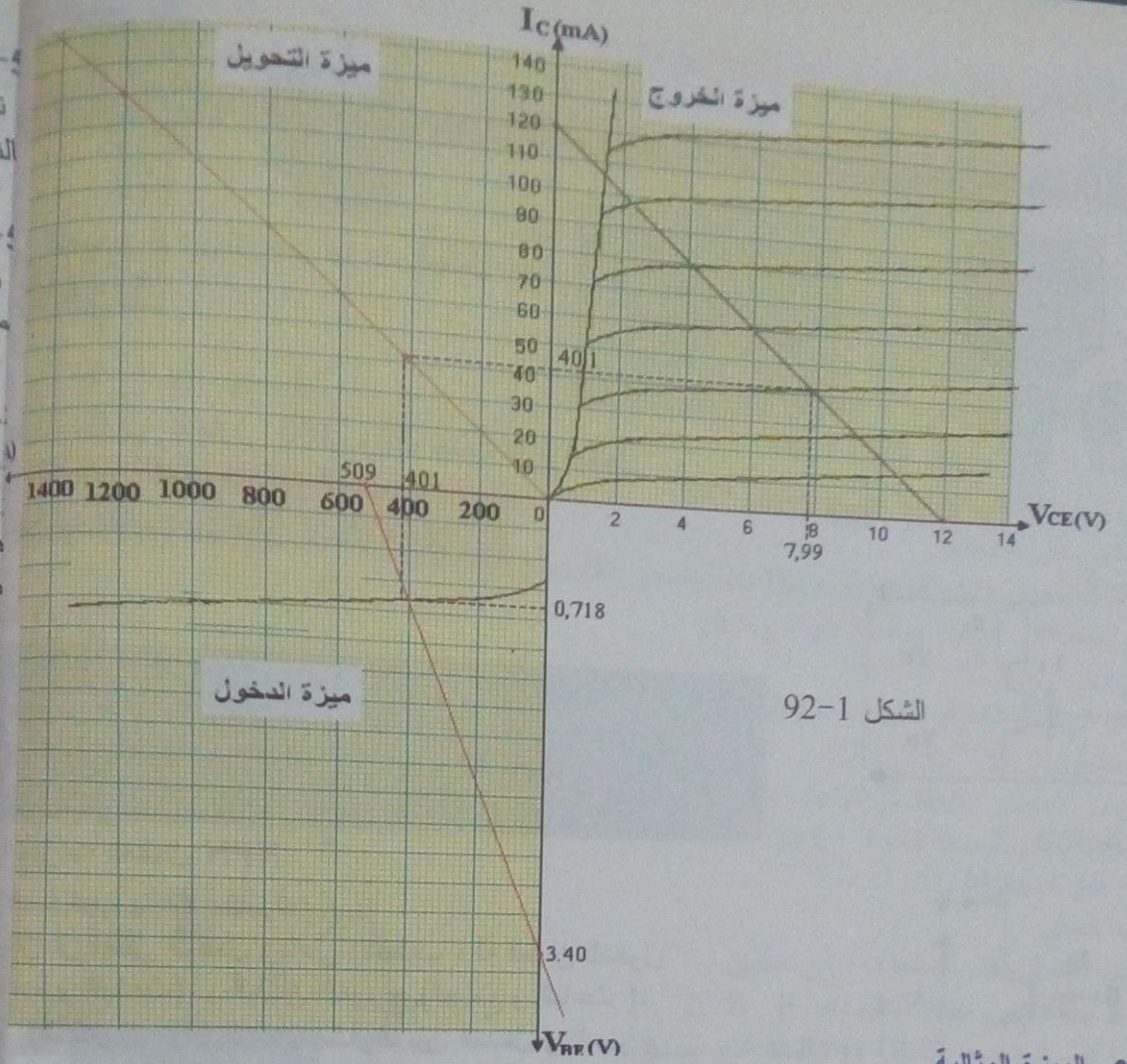
حسب رأيك، كم من تركيب يمكن أن يحققه المقحل؟

• **شبكة الميزات:** شبكة الميزات هي مجموعة المنحنيات الممثلة للعلاقات بين المقادير الاربعة التالية :
I_C, V_{CE}, I_B, V_{BE}

• **ميزة الدخول** : هي المنحني $I_B=f(V_{BE})$ عندما يكون V_{CE} ثابتا .
عمليا هذه الميزة هي ميزة ثنائية مستقطبة استقطابا مباشرا ، التوتر V_{BE} من رتبة 0,7V عندما يكون المقحل (من السيليسيوم) .

• **ميزة الخروج** : هي المنحني $I_C=f(V_{CE})$ عندما تكون شدة التيار I_B ثابتة.
في المقحل المثالي هذه الميزات تمثل بمستقيمات أفقية لأن التيار I_C لايتعلق إلا بـ I_B ($I_C=\beta I_B$) ، أما في المقحل الحقيقي نجد أن هذه الميزات تمثل بمستقيمات مائلة قليلا. انظر الشكل 1-92

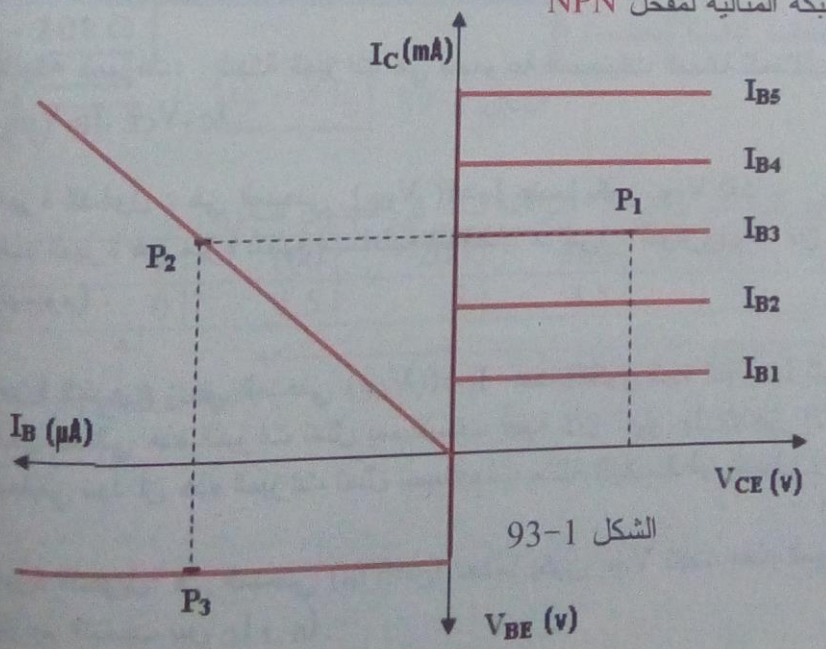
• **ميزة التحويل:** هي المنحني $I_C=f(I_B)$ عندما يكون V_{CE} ثابت ،هذه الميزة هي مستقيم يمر بالمبدأ و هو يترجم التناسب بين I_C و I_B



الشكل 1-92

- **الميزة المثالية**

يكون مفيدا في كثير من الأحيان استعمال شبكة ميزات المقحل المثالية خاصة في النظام التبديلي الشكل1-93 يعطي منحى الشبكة المثالية لمقحل NPN

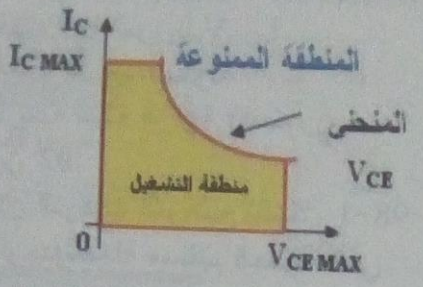


الشكل 1-93

5-5 نقطة التشغيل

نقطة تشغيل المقحل تتحدد بالمعطيات الأربعة التالية: V_{BE} , I_B , V_{CE} , I_C و نمثلها على شبكة الميزات بالنقاط التالية P_3 , P_2 , P_1 .

5-6 الحدود المفروضة لمنطقة التشغيل



الشكل 1-94

يحدد الصانع من أجل كل نوع من المقاحل المنحنى (انظر الوثيقة التقنية) والقيم التي لايجب تجاوزها و هي :

$V_{CE\,MAX}$: التوتر جامع باعث الأعظم

$I_{C\,MAX}$: تيار الجامع الأعظم

P_{MAX} : الاستطاعة الكلية المستهلكة العظمى

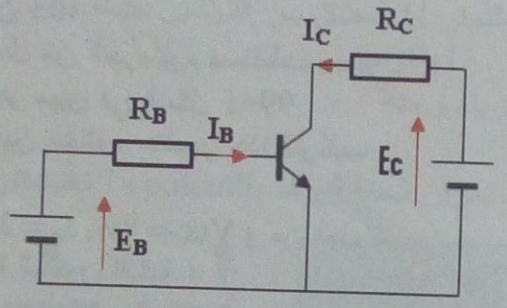
هذه القيم المدونة على ميزة خروج المقحل انظر(الشكل1-94) تحدد المنطقة التي لايجب أن تخرج عنها نقطة شغيل المقحل.

عمليا الاستطاعة المستهلكة هي: $P = V_{CE} I_C$

جزء من منطقة الشغيل يحدد بالمنحنى المسمى (hyperbole de dissipation maximale) ذو المعادلة

$$I_C = \frac{P_{MAX}}{V_{CE}}$$

5-7 مستقيم الحمولة



الشكل 1-95

المقحل مستقطب حسب التركيب الموضح بالشكل 1-95

مولد التحكم تمثله العناصر R_B, E_B

مقاومة الحمولة هي R_C

يعطى التوتر بين الجامع و الباعث للمقحل بالعلاقة

$V_{CE} = E_C - R_C I_C$

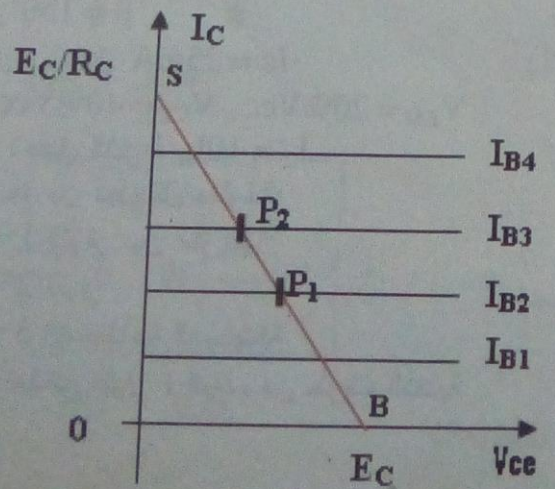
أي $I_C = -V_{CE}/R_C + E_C/R_C$

هذه العلاقة تمثل معادلة مستقيم يسمى مستقيم الحمولة و هو ممثل في الشكل 1-96 على ميزة شبكة خروج المقحل حيث

يقطع مستقم الحمولة المحورين في النقطتين B : $I_C = 0$; $V_{CE} = E_C$

و S : $V_{CE} = 0$; $I_C = E_C/R_C$

5-8 وضعية نقطة التشغيل



الشكل 1-96

في النقطة B : $I_C=0$ و $V_{CE}=E_C$ المقحل مانع

و في النقطة S : $V_{CE}=0$ و I_C أعظمية المقحل مشبع

أما في P_1 يعمل المقحل في مجال خطي و يتميز بـــالعلاقة:

$I_C = \beta I_B$

عندما يتغير التيار I_B ، فإن نقطة التشغيل تتحرك على مستقيم الحمولة.

في P_1 من أجل التيار I_{B2}

في P_2 من أجل التيار I_{B3}

تمارين

تمرين 01:

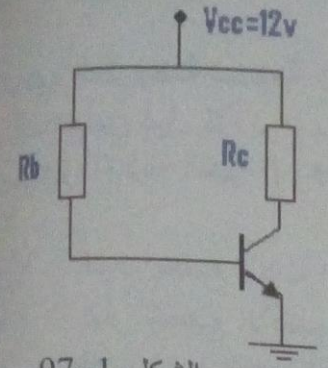
نعتبر تركيب الشكل 1-97 المقابل حيث

$R_b = 100k\Omega$, $Rc = 1k\Omega$, V_{be} , $\beta = 100$

1-أحسب كل من I_{c0} , V_{ce0}

2-أرسم مستقيم الحمولة

مبينا عليه نقطة الراحة (السكون)



الشكل 1-97

تمرين 02:

ليكن التركيب الموضح بالشكل 1-98

1- أوجد معادلة مستقيم الحمولة الذي

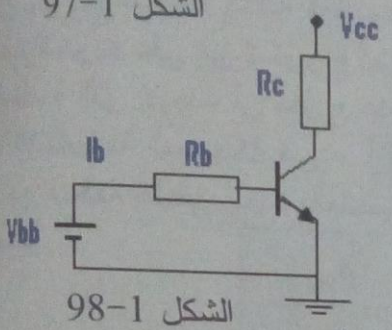
يمر بالنقطة A(0v,50mA) من أجل Vcc=9v

2- ماهي قيمة المقاومة Rc ؟أرسم مستقيم الحمولة ؟

3- أوجد معادلة المستقيم $V_{BE}=f(I_B)$ التي تمر

بالنقطة B(1.5v,0mA) و C(0v,0.75mA)

4- ماهي قيم V_{bb} و R_b ؟ أرسم المستقيم ؟



الشكل 1-98

تمرين 03:

مقحل من الجرمنيوم مستقطب بجسر

كما هو مبين في الشكل 1-99

لتعيين مختلف عناصر هذا التركيب

نعطي :

$Vcc = 8v$, $I_b = 2mA$ و من أجل

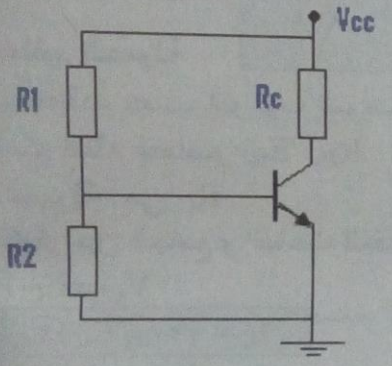
نقطة السكون التالية :

$V_{be0} = 0,35v$, $I_{c0} = 200mA$, $V_{ce0} = 4,8v$

1- أرسم مستقيم الحمولة السكوني

2- أحسب قيمة المقاومة Rc

3- أحسب المقاومة R_1 , R_2 من أجل I1=25mA دون إهمال تيار القاعدة .



الشكل 1-99

تمرين 04:

يستقطب التركيب الموضح بالشكل 1-100

بتوتر Vcc =15v ، و يحتوي على مقحل

NPN حيث $V_{BE} = 0,7v$ عندما يكون المقحل ناقلا

و $\beta = 150$

نريد تحقيق Ic = 25mA

$V_{EM} = 20\%Vcc$, $V_{CE} = 40\%Vcc$

و تحقيق الشرط $I_2 = 10I_B$

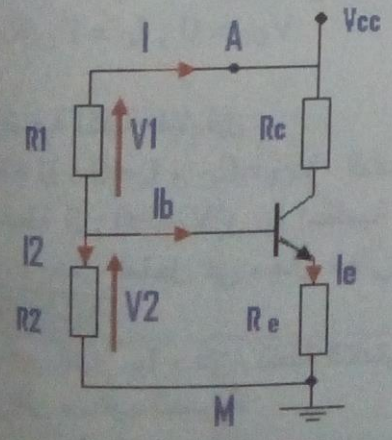
أوجد من أجل كل مقاومة:

1-1 التوتر بين أطرافها

1-2 التيار

1-3 الاستطاعة المستهلكة

ثم استنتج التيار I المقدم من طرف التغذية



الشكل 1-100

6- المكثفة (CONDENSATEUR)

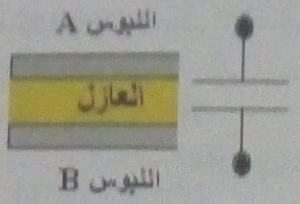
6-1 مفهوم المكثفة

6-1-1 التكوين

تتكون المكثفة من ناقلين تفصل بينهما طبقة من عازل بسمك صغير يقارب بضع مليمترات (الشكل 1-101)، الناقلان هما لبوسا (Armatures) المكثفة أما العازل الفاصل بينهما فيدعى (Diélectrique)

و يمكن أن يكون :

غازا (هواء)- سائلا (زيت) - صلبا (ورق ، ميكا ، ...)

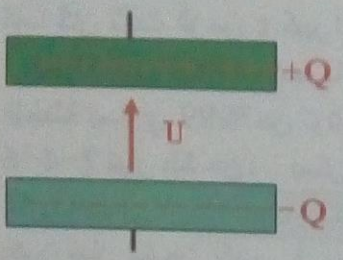


الشكل 1-101

6-2 سعة المكثفة

عندما تشحن مكثفة تحت توتر U

- اللبوس A يحمل الشحنة الموجبة Q+
- اللبوس B يحمل الشحنة السالبة Q- (الشكل 1-102)



الشكل 1-102

إذا قمنا بتفريغ نفس المكثفة السابقة فإن كمية الكهرباء Q تنتقل من اللبوس A إلى اللبوس B إذن خلال الشحن تخزن المكثفة كمية من الكهرباء .

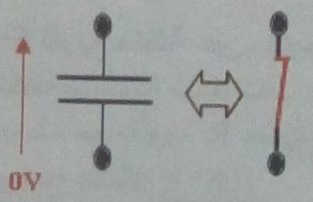
كمية الكهرباء Q المخزنة في المكثفة تتناسب طرديا مع التوتر U المطبق بين اللبوسين حيث :

$Q=CU$ مع Q بالكولون C بالفاراد U بالفولط

معامل التناسب C يميز قابلية المكثفة لتخزين كمية من كهرباء و منه

C تمثل سعة المكثفة وحدتها الفاراد (F)

الفاراد هو وحدة سعة المكثفة، و يكافئ مكثفة قادرة على تخزين شحنة قدرها 1 coulomb تحت توتر 1 Volt.



الشكل 1-103

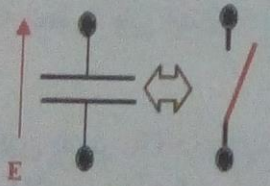
أجزاء الفاراد الأكثر استعمالا:

- الميكروفاراد (μF) : $1\ \mu F=10^{-6}\ F$
- النانوفاراد (nF) : $1\ nF=10^{-9}F$
- البيكوفاراد (pF) : $1\ pF=10^{-12}\ F$

6-3 النموذج (Modèle) الكهربائي البسيط للمكثفة

- مكثفة مفرغة

عندما تكون مكثفة فارغة فإن التوتر بين لبوسيها يساوي الصفر تتصرف مكثفة فارغة مثل قاطعة مغلقة (الشكل 1-103)



الشكل 1-104

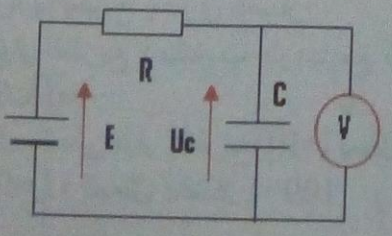
- مكثفة مشحونة

عندما تكون مكثفة مشحونة فإن التوتر المطبق بين طرفيها يساوي القوة المحركة الكهربائية للمولد الذي شحنها

تتصرف مكثفة مشحونة مثل قاطعة مفتوحة (الشكل 1-104)

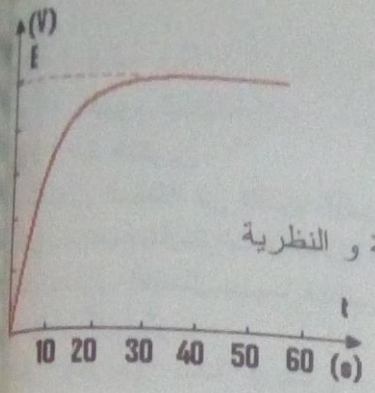
6-4 شحن مكثفة عبر مقاومة

في التركيب الموضح بالشكل 1-105 مكثفة مفرغة مسبقا تغذى بمولد قوته المحركة الكهربائية E و مقاومته الداخلية مهملة، عبر مقاومة قيمتها R نقيس التوتر U_C بين طرفي المكثفة خلال فترات زمنية معينة



الشكل 1-105

المنحنى الممثل بالشكل 1-106 يبين تغيرات التوتر U_C بدلالة الزمن . مع العلم أن : $C=1000\ \mu F, R=10k\Omega, E=10V$



الشكل 1-106

و الذي يمثل شحن مكثفة و هو عبارة عن دالة أسية تعطى بالعلاقة التالية

$$U_C = E(1 - e^{-t/RC})$$

فخلال زمن معين التوتر U_C يصبح ثابتا لايتغير مما يعني أن المكثفة قد شحنت الشكل 1-106

ملاحظة: بإستعمال الآلة الحاسبة نضع $e = 2,71828$ لتحقيق النتائج التطبيقية و النظرية

1-4-6 زمن الشحن :زمن شحن مكثفة سعتها C عبر مقاومة قيمتها R يتعلق بالجداء RC .

يسمى الجداء RC بثابت زمن التركيب ويمثل بالحرف اليوناني τ (طو)

$$\tau = RC$$

مع τ بالثانية R بالأوم C بالفاراد

كلما كان ثابت الزمن τ كبيرا كلما كان شحن المكثفة بطيئا .

عمليا نعتبر المكثفة مشحونة كليا خلال زمن t يساوي 5 مرات ثابت الزمن τ و التوتر بين طرفيها في هذه اللحظة يساوي 99% من توتر التغذية.

2-4-6 تيار الشحن: يمكن أن نستنتج تيار الشحن انطلاقا من المنحنى المبين في الشكل 1-107 حيث لدينا

$i = U_R/R$ أي أن $i = (E - U_R)/R$

يكون تيار الشحن أقصى في بداية عملية الشحن

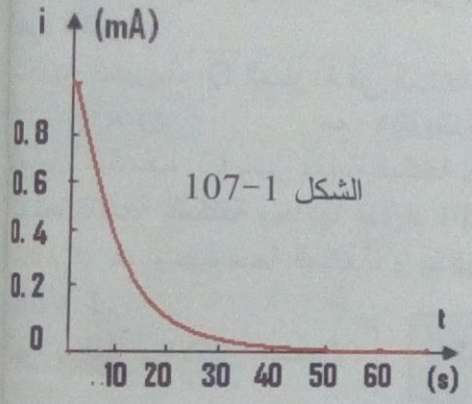
ويلاحظ ذلك من خلال العلاقتين التاليتين $U_C = 0$ أي $i = \frac{E}{R}$

تكافئ المكثفة في هذه اللحظة قاطعة مغلقة

وخلال زمن يساوي 5τ تكون المكثفة قد شحنت تقريبا

و منه نجد : $i = 0$, $U_C = E$

في هذه اللحظة تكافئ المكثفة قاطعة مفتوحة



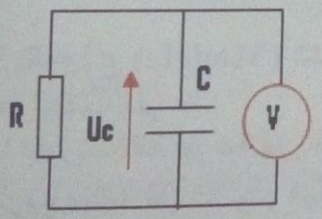
الشكل 1-107

5-6 تفريغ مكثفة عبر مقاومة

مكثفة مشحونة مسبقا تحت توتر E مربوطة مع مقاومة R حسب التركيب الموضح بالشكل 1-108

تغيرات التوتر U_C بين أطراف المكثفة C بدلالة الزمن يمثله الشكل 1-109

دالته تعطى على الشكل : $U_C = E\, e^{-t/\tau}$



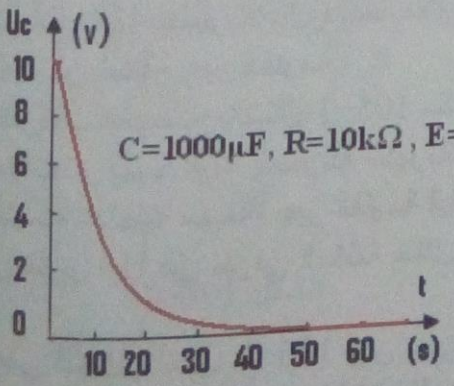
الشكل 1-108

يكون التوتر U_C في بداية التفريغ أعظمي ويساوي E في خلال مدة زمنية تساوي 5 مرات ثابت الزمن τ .

المكثفة تكون قد تفرغت كليا تقريبا و التوتر بين طرفيها يصبح يساوي الصفر

تيار التفريغ i متناسب طرديا مع التوتر U_C حيث: $I = U_C/R$

شكل منحنى تيار التفريغ $I = f(t)$ يماثل المنحنى $U_C = f(t)$ الممثل بالشكل 1-109



الشكل 1-109

تمرين تطبيقي

نتحكم في مدة ملء قارورات الغاز الطبيعي (غاز البيوت) باستعمال دارة تحتوي على مكثفة ، حيث تدوم مدة ملء القارورة الواحدة 6ms و التي توافق زمن شحن المكثفة .

1- ماهي قيمة كمية الشحنة التي تشحن بها المكثفة خلال هذه المدة إذا علمت أن شدة التيار هي عبارة عن مقدار ثابت قيمته 2A؟

2- إذا كان التوتر المستعمل للتغذية هو 12V ماهي قيمة سعة المكثفة المستعملة ؟

3- إذا شحنت عبر مقاومة $R = 100\Omega$ ، ماهي حينئذ قيمة التوتر بين قطبيها عند اللحظة $t = 4mS$؟

4- إذا أفرغت عبر مقاومة $R = 10\Omega$ ، ماهي حينئذ قيمة التوتر بين قطبيها عند اللحظة $t = 5\mu S$؟

الحل :

1- قيمة كمية الشحنة التي تشحن بها المكثفة خلال هذه المدة هي :

$$Q = I.t = 2.6.10^{-3} = 12.10^{-3} \text{ coulomb}$$

3- سعة المكثفة المستعملة :

$$Q = C.Uc \Rightarrow C = Q/Uc = 12.10^{-3} / 12 = 1mF$$

4- قيمة التوتر بين قطبيها في حالة الشحن:

$$Uc(t) = E(1-e^{-t/\tau}) \Rightarrow Uc(4ms) = 12(1-e^{-4.10^{-3}/\tau})$$

$$\tau = R.C = 100.1.10^{-3} = 0,1ms$$

$$\Rightarrow Uc(4ms) = 12(1-e^{-4.10^{-3}/0,1.10^{-3}}) = 12(1-4,24.10^{-18}) = 12V$$

5- قيمة التوتر بين قطبيها في حالة التفريغ:

$$Uc(t) = E(1-e^{-t/\tau}) \Rightarrow Uc(4ms) = 12(1-e^{-4.10^{-3}/\tau})$$

$$\tau = R.C = 10.1.10^{-3} = 0,01ms = 10\mu S$$

$$\Rightarrow Uc(4ms) = 12(1-e^{-5.10^{-6}/10.10^{-6}}) = 12(1-0,6) = 4,8V$$

تمارين

تمرين 01:

تشحن مكثفة سعتها $C=1\mu F$ في ظرف زمن قدره $t=1ms$ عبر مقاومة $R=1k\Omega$ تحت توتر تغذية $V=4v$

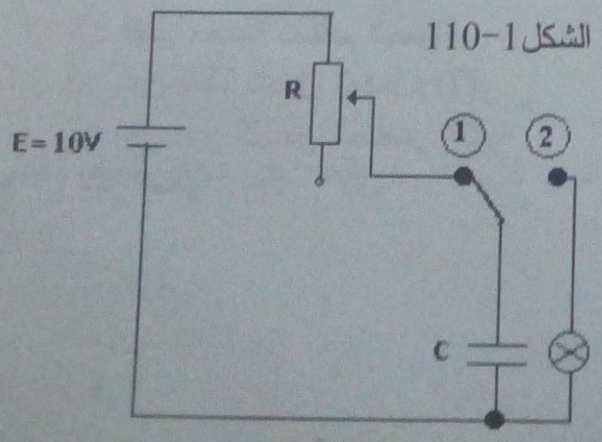
1-أحسب قيمة التوتر Vc ؟

2-ارسم منحنى شحن المكثفة ؟

تمرين 02:

ليكن التركيب التالي (شكل1-110) : حيث R مقاومة متغيرة

الشكل1-110

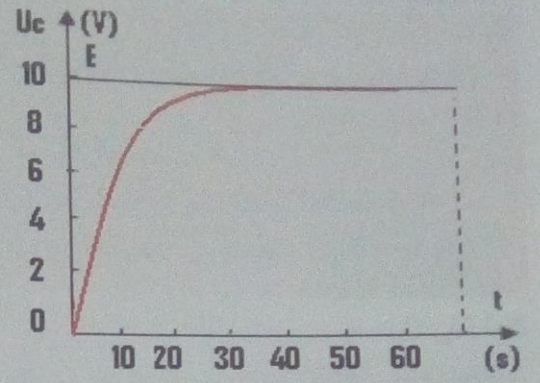


1-أذكر عناصر :

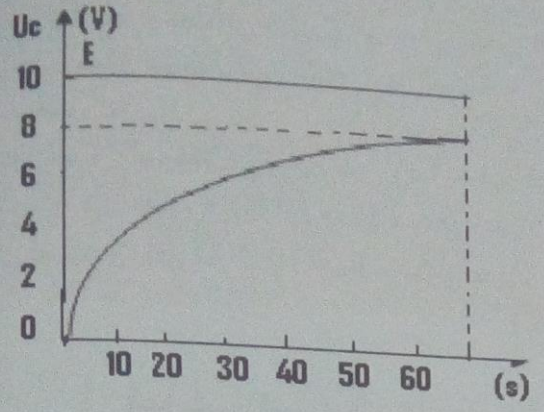
- دارة الشحن - دارة التفريغ .
- المبدلة في الوضعية ① :

2- ماذا يحدث للمكثفة C ، خلال هذه الوضعية

سجلنا المنحنيات UC =f(t) في الحالتين : $R = R_2$: 112-1 و $R = R_1$: عند 111-1 المنحنى – المنحنى
ماذا تمثل هذه المنحنيات.



المنحنى 111-1-

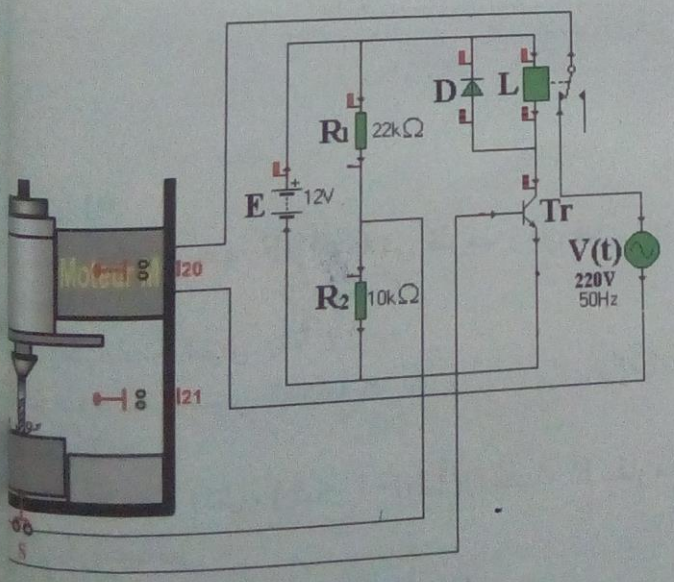


المنحنى 112-1

4- أي المنحنيين تكون فيه المقاومة R كبيرة ؟ علل؟
5- أحسب ثابت الزمن τ عند $R = 400\ \Omega$
6- أحسب التوتر UC بين طرفي المكثفة بعد زمن $t = 5\tau$
7- ماهي حالة المصباح في هذه الوضعية.
المبدلة في الوضعية② :
8- ماذا يحدث للمكثفة C في هذه الحالة.
9- أحسب ثابت الزمن τ عند $R = 100\ \Omega$.
10 – أرسم المنحنى $U_C = f(t)$.
11- ماهي حالة المصباح في هذه الحالة.

تمرين 03:

لدينا ثاقبة يديرها محرك M : (شكل 113-1)
1- أحسب قيمة التيار I_B حيث $V_{BE} = 0,72V$.
2- أكتب معادلة مستقيم الهجوم $V_{BE}=f(I_B)$.
3- أحسب قيمة التيار I_C إذا علمت أن الوشيعة (L) لها مقاومة $R_C = 100\Omega$ و $V_{CE} = 7,60V$.
4- أحسب قيمة تضخيم التيار.
5- أكتب معادلة مستقيم الحمولة.
6- عين نقطة تشغيل المقحل(Tr).
7- عين دور كل من العناصر التالية
وأذكر إسمها : Tr , D.



الشكل 113-1

2 المنطق التوافقي

1- أنظمة التعداد:

1-1 نظام التعداد:

- نظام التعداد عبارة عن طريقة لتمثيل الأعداد بواسطة رموز معينة تختلف من نظام عد إلى آخر.
- لكل نظام تعداد " أساس " (Base) ، هذا الأخير يمثل عدد الرموز المستعملة في النظام .

مثال : - النظام العشري يستعمل عشرة رموز لتمثيل الأعداد ، و هي " 0 ، 1 .....9 " أساسه 10.

- النظام الثماني رموزه هي " 0 ، 1.....7 " أساسه 8.
- النظام الثنائي رموزه هي " 0 ، 1 " و أساسه 2 .

يمكن كتابة أى عدد في أى نظام على الشكل التالي $(xyz)_B$ مع B يمثل أساس النظام.

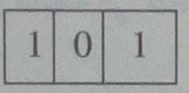
نشاط :

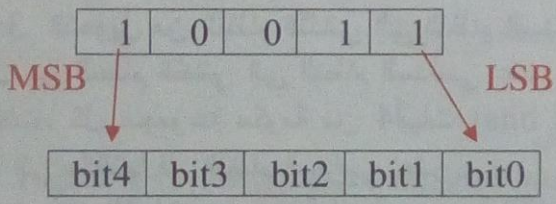
ماهي رموز و أساس النظام الرباعي

1-1-1 النظام الثنائي : (Systeme binaire)

يتكون النظام الثنائي من رمزين فقط " 0 ، 1 " و أساسه 2 ويطلق على كل خانة من العدد الثنائي بـ بيت (Bit) .

مثال : - يمثل العدد $(101)_2$ بـ 3 أبيات (3 Bits).





- يمثل العدد $(10011)_2$ بـ 5 أبيات (5 Bits) .

حيث : MSB : رقم ذو الثقل الأعلى(Bit4)

LSB : رقم ذو الثقل الأدنى(bit0)

2-1-1 النظام السداسي عشر : (Systeme héxadécimal)

- النظام السداسي عشر هو نظام أساسه 16 و يستخدم 16 رمزا هي " 0 .....9 , A, B, C F, E, D ".

حيث يكافئ كل حرف العدد المرافق له في الجدول

F	E	D	C	B	A
15	14	13	12	11	10

مثال : $(AD84)_{16}$ ، $(EFC6)_{16}$

1- 2 العلاقات بين النظام الثنائي و النظام السداسي عشر :

1-2-1 التحويل من النظام السداسي عشر إلى النظام الثنائي:

لتحويل عدد من النظام السداسي عشر إلى النظام الثنائي ، نحول كل رقم من العدد إلى مكافئه(نظام الثنائي) بإستعمال 4 أبيات(4bits).

كما هو مبين في الجدول:

رمز السداسي عشر	رمز الثنائي			
	2^3	2^2	2^1	2^0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1

رمز السداسي عشر	رمز الثنائي			
	2^3	2^2	2^1	2^0
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
A	1	0	1	0
B	1	0	1	1
C	1	1	0	0
D	1	1	0	1
E	1	1	1	0
F	1	1	1	1

مثـــال1 : حول العدد $(7A4)_{16}$ إلى النظام الثنائي

العدد السداسي عشر	4	A	7
العدد الثنائي	0100	1010	0111

$(7A4)_{16} = 0111 \quad 1010 \quad 0100 = (011110100100)_2$

مثـــال2 : حول العدد السداسي عشر $(A39)_{16}$ إلى مكافئه في النظام الثنائي .

A	3	9
1010	0011	1001
$(101000111001)_2$		

1-2-3 التحويل من النظام الثنائي إلى النظام السداسي عشر:

التحويل من النظام الثنائي إلى النظام السداسي عشر هو عكس ما سبق و ذلك بتقسيم العدد السداسي عشر إلى مجموعات، كل مجموعة مكونة من 4أبيات (4 bits) انطلاقا من اليمين إلى اليسار، ثم نحول كل مجموعة مباشرة إلى مكافئها في النظام السداسي عشر.

إذا نقصت عدد الأبيات عن أربعة في المجموعة الأخيرة نضيف إليها أصفار.

مثـــال : حول العدد $(101101110)_2$ إلى مكافئه في النظام السداسي عشر.

0001	0110	1110
0001	0110	1110
1	6	E

إذن $(101101110)_2 = (16\ E)_{16}$

وحدة قياس الذاكرات: تقاس الذاكرات(المركزية و الثانوية لجهاز الكمبيوتر) بالأوكتي (Octet) أو Byte ويرمز له بـــ : Ø

الأوكتي هو عبارة عن مجموعة ثمانية أبيات (8 bits) أي 1 octet= 8bits .

هناك وحدات مضاعفة تقاس بها الذاكرات :

1 kilo-octet (ko ou Ko) = 2^{10} octets = 1 024 octets

1 méga-octet (Mo)= 2^{20} octets = 1024 ko= 1048576 octets

1 giga-octet (Go)= 2^{30} octets = 1024 Mo= 1073741824 octets

1 téra – octet (To) = 2^{40} octets = 1024 Go = 1099511627776 octets

نشاط :

حول الأعداد الموجودة في الجدول من النظام العشري (DEC) إلى الأنظمة التالية : وذلك باستعمال الآلة الحاسبة .

1- النظام الثنائي (binaire) إستعمل الزر (Bin).

2- النظام السداسي عشر (héxadécimal) إستعمل الزر (HEX).

نظام العشري	نظام الثنائي	نظام السداسي عشر
27		
45		
120		
13		
99		

نشاط :

أكمل الفراغات الموجودة في الجدول وذلك بالتحويل من نظام إلى آخر باستعمال الآلة الحاسبة .

نظام الثنائي	نظام العشري	نظام السداسي عشر
1001		
	15	
		36

2- العمليـــات الحســابيــة في النظـــام الثنـــائي

2-1 الجمع : (Addition)

قاعدة الجمع في النظام الثنائي ناتجة عن الجمع الطبيعي .

نضيف إلى حاصل جمع البيتين a_1, b_1 الباقي من الجمع السابق(r_0) للحصول على s_1 و الباقي r_1 .

العدد a	a_3	a_2	a_1	a_0
العدد b	b_3	b_2	b_1	b_0
الجمع	S_3	S_2	S_1	S_0
الباقي	r_3	r_2	r_1	r_0

و لتسهيل عملية الجمع نستعمل الجدول التالي :

الباقي	الناتج	الجمع
0	0	0+0
0	1	0+1
0	1	1+0
1	0	1+1

مثـــال : أحسب مايلي :

التحقـق

$$\begin{array}{r} 7 \\ +\ 3 \\ \hline =\ 10 \end{array}$$

البواقي 1 1 1

$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 1 \\ +\ 0\ 1\ 1 \\ \hline =\ 1\ 0\ 1\ 0 \end{array}$$

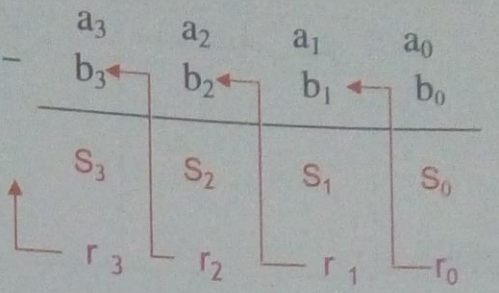
$(10)_{10}=(1010)_2$

الطرح	الناتج	الباقي
0-0	0	0
0-1	1	1
1-0	1	0
1-1	0	0

2-2 الطرح (Soustraction):

قاعدة الطرح في النظام الثنائي هي جمع b_1 مع r_0 ثم طرح الحاصل من a_1 للحصول على الفرق s_1 و الباقي r_1 .

- و لتسهيل عملية الطرح نستعمل الجدول التالي:



مثـــال : أحسب مايلي:

```
  1 1 0 1
- 1 0 1 1
  -------
    1
  -------
= 0 0 1 0
```

التحقــق
(بإستعمال النظام العشري)

```
  13
- 11
  --
= + 2
```

إذن $(0010)_2 = (2)_{10}$

3-2 الضرب (Multiplication):

مثـــال : أحسب 010×111

```
    1 1 1
  × 0 1 0
  -------
    0 0 0
  1 1 1 .
0 0 0 .
-------
0 1 1 1 0
```

← بيت الإشارة الموجبة

التحقــق في النظام العشري

```
  7
× 2
---
= 14
```

إذن $(111)_2 \times (010)_2 = (1110)_2$

$(7)_{10} \times (2)_{10} = (14)_{10}$

جدول الضرب

×	0	1
0	0	0
1	0	1

4-1-2 القسمة : (Division)

مثـــال : أحسب مايلي $11010 : 10$

```
1 1 0 1 0 | 10
- 1 0     |---
---       | 1101
  0 1 0   |
- 1 0     |
-------   |
    0 0 1 |
  - 0 0   |
  -------   |
      0 1 0 |
    - 1 0   |
    -------   |
        0 0 |
```

جدول القسمة المبسط

:	0	1
0	غير معرف	0
1	غير معرف	1

3- أنظـــمة الترميـــز

- لتبسيط العمليات الحسابية الرقمية نستعمل النظام الثنائي، في حين أن استعمال هذا النظام يحتم علينا التحويل من النظام العشري .
- قد يكون هذا التحويل طويلا و معقدا ، لهذا يعوض هذا النظام في بعض الميادين بأنظمة أخرى تسمى أنظمة الترميز (GRAY , BCD.....)

3-1 نظام الترميز BCD : (عشري- مرمز- ثنائي) BCD - Binary Coded Decimal

هو نظام ثنائي يتكون من مضاعفات أربعة أبيات (4 bits)، يجعل التحويل إلى النظام العشري أكثر سهولة.

- يستعمل هذا المرمز في الأنظمة لمعالجة الأعداد العشرية مثل:
  - التعداد (في أجهزة القياس).
  - في الآلات الحسابية صغيرة الحجم.

من سلبيات هذا النظام أنه يتطلب عددا كبيرا من الأبيات مقارنة مع النظام الثنائي الطبيعي (استعمال سعة كبيرة لذاكرة الأجهزة الرقمية).

3-1-1 التحويل من النظام العشري إلى النظام BCD

لتحويل عدد من النظام العشري إلى النظام BCD يحول كل رقم من هذا العدد إلى مكافئه في النظام الثنائي الطبيعي باستعمال أبيات لكل رقم كما هو مبين في الجدول.

النظام العشري	نظام BCD	النظام العشري	نظام BCD
0	0000	8	1000
1	0001	9	1001
2	0010	10	0001 0000
3	0011	11	0001 0001
4	0100	12	0001 0010
5	0101	13	0001 0011
6	0110	14	0001 0100
7	0111	15	0001 0101

مثـــال : أكتب العدد $(529)_{10}$ في النظام BCD

$(529)_{10} = (010100101001)_{BCD}$

نظام عشري	9	2	5
نظامBCD	1001	0010	0101
النتيجة	010100101001		

3-1-2 الجمع في النظام BCD

لجمع عددين ثنائيين في النظام الترميز BCD لابد من أخذ بعين الإعتبار الحالتيين التاليتين:

1. تجاوز سعة لكل Quartet (4 bits).
2. الباقي النهائي لكل Quartet.

من أجل تصحيح أخطاء الجمع في BCD نلجأ إلى إضافة العدد 6 مكافئه (0110) في النظام الثنائي عندما تكون النتيجة أكبر من 9

مثـــال1:

0101 0011	53
+0100 0010	+ 42
1001 0101	=95

$(1001\ 0101)_{BCD} = (95)_{10}$ (عملية بدون تصحيح لأن الناتج أقل من 9)

مثـــال2:

0011 1001	39	التصحيح :
0010 0100	+ 24	0011 1001
		0010 0100
=0101 1101	=63	1
		0101 1101
		+ 0110
		= 0101 0011

$(0101\ 1101)_{BCD} \neq (63)_{10}$

الخطأ في العدد 3 ومنه نضيف العدد 6 لرقم 3 .

إذن $(63)_{10} = (0101\ 0011)_{BCD}$

مثـــال 3:

84	التصحيح :
+ 71	1000 0100
=155	+0111 0001
	0101
	1111
	+0110
	=10101 0101

$(1111\ 0101)_{BCD} \neq (155)_{10}$

إذ ن $(155)_{10} = (0001\ 0101\ 0101)_{BCD}$

2-3 نظام الترميز GRAY : (نظام ثنائي إنعكاسي)

- نظام GRAY هو نظام ثنائي يختلف عن النظام الثنائي الطبيعي ، حيث يتغير بيت واحد (1 bit) بين عددين ثنائيين متتاليين.

مثـــال : عند إنتقال من 1 إلى 2 يتغير بيتين(2 bits) في النظام الثنائي أما في النظام GRAY فيتغير بيت واحد فقط .

- يعطى نظام GRAY في الجدول التالي:

نظام عشري	نظام ثنائي	نظام GRAY
1	0001	0001
2	0010	0011

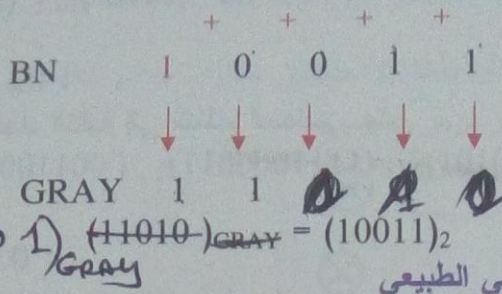
نظام عشري	نظام ثنائي	نظام GRAY	نظام عشري	نظام ثنائي	نظام GRAY
0	0000	0000	8	1000	1100
1	0001	0001	9	1001	1101
2	0010	0011	10	1010	1111
3	0011	0010	11	1011	1110
4	0100	0110	12	1100	1010
5	0101	0111	13	1101	1011
6	0110	0101	14	1110	1001
7	0111	0100	15	1111	1000

1-2-3 التحويل من النظام الثنائي الطبيعي إلى GRAY

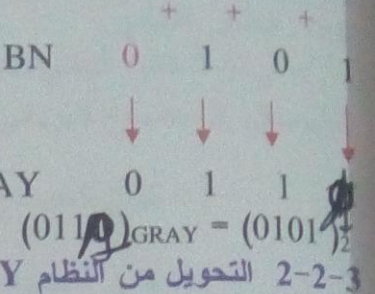
للقيام بالتحويل من النظام الثنائي الطبيعي (BN) إلى GRAY نتبع الخطوات التالية:

- نبدأ من البيت الموجود في أقصى اليسار ننزله ليكون اول بيت ثم نضيف إليه قيمة البيت الثاني .
- نحتفظ بالمجموع و نحذف الباقي (لاحظ المثال).
- نقوم بجمع البيت الثاني و البيت الثالث.
- نحتفظ بالمجموع و نحذف الباقي وهكذا إلى غاية البيت الأخير (الموجود في اليمين).

مثـــــال : حول العددين الثنائيين الطبيعيين $(0101)_2$ و $(10011)_2$ إلى ترميز GRAY.



$(11010)_{GRAY} = (10011)_2$

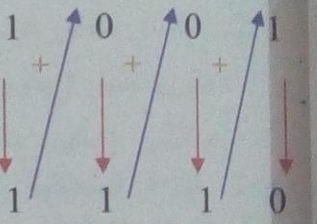


$(0111)_{GRAY} = (0101)_2$

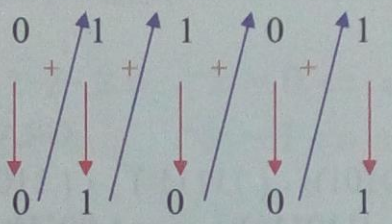
2-2-3 التحويل من النظام GRAY إلى النظام الثنائي الطبيعي

- نبدأ من البيت الأقصى الموجود في اليسار ننزله ليكون اول بيت للعدد ثم نضيف إليه البيت الثاني.
- نحتفظ بالمجموع و نحذف الباقي لاحظ المثال.
- نضيف إلى هذا المجموع قيمة البيت الثالث ثم نحتفظ بالمجموع و نحذف الباقي و هكذا إلى غاية البيت الأخير.

مثـــــال : حول الأعداد التالية $(1001)_{GRAY}$ ، $(01101)_{GRAY}$ إلى النظام الثنائي .



$(1001)_{GRAY} = (1110)_2 = (14)_{10}$



$(01101)_{GRAY} = (01001) = (9)_{10}$

توجد ثلاث أنظمة للترميز في الأنظمة الثنائية وهي :
- النظام الثنائي الطبيعي (BN)
- النظام الثنائي الإنعكاسي (GRAY)
- النظام الثنائي مرمز عشري (BCD)

جدول العد لمختلف الأنظمة

نظام العشري	ثنائي طبيعي	سداسي عشر	BCD	GRAY
00	0000	00	0000 0000	0000
01	0001	01	0000 0001	0001
02	0010	02	0000 0010	0011
03	0011	03	0000 0011	0010
04	0100	04	0000 0100	0110
05	0101	05	0000 0101	0111
06	0110	06	0000 0110	0101
07	0111	07	0000 0111	0100
08	1000	08	0000 1000	1100
09	1001	09	0000 1001	1101
10	1010	0A	0001 0000	1111
11	1011	0B	0001 0001	1110
12	1100	0C	0001 0010	1010
13	1101	0D	0001 0011	1011
14	1110	0E	0001 0100	1001
15	1111	0F	0001 0101	1000

تمارين

تمرين 01 :

حول الأعداد التالية إلى النظام الثنائي الطبيعي .

$(391)_{16}$ ، $(BAC)_{16}$ ، $(BEF)_{16}$ ، $(55AF)_{16}$

تمرين 02 :

حول الأعداد التالية إلى النظام السداسي عشر .

$(0011001101)_2$, $(1111000011)_2$, $(0101010101)_2$

تمرين 03 :

حول الأعداد التالية من النظام العشري إلى النظام BCD .

$(105.75)_{10}$ ، $(210)_{10}$ ، $(359)_{10}$.

تمرين 04 :

حول إلى النظام العشري مايلي :

$(100011000.0101)_{BCD}$ ، $(10000101.001)_{BCD}$.

تمرين 05 :

حول مايلي إلى ترميز GRAY .

- $(0100)_2$ ، $(11011)_2$ ، $(11111)_2$ ، $(010101)_2$
- $(0101)_{BCD}$ ، $(0011)_{BCD}$ ، $(110111)_{BCD}$.

تمرين 06 :

حول مايلي إلى ترميز BCD.

$(245)_{10}$ ، $(973)_{10}$ ،GRAY $(1101)_{GRAY}$ ، $(11111)_{GRAY}$.

تمرين 07 : أنجز العمليات الحسابية التالية :

1) 1001 + 1111 ، 2) 1001 − 1101 ، 3) 1101 × 101 ، 4) 11001 + 1001 .

5) 111−100001 ، 6) 1000111 × 111 ، 7) 10: 10010 ، 8) 101 :110101 .

تمرين 08 : أنجز العمليات الحسابية التالية في النظام BCD: (49 + 18)، (95 + 73)

(58 + 79).

HEX	BCD	GRAY	DEC	BN
				10110
			152	
		10111		
	0011			
8AC				

تمرين 09 :

- أكمل الجدول التالي :

4- جبـــر بـــول

4-1 تعريف جبر بول

-هو الجبر المنطقي الذي طرحه العالم الرياضي و الفيلسوف جـورج بـول سنة 1854 ، ويستعمل لدراسة الدارات المنطقية، وهو مجموعة من المتغيرات الممثلة بحالتيين، الحالة (القيمة) " 1 " (صحيح) أو الحالة (القيمة) " 0 " (خطأ).

4-2 المتغير الثنائي

- يرمز للمتغير الثنائي بـــ ... a ,b , c و لا يمكن أن يأخذ إلا حالتيين هما : " 0 " و " 1 "

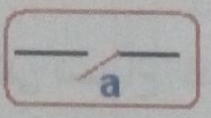
مثـــال 1: مصباح كهربائي عبارة عن متغير ثنائي و يرمز له بـــ s

- إذا كا ن المصباح منطفئ s = 0

- إذا كا ن المصباح متوهج s = 1

مثـــال 2 : الملمس الكهربائي (contact éléctrique)

هناك نوعان من الملامس :

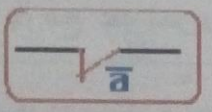


الشكل-2-1 : ملمس مفتوح

1- ملمس مفتوح عند الراحة و يمثل بـــ a .

- بدون تأثير (يكون مفتوح) ⇐ a = 0 .

- بالتأثير (يكون مغلق) ⇐ a = 1



2 - ملمس مغلق عند الراحة و يمثل بـــ $\bar{a}$.

- بدون تأثير (يكون مغلق) ⇐ a = 1 ⇐ $\bar{a} = 0$. الشكل-2-2 : ملمس مغلوق

- بالتأثير (يكون مفتوح) ⇐ a = 0 ⇐ $\bar{a} = 1$.

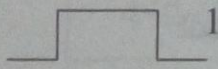
4-3 الدوال المنطقية الأساسية

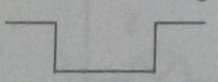
- الدوال المنطقية الأساسية لجبر بول هي : دالة نعم " OUI " ، دالة النفي " NON " ، .

دالة الجمع " أو " (" OU " ، " OR") دالة الضرب " و " (" AND "، "ET ").

- جميع التوترات المستخدمة في الدوال المنطقية تكون إما عالية(état haut) أومنخفضة (état bas)

- التوتر العالي يمثل بالحالة المنطقية " 1 " (مثل 5 volt) ويمثل بيانيا



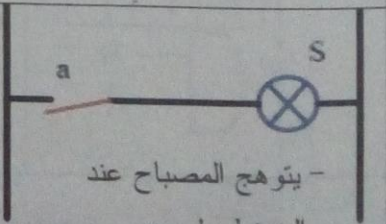
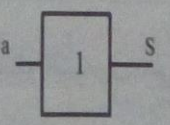
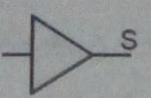


- التوتر المنخفض يمثل بالحالة المنطقية " 0 " (مثل 0 volt) .

4-3-1 الدالة " نعم " (OUI)

- نرمز للملمس بـــ a (متغيرة للمدخل) .

- نرمز للمصباح بـــ s (متغيرة للمخرج).

التمثيل الكهربائي	التمثيل المنطقي		جدول الحقيقة	المعادلةالمنطقية
	أوربي	أمريكي		
 - يتوهج المصباح عند الضغط على a . - ينطفئ عند تحرير a .			a | S 0 | 0 1 | 1	S = a

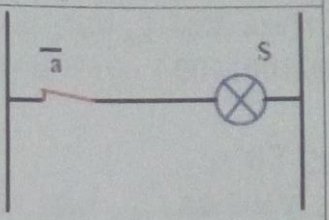
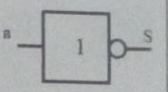
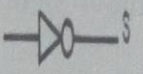
حالة المخرج تساوي حالة المدخل .

4-3-2 الدالة النفي " لا " (NON)

- " a " متغير منطقي فإن نفي " a " هو كذلك متغير منطقي يرمز له بالرمز $\overline{a}$.
- دالة النفي معرفة كما يلي : المخرج صحيح إذا كان المدخل خطأ أي إذا كان

$$a = 0 \Rightarrow \overline{a} = 1 .$$

$$a = 1 \Rightarrow \overline{a} = 0 .$$

التمثيل الكهربائي	التمثيل المنطقي		جدول الحقيقة	المعادلة المنطقية
	أوربي	أمريكي		
			a | S 0 | 1 1 | 0	$S = \overline{a}$

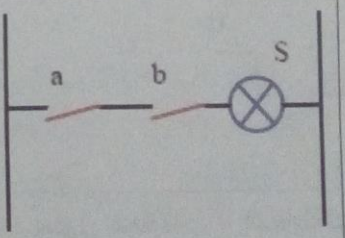
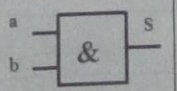
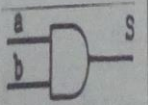
- ينطفئ المصباح عند الضغط على $\overline{a}$.
- يتوهج عند تحرير $\overline{a}$.

حالة المخرج معاكسة لحالة المدخل .

ملاحظة : لا تحتوي الدالة " لا " و الدالة ' نعم " إلا على متغير واحد فقط

4-3-3 دالة الضرب " و " (" ET"، "AND ")

- تحتوي دالة الضرب على متغيرين أو أكثر (في المد خل) .
- ليكن a و b متغيران منطقيان ، الجداء المنطقي a و b هو متغير منطقي يرمز له a . b (a ET b)

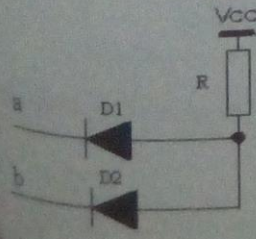
التمثيل الكهربائي	التمثيل المنطقي		جدول الحقيقة	المعادلة المنطقية
	أوربي	أمريكي		
			a | b | S 0 | 0 | 0 0 | 1 | 0 1 | 0 | 0 1 | 1 | 1	S= a .b

- يتوهج المصباح عند الضغط على b و a في نفس الوقت.

يأخذ المخرج القيمة " 1 " إذا كانت جميع متغيرات الدخول في الحالة المنطقية " 1 ".

نشـــاط :

عين المداخل و المخارج ثم أوجد العلاقة بينهما علما أن الثنائيات D1و D2 مثاليتين وأن :

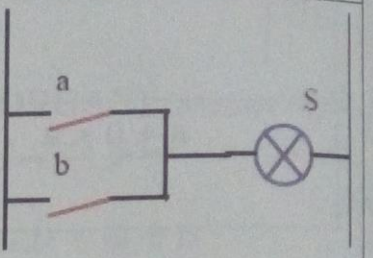
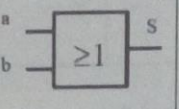
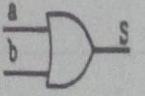


الشكل-2-3

"1" منطقي يمثل 5v
"0" منطقي يمثل 0v
V_{cc}=5v
بين أن هذا التركيب يحقق دالة الضرب.(الشكل-2-3)

4-3-4 دالة الجمع " أو " (" OU " ، " OR ")

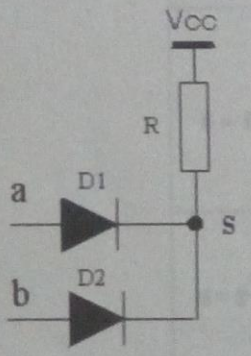
ليكن a وb متغيران منطقيان ، الجمع المنطقي بينهما كذلك هو متغير منطقي يرمز له بالرمز a + b (a OU b) .

التمثيل الكهربائي	التمثيل المنطقي		جدول الحقيقة	المعادلةالمنطقية
	أوربي	أمريكي		
 - يتوهج المصباح عند الضغط على أحد الملمسين (b أو a).			a b S 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1	S= a + b

يأخذ المخرج القيمة " 1 " إذا كانت حالة أحد متغيرات الدخول تساوي " 1 ".

نشـــاط :

عين المداخل و المخارج ثم أوجد العلاقة بينهما علما أن الثنائيات D1و D2 مثاليتين وأن :
"1" منطقي يمثل 5v
"0" منطقي يمثل 0v
V_{cc}=5v
بين أن هذا التركيب يحقق دالة الجمع.(الشكل-2-4)



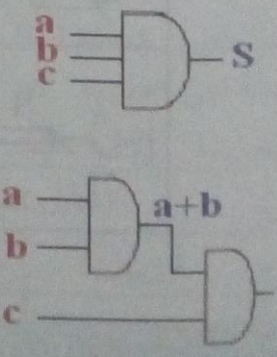
الشكل-2-4

مثـــال : حالة ثلاث متغيرات منطقية a ، b ، c .
3 متغيرات ⇐ 2^3 = 8 حالات ممكنة

- جدول الحقيقة :

a	b	c	S =a.b.c	S= a +b+ c
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

- الرمز المنطقي



الشكل-2-5: التصميم المنطقي لدالة الضرب

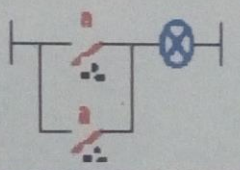
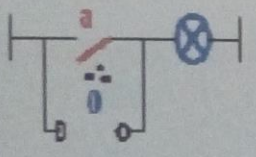
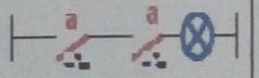
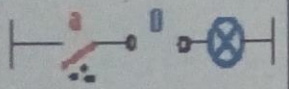
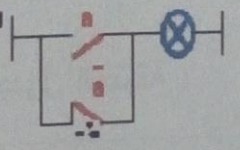
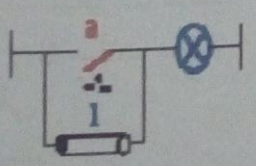
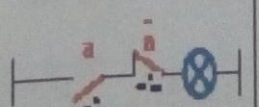
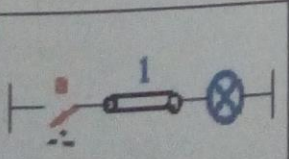
ملاحظة: إذا كان لدينا n متغير الدخول فإن عدد الحالات الممكنة للمدخل هي 2^n.

- خواص العمليات المنطقية "ET" و "OU" :

معظم الخواص المعرفة في الجبر العادي محققة في الجبر المنطقي .

الخواص	دالة "ET"	دالة "OU"
التبديلية	a . b = b . a	b + a = a + b
التجميعية	(a.b) .c = a. (b.c) = a.b.c	(a+b)+c=a+(b+c)=a+b+c
التوزيعية	a .(b+c) =a.b+a.c	
العنصر الحيادي	a . 1 = a	a + 0 = a

5-3-4 العلاقات الأساسية الشهيرة في جبر بول

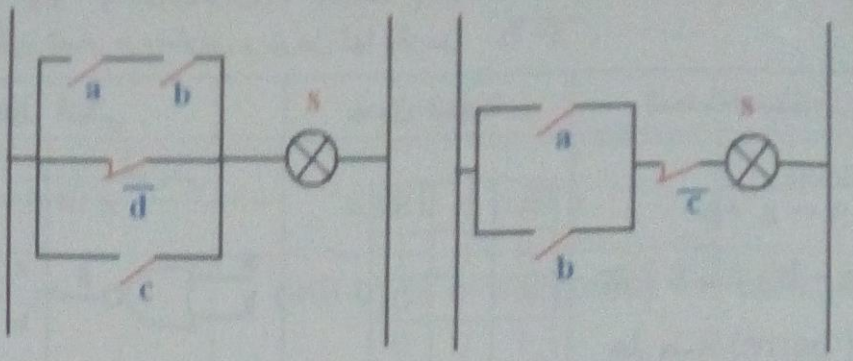
المعادلة	التمثيل الكهربائي	المعادلة	التمثيل الكهربائي
a +a = a		a +0=a	
a . a =a		a.0=0	
a + $\bar{a}$ =1		a + 1=1	
a . $\bar{a}$ =0		a .1=a	

الدرات المندمجة لمختلف البوابات المنطقية

تسمى الرموز الممثلة للدوال بالبوابات المنطقية "les portes logiques" و تمثل بالدارة المندمجة المبينة في الشكل -2-6 .

شكل- 2-6

نشـــــاط : وجد المعادلات المنطقية للتصاميم الكهربائية التالية :



شكل- 2-7

- نظرية ديمورقان (Théorème de MORGAN) :

1- نفي جداء المتغيرات يساوي جمع نفي المتغيرات

مثال :

$$\overline{a.b} = \overline{a} + \overline{b}$$

2- نفي جمع المتغيرات يساوي جداء نفي المتغيرات

مثال :

$$\overline{a+b} = \overline{a}.\overline{b}$$

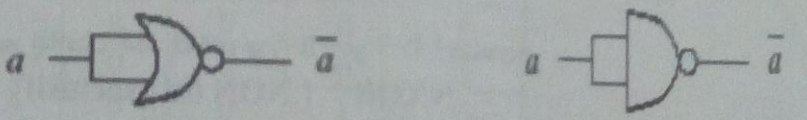
ملاحظة : تستعمل نظرية ديمورقان من أجل تبسيط المعدلات المنطقية .

مثـــــال :

$\overline{a+b+c} = \overline{a} . \overline{b} . \overline{c}$

$\overline{a+\overline{b}} = \overline{a} . b$

ملاحظة : يمكن إنجاز دالة النفي بإستعمال دالة نفي الضرب أو دالة نفي الجمع .



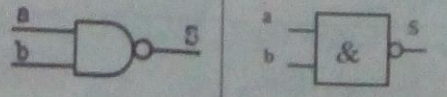
دالة نفي الجمع

دالة نفي الضرب

- إنطلاقا من الدوال المنطقية الأساسية < NON ،ET ، OU > يمكن أن تنجز دوال منطقية أخرى هي :

4-3-6 دالة نفي الضرب " لاو " (" NAND " ، " NON ET ")

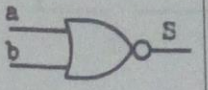
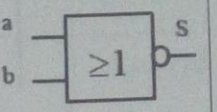
هي دالة الضرب " ET " حيث يكون المخرج معكوس و يرمز لها بالرمز $\overline{a.b}$.

التمثيل المنطقي		جدول الحقيقة	المعادلةالمنطقية
أوربي	أمريكي		
		a b S 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0	$S = \overline{a . b}$ تقرأ S يساوي a . b عارضة (barre)

يأخذ المخرج الحالة المنطقية " 0 " إذا كانا المدخلين b و a في الحالة " 1 ".

4-3-7 دالة نفي الجمع " لاأو " ("NOR" "NON OU ")

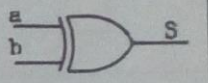
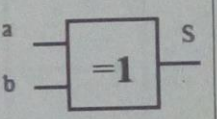
هي دالة الجمع "OU " ولكن المخرج معكوس و يرمز لها بالرمز $\overline{a+b}$.

المعادلة المنطقية	جدول الحقيقة	التمثيل البياني	
		أمريكي	أوربي
$S = \overline{a+b}$ تقرأ S يساوي a + b عارضة (barre)	a b S 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0		

يأخذ المخرج الحالة المنطقية " 1 " إذا كان المدخل "b " و" a " في الحالة " 0 ".

4-3-8 الدالة " أو إستبعادي " (OU Exclusif) "XOR "

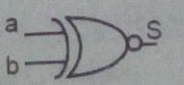
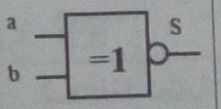
- ليكن b و a متغيران منطقيان (a " XOR " b) هو كذلك متغير منطقي يرمز له بالرمز " $a \oplus b$ "

المعادلة المنطقية	جدول الحقيقة	التمثيل المنطقي	
		أمريكي	أوربي
$S = a \oplus b$ $S = \overline{a}.b + a.\overline{b}$	a b S 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0		

يكون المخرج " S " صحيح إذا كانا أحد المتغيرين" a " أو " b " صحيح .

4-3-9 الدالة أو إحتوائي : (NON ou execlusif) (NXOR "

هي دالة " NXOR " ولكن يكون المخرج معكوس .

المعادلة المنطقية	جدول الحقيقة	التمثيل المنطقي	
		أمريكي	أوربي
$S = \overline{a \oplus b}$ $S = \overline{a}.\overline{b} + a.b$	a b S 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1		

يكون المخرج " S " صحيح إذا كانا " a " و " b " صحيحين أو خاطئين معا.

- خواص العمليات "XOR" و "NXOR"

الخواص	دالة "XOR"	دالة "NXOR"
التبديلية	$a \oplus b = b \oplus a$	$\overline{a \oplus b} = \overline{b \oplus a}$
التوزيعية	$(a \oplus b) \oplus c = a \oplus (b \oplus c)$	غير تجميعي
حالات خاصة	$a \oplus 1 = a$ $a \oplus 0 = a$	—

4-4 تمثيل الدوال المنطقية :

تمثل الدوال المنطقية بعدة طرق :

1- بالعبارة الجبرية (المعادلة المنطقية).
2- بجدول الحقيقة .
3- بالبوابات المنطقية (التصميم المنطقي).
4- بالدارة الكهربائية (التصميم الكهربائي).

1-4-4 جدول الحقيقة لدالة منطقية : (table de vérité)

- هو جدول تجمع فيه جميع الحالات (التوفيقات) الممكنة " 0 أو 1 " التي يمكن أن تأخذها متغيرات (المداخل و المخارج).

مثـــال :

3 أعمدة

3 متغيرات الدخول

متغير الخروج

2^3 حالة أو توفيقة

a	b	c	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

$f = \overline{a}.b.c$

2-4-4 العبارة الجبرية للدالة المنطقية :

مثـــال : $f = a.b + \overline{a}.\overline{c}$

تمرين تطبيقي :

أعطي جدول الحقيقة للدوال التالية :

1- $f_1 = \overline{a}.b$.

2- $f_2 = \overline{a}.\overline{b} + a.b$

a	b	f_1	f_2
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	0	1

نشـــاط 2: أعط العبارة الجبرية لـــ الدالة f

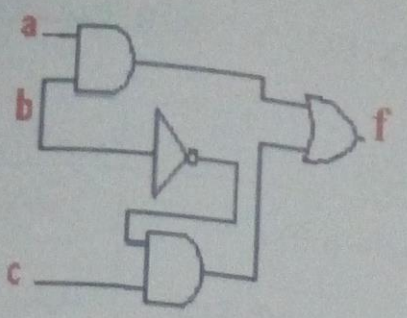
a	b	c	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

3-4-4 التصميم المنطقي للدالة المنطقية :

يتم ذلك بإستعمال البوابات المنطقية الأساسية .

مثـــــال : أعط التصميم المنطقي للدالة f.

$$f = a.b + \overline{b}c$$



شكل- 2-8

تمارين

تمرين 01 :

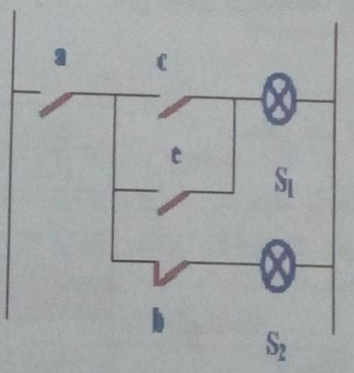
تعطى المعادلة المنطقية للدالة على الشكل التالي : $s=(a+b).c$.

1- مثل هذ ه المعادلة في جدول الحقيقة .

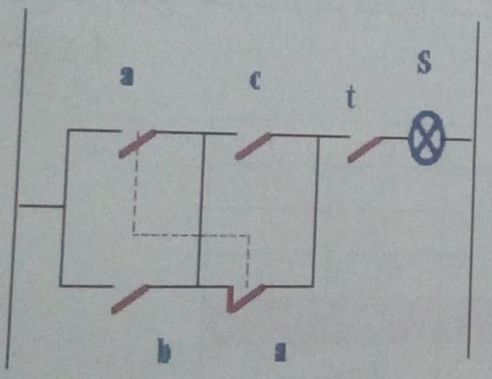
2- أعط التمثيل المنطقي و الكهربائي للمعادلة .

تمرين 02 :

لدينا التصاميم الكهربائية التالية:



الشكل-2-9



الشكل-2 - 10

1- أوجد المعادلات المنطقية لهذه التصاميم الكهربائية .

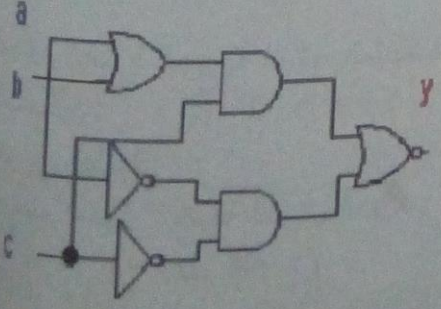
2- أعط التمثيل المنطقي للمعادلات المنطقية.

تمرين 03 :

ليكن المخطط المنطقي للدالة y حيث c ,b,a متغيرات الدخول .

1- إستخرج المعادلة المنطقية للدالة y .

2- أعط جدول الحقيقة لهذه الدالة.



الشكل-2-11

تمرين 04 : $X = \bar{a}bc + a\bar{b}c + ab\bar{c}$

أعط التصميم المنطقي للدالة المنطقية X
مستخدما : 1- البوابات المنطقية " ET " ، " OU " ، "NON " .
2- البوابات المنطقية "NON OU" (NOR) فقط.
3- البوابات المنطقية "NON ET" (NAND) فقط.

تمرين 05 :

ندرس نظام الإنارة الداخلية للسيارة.
- تضيء الإنارة الداخلية للسيارة إذا كانت إحدى الأبواب الأمامية مفتوحة أو عندما نضغط على زر السقف للسيارة.

1- أعط جدول الحقيقة لهذه السيارة وذلك بعد تحديد متغيرات الدخول و الخروج.
2- أعط المعادلة المنطقية .
3- استنتج التصميم الكهربائي.
4- استنتج التصميم المنطقي.

تمرين 06 :

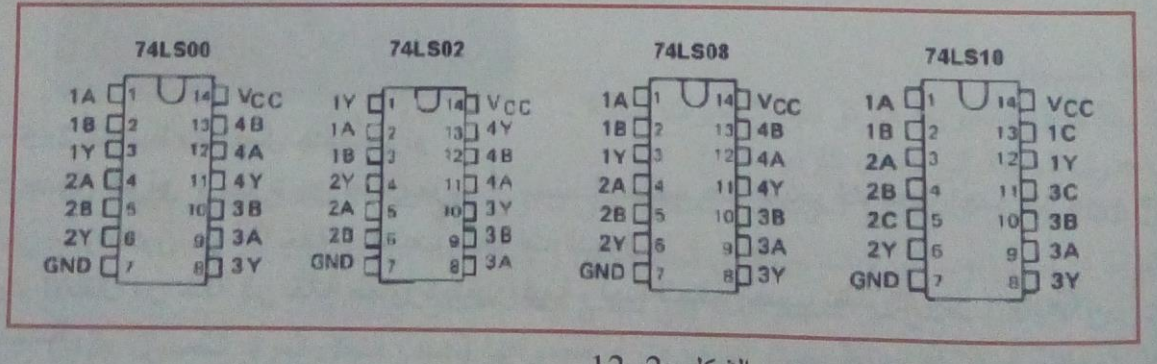
أعط التصميم المنطقي للدوال " ET " ، " OU " ، " NON "
إنطلاقا من الدالتين NOR و NAND.

تمرين 07 :

نريد إنجاز الدالة التالية :

$$X = \overline{AB + C}$$

نعطي مجموعة من الدارات المندمجة بـــ 14 قطب : 74LS10(3 بوابات NAND بثلاث مداخل)
74LS02(4 بوابات NOR بمدخلين) 74LS00 (4 بوابات NAND بمدخلين) 74LS08
(4 بوابات AND بمدخلين) . (شكل-2-12)
أنجز التركيب باستعمال أقل عدد ممكن من الدارات المندمجة الموافقة للدالة X
في الشكل يرمز A,B,C للمداخل ، و Y المخرج و V_{CC} التغذية(+ 5V) و Gnd الهيكل .



الشكل-2-12

5-4 تبسيط المعادلات المنطقية

- تبسيط دالة منطقية في جبر بول هي عملية مهمة جدا، إذ تسمح بالحصول على تصميم منطقي ببوابات منطقية أقل، و يتم التبسيط بطريقتين :

4-5-1 التبسيط بالطريقة الجبرية

- تستعمل القوانين المعروفة في جبر بول بالإضافة إلى طرق أخرى والمتمثلة في (النشر و العامل المشترك).

الأمثلـــــة :

❶ $f=\overline{a}\ .b+\overline{a}\ .\overline{b}$

$= \overline{a}.(\overline{b}+b)$ / $(b+\overline{b})=1$

$$f=\overline{a}$$

❷ $f=(a+b)(\overline{a}+b)$

$= a.\overline{a}+a.b+\overline{a}.b+b.b$

$= 0+a.b+\overline{a}.b+b$

$=b(\overline{a}+a)+b$ / $(\overline{a}+a)=1$

$=b+b$

$$f=b$$

❸ $f=a+\overline{a}.b$

لأن الجمع المنطقي توزيعي على الجداء المنطقي:

إذن : $f=(a+\overline{a})(a+b)$

$$f=a+b$$

❹ $f=a+a.b$

$=a(1+b)$ / $1+b=1$

$$f=a$$

نشاط :

بسط المعادلات التالية

$f=\overline{a}+ab$

$f=(\overline{a}+b).(a+b)$

$f=a.b.\overline{c}+a.b.c+a.\overline{b}.c$

4-5-2 التبسيط بإستعمال جدول كارنو

أ- جدول كارنو : عبارة عن جدول مربع أو مستطيل حسب عدد المتغيرات حيث تجمع فيه جميع حالات المخرج، و يتكون من 2^n خانة (n عدد متغيرات الدخول).

و يتم الإنتقال من خانة إلى خانة مجاورة بتغيير قيمة واحدة للحالة (حسب نظام الترميز Gray).

مثـــــال :

1- جدول بمتغيرين : (عدد متغيرات الدخول 2).

$2^2 = 4$ خانات .

a \ b	0	1
0	$\overline{a}\overline{b}$	$\overline{a}b$
1	$a\overline{b}$	ab

2- جدول **بثلاث متغيرات** : (عدد متغيرات الدخول3)
2^3= 8 خانات

a\cb	00	01	11	10
0	$\bar{a}\bar{b}\bar{c}$	$\bar{a}b\bar{c}$	$\bar{a}bc$	$\bar{a}\bar{b}c$
1	$a\bar{b}\bar{c}$	$ab\bar{c}$	abc	$a\bar{b}c$

3- **جدول بأربع متغيرات** : (عدد متغيرات الدخول4).
2^4 = 16 خانة

ab\cd	00	01	11	10
00	$\bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d}$	$\bar{a}\bar{b}\bar{c}d$	$\bar{a}\bar{b}cd$	$\bar{a}\bar{b}c\bar{d}$
01	$\bar{a}b\bar{c}\bar{d}$	$\bar{a}b\bar{c}d$	$\bar{a}bcd$	$\bar{a}bc\bar{d}$
11	$ab\bar{c}\bar{d}$	$ab\bar{c}d$	$abcd$	$abc\bar{d}$
10	$a\bar{b}\bar{c}\bar{d}$	$a\bar{b}\bar{c}d$	$a\bar{b}cd$	$a\bar{b}c\bar{d}$

ب- تمثيل المعادلات المنطقية بواسطة جدول كارنو

لتمثيل معادلة منطقية لدالة بواسطة جدول كارنو نتبع مايلي :

- استخراج عدد متغيرات الدالة.
- إنشاء جدول كارنو حسب عدد المتغيرات.
- ملء الخانات (المربعات) بـــ " 1 " الموافقة للحالات عندما تكون الدالة المنطقية تساوي " 1 " و الخانات المتبقية تملأ " 0 " أو " $\bar{x}$" (x هي الحالة الغير معرفة للدالة).

مثـــــال : لدينا المعادلة المنطقية التالية : $S = \bar{a}\bar{b}c + a\bar{b}c + abc$

1 - إملأ جدول الحقيقة.

2 - مثل هذه المعادلة بواسطة جدول كارنو.

1- جدول الحقيقة

a	b	c	S
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

2- جدول كارنو

2^3 = 8 خانات

S

a \ bc	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	0	1	1	0

ج- قاعدة التبسيط

لتبسيط دالة منطقية بطريقة كارنو نتبع الخطوات التالية :

- ننقل جدول الحقيقة إلى جدول كارنو .
- نكون مجموعة من الخانات (المربعات) المتتالية التي تحتوي على نفس الحالة المنطقية " 0 " أو " 1 " .
  شرط أن يكون عدد المربعات من قوى العدد 2 أي (1 ، 2 ، 4 ، 8، 16 ... 2^n).
- نبحث عن أقل عدد ممكن من المجموعات التي تعطي معادلة مختزلة.
- لإيجاد المعادلة المختزلة نحتفظ بجداء المتغيرات أو مجموعها (حسب الشكل المراد الحصول عليه) التي لم تتغير حالتها و نحذف المتغيرات التي تغيرت حالتها في المجموعة:
  - المجموعة التي تحتوي على خانتين نحذف متغير واحد .
  - المجموعة التي تحتوي على 2^x خانة نحذف x من المتغيرات .
- العبارة المنطقية النهائية للدالة هي مجموع الحدود .

أمثـــلة:

S_1 bc

a \ bc	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	0	1	1	0

$S_1 = c$

S_2 bc

a \ bc	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	0	0	1	0

$S_2 = bc + \bar{a}\,b$

S_3 bc

a \ bc	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	0	1	1	1

$S_3 = a\,c + a\,b$

S_4 cd

ab \ cd	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	1	1
11	0	0	1	1
10	1	1	1	1

$S_4 = c + a\,\bar{b}$

S_5 cd

ab \ cd	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	1	0	0	1

$S_5 = bd + \bar{b}\,\bar{d}$

S_6 cd

ab \ cd	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	1	1
11	0	1	1	0
10	0	1	1	0

$S_6 = \bar{a} + d$

S_7 cd

ab \ cd	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	1	1	1	1
11	1	1	0	0
10	0	0	0	0

$S_7 = \bar{a}\,\bar{d} + \bar{a}\,b + b\,\bar{c}$

S_8 cd

ab \ cd	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	1	0	1	1
11	0	1	0	1
10	1	1	1	1

$S_8 = a\bar{b} + c\bar{d} + \bar{a}bc + \bar{a}b\bar{d} + a\bar{c}d + \bar{b}\,\bar{c}d$

حالة دالة غير معرفة :

تكون دالة غير معرفة عندما لا تأخذ الحالات فيها قيمة معينة و يرمز لها بـــ "x" (قيمتها إما "0" أو "1").
و تدخل هذه الحالة في المجموعة عند الحاجة إليها.

مثـــــال:

S / ab \ cd	00	01	11	10
00	1	x	0	1
01	0	1	0	X
11	1	1	x	0
10	1	1	1	1

$$S = \bar{c}d + a\bar{b} + \bar{b}\bar{d}$$

ملاحظة :

- في حالة تجميع الآحاد " 1 " تعطى عبارة المعادلة المختزلة على شكل مجموع جداء المتغيرات
- في حالة تجميع الأصفار " 0 " تعطى عبارة المعادلة المختزلة على شكل جداء مجموع المتغيرات.

نشاط :

Y3 / ab \ cd	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	1	1	0	0
11	ϕ	ϕ	1	1
10	ϕ	ϕ	0	0

❶ مثل المعادلة المنطقية Y1 بواسطة جدول كارنو ، ثم أوجد الشكل المبسط لها.

$$Y1 = \bar{a}.b.c + a.\bar{b}.\bar{c} + a.\bar{b}.c + a.b.c$$

❷ أوجد المعادلة المبسطة لـ Y3 الممثلة بجدول كارنو المقابل . (Φ الحالة الغير معرفة للدالة) .

تمارين

تمرين 01 :

بسط المعادلات المنطقية التالية بإستعمال الطريقة الجبرية .

$f_1 = (\overline{a}+\overline{b})\ (\overline{a}+\overline{c})$ $\qquad$ $f_3 = ba+\overline{c}b\ +\overline{c}\ +\overline{c}a$

$f_2 = (b+\overline{c})\ (a+b)\ (\overline{a}+c)$ $\qquad$ $f_4 = a+ab+abc+ab\overline{c}$

تمرين 02 :

لدينا دراة كهربائية تحتوي على 3 قاطعات a،b،c تتحكم في توهج المصابيح (S_1 و S_2) .

- يتوهج المصباح(S_1) عند غلق قاطعة واحدة أو أكثر .
- يتوهج (S_2) عند غلق على الأقل قاطعتين.

1- أوجد جدول الحقيقة لهذه الدارة الكهربائية.

2- مثل جدول كارنو انطلاقا من جدول الحقيقة .

3- أعط المعادلة المبسطة .

4- أوجد دارة التحكم (التصميم المنطقي) .

تمرين 03 :

مدفئة كهربائية متكونة من مقاومتين للتسخين (R_1,R_2) و مروحة كهربائية (V) تستعمل لد فع الهواء الساخن .يتم التحكم في المدفئة بواسطة ثلاثة (3) أزرار (a ,b,c) .

التشغيل :

- في حالة الراحة ، المدفئة منطفئة .
- لا يمكن تشغيل (تسخين) المقاومات بدون اشتغال المروحة .
- الضغط على أحد الأزرار يؤدي إلى تشغيل(R_2) .
- الضغط على زرين معا ، يتم تشغيل (R_1) .
- الضغط على الأزرار الثلاثة يؤدي إلى تشغيل (R_1 , R_2)

المطلوب :

1/ حدّد متغيرات الدخول والخروج ؟

2/ أعط جدول الحقيقة ؟

3/ استخرج معادلات التشغيل باستعمال جدول كارنو ؟ أعط التصميم المنطقي الموافق ؟

تمرين 04 :

موزع آلي يسمح بالتحصل على ثلاثة

مشروبات : E (ماء) ، L (حليب) ،F (قهوة)

بثلاثة أزرار ضاغطة : a (للحليب) ، b (للقهوة) ، c (للماء)

- للحصول على إحدى المشروبات ، يجب الضغط على الزر الموافق لها بعد إدخال القطعة النقدية " d "
- الماء مجاني .
- للحصول على خليط : حليب – قهوة ، نضغط على الزرين" a " و " b " في آن واحد .
- كل الخلائط الأخرى غير مقبولة .
- عند كل محاولة خاطئة ، تسترجع القطعة النقدية و لا توزع المشروبات .

المطلوب : التصميم المنطقي الموافق لهذه الآلة ؟

تمرين 05 :

في مصنع للآجر ، نقوم بمراقبة النوعية حسب أربعة مقاييس و هي : الوزن (P)، الطول (z) ، العرض (x) و الارتفاع (y) . هذا العمل يسمح بترتيب الآجر في ثلاثة أصناف وهي :

1- الصنف الأول (A) : الوزن صحيح و على الأقل مقياسين صحيحين .

2- الصنف الثاني (B) : الوزن غير صحيح وعلى الأقل مقياسين صحيحين أو الوزن صحيح ومقياسين على الأقل غير صحيحين .

3- الصنف الثالث (C) وهو الصنف المرفوض : الوزن غير صحيح وعلى الأكثر مقياس صحيح

المطلوب :

1- حدد متغيرات المدخل و المخرج و عينهم .

2- استخرج جدول الحقيقة الموافق لهذا التشغيل وأستنتج جداول كارنو .

3- أوجد المعادلات المختزلة (المبسطة) للمخارج الموافقة لهذا التشغيل .

4- أرسم المخطط الكهربائي (بالملامسات) ، والمخطط المنطقي (بالبوابات المنطقية)

تمرين 06 :

أربعة مسئولي شركة (a , b , c , d) يمكنهم فتح قفل الخزانة " S " المالية للشركة .

كل واحد يملك مفتاحا مختلفا عن بقية المفاتيح التي بحوزة الآخرين .

نرمز للمفاتيح على التوالي بـ (a , b , c , d) بحيث :

التشغيل :

- (a) لا يستطيع فتح قفل الخزانة " S " إلا بحضور مسؤول واحد على الأقل (b) أو (c) .
- (b) لا يستطيع فتح قفل الخزانة " S " إلا بحضور مسؤولين (2) آخرين على الأقل .
- (c) لا يستطيع فتح قفل الخزانة " S " إلا بحضور مسؤولين(2) آخرين على الأقل .
- (d) لا يستطيع فتح قفل الخزانة " S " إلا بحضور مسؤولين(2) آخرين على الأقل .

المطلوب :

1/ حدّد متغيرات الدخول والخروج ؟

2/ أعط جدول الحقيقة ؟

3/ إستخرج المعادلة المنطقية بإستعمال جدول كارنو؟

4/ أرسم التصميم المنطقي الموافق ؟

3 العناصر المنطقية في الدارات المندمجة

للتحكم في الأنظمة الآلية نحتاج لاستعمال إحدى التكنولوجيات الثلاثة:
التكنولوجية الهوائية : تستخدم عناصر منطقية هوائية .
التكنولوجية الكهربائية : تستخدم عناصر منطقية كهربائية.
التكنولوجية الإلكترونية : تستخدم عناصر منطقية إلكترونية.

1- جدول التكنولوجيات الموجودة :

نوع التكنولوجية	زمن الإستجابة	الإستطاعة المستهلكة أو التوتر المطبق أو الضغط المستعمل	سهولة التشغيل	الوظائف الموجودة	التوفر	السعر	الإستطاعة المنتجة أو التدفق (عند 6 bar) أو توتر المخرج	الطاقة ال
الهوائية	3mS	من 2 إلى 8 bar	الربط معقد	OU،OUI ET،NON	قليل لقلة إستعماله	أكثر تكلفة	200L/min	كهربائية وهوائية
الكهربائية (مرحل منطقي) ذو عتبة	0,25S:(CC) من 0,75:(CA) إلى 60S	من 1,5W إلى 2W	أقل تعقيد	OU،OUI ET،NON	قليل لقلة إستعماله	متوسط التكلفة	مغلوق للتمرير أو مفتوح لعدم التمرير	كهربائية
الإلكترونية TLL N	10nS	10mW	الربط سهل	OU OUI ET NON OU (exclusif)	متوفر لكثرة إستعماله	أقل تكلفة	بين 0,4V و 2,4V	كهربائ مستمرة

لإنجاز جهاز كومبيوتر مثلا نحتاج لعدد كبير من العناصر مثل البوابات المنطقية، لذلك نكون مضطرين لاستعمال التكنولوجيا الإلكترونية بدلا من التكنولوجيا الهوائية و الكهربائية ، نظرا لعدة أسباب نذكر منها، الحجم ، قلة التكلفة ، سرعة الإستجابة، الإستطاعة المستهلكة ضعيفة.

2- الدارة المندمجة: الدارة المندمجة عبارة عن رقيقة صغيرة من السيليكون تدعى(Puce)، تحتوي ع مجموعة من العناصر الإلكترونية (مقاحل ، مقاومات ، ثنائيات ، مكثفات.....) توضع داخل علبة بلاستيكي وتكون موصولة خارجيا بأقطاب يتراوح عددها بين(8 إلى64) قطب.

2-1 إيجابيات وسلبيات إستخدام الدارات المندمجة

نلخص بعض منها في الجدول التالي : (مقارنة بالعناصر الأخرى).

إيجابيات إستخدام الدارات المندمجة	سلبيات إستخدام الدارات المندمجة
- الحجم الصغير - إستهلاك ضعيف للطاقة - تكلفة منخفضة - الحرارة الناتجة عنها بسيطة لا تحتاج إلى تبريد (عكس المقحل مثلا) - تعمل بسرعة عالية حيث أن الإشارة تأخذ زمن أقل عند إنتقالها داخل الدارة - أي جهاز مصنوع من الدارة المندمجة يتمتع بالمميزات التالية : - عدد المكونات الداخلية أقل. - توصيلات أقل و بالتالي زمن التصنيع أقل .	- لا يمكنها العمل بتيارات عالية بسبب صغر حجمها وإلا تتلف أجزاؤها الداخ بسبب الحرارة المتولدة. - لا يمكن تصنيع بعض العناصر داخل الدارات المندمجة مثل (الوشائع) ، كم أن تصنيع المقاومات و المكثفات صع بسبب المساحة الكبيرة التي تحتلها كل منهما وخاصة مع القيم الكبيرة. - لايمكن إصلاح الدارات المندمجة عند إتلاف أى جزء منها مما يلزم إستبدالها كليا .

سلبيات الدارات المندمجة بسيطة يمكن تجاهلها مقارنة بالميزات التي تتمتع بها

2-2 تصنيف الدارات المندمجة

تصنف الدارات المندمجة حسب تعقيدها:

- SSI (Small Scale Integration): هذه الدوائر أقل تعقيدا حيث تحتوي على ما يصل إلى " 13 " بوابة منطقية (مثل: NAND – NOR – OR– AND .....)، ≈ 100 مقحل.
- MSI (Medium Scale Integration) : تحتوي من " 13 " إلى " 100 " بوابة منطقية ، (مثل العدادت) ، ≈ 1000 مقحل.
- LSI (Large Scale Integration): تحتوي من " 100 " إلى " 1000 " بوابة منطقية (مثل : microprocesseur) ، ≈ 10000 إلى 100000 مقحل .
- VLSI(Very Large Scale Integration): تحتوي على ما يفوق 1000بوابة منطقية ، ≈ 0.1 إلى 1 مليون مقحل .

2-3 عائلات الدارات المندمجة

توجد عدة عائلات للدارات المندمجة ، حسب تكنولوجية صناعتها ، ومن بين العائلات أكثر إستعمالا و المعروفة تجاريا هي :

- عائلة TTL (Transistor Transistor Logic) (مقحل مقحل منطقي).
- عائلة CMOS (Complementary Metal Oxide Semi-conductor) (معد ن أكسيد شبه ناقل مكمل).

2-4 خصائص الدارات المندمجة

تتميز الدارات المندمجة بخصائصها الكهربائية:

- توتر التغذية
- الإستطاعة الممتصة
- سرعة التبديل
- وقت إنتشار الإشارة بين المدخل و المخرج.

2-4-1 توتر التغذية

- **المستويات المنطقية**

للعائلات المنطقية مستويين منطقيين :

- المستوى المنطقي الأعلى H (High) " 1 " منطقي.
- المستوى المنطقي الأدنى L (Low) " 0 " منطقي .

هذين المستويين " 0 " و " 1 " لا يتعلقا بقيمة واحدة محدودة للتوتر ، بل بـــ 4 قيم محدودة للتوتر.

- **قيم توتر المدخل (Input)**

V_{IHmin} : (Voltage Input High)التوتر المنخفض للمدخل الذي يؤكد المستوى المنطقي الأعلى

V_{ILmax} : (Voltage Input Low) التوتر المرتفع للمدخل الذي يؤكد المستوى المنطقي الأدنى.

- **قيم توتر المخرج (Ouput)**

V_{OHmin}: (Voltage Ouput High) التوتر المنخفض للمخرج الذي يؤكد المستوى المنطقي الأعلى

V_{OLmax} : (Voltage Ouput Low) التوتر المرتفع للمخرج الذي يؤكد المستوى المنطقي الأدنى

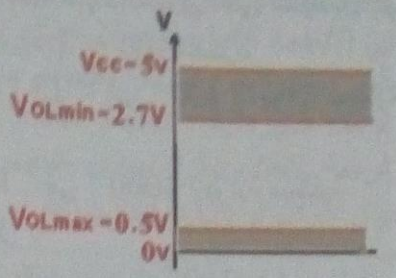
تتغذى الدارات المندمجة بتوتر إسمي (V_{CC}) لعائلةTTL و (V_{DD}) لعائلة CMOS .

مثـــال: في تكنولوجية TTL تقدر قيمته 5V + .

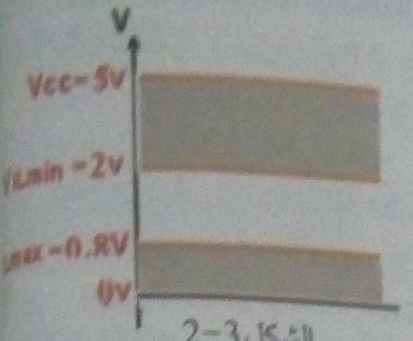
في تكنولوجية CMOS تقدر قيمته 3V + إلى 15V+.

- المستوى المنطقي " 1 " ، وجود التوتر ويكون محصور بين V_{CC} و قيمة أقل من V_{CC}
- المستوى المنطقي " 0 " ، هو القطب السالب للتوتر.

مثـــــال: دارة TTL لبوابة NAND ، كما هو مبين في الشكل -3-1 و الشكل-3-2 .



الشكل3-1

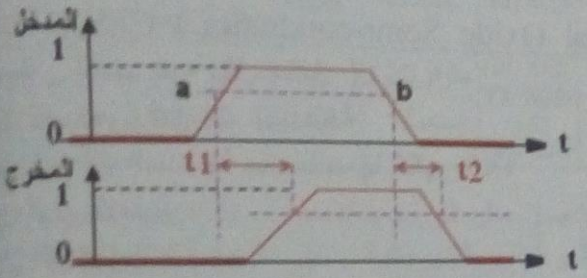


الشكل3-2

2-4-2 سرعة التبديـــل

هي الزمن اللازم لإنتشار الإشارة المنطقية بين المدخل و المخرج و يكون محصورا بين (2 و 100) نانو ثانية (ns)، ويعبر هذا الزمن عن سرعة التبديل للدارات المندمجة.

مثـــــال: نعطي المنحنى (شكل3-3) للدالة " لا ".



الشكل3-3 : زمن الإنتشار (الإستجابة)

- عند النقطة a ينتقل المدخل من الحالة المنطقية " 0 " إلى الحالة المنطقية " 1 " و لكن المخرج يتأخر برد $t_1 = 20$ ns حتى يغير حالته من " 1 " إلى " 0 " .
- عند النقطة b ينتقل المدخل من الحالة المنطقية " 1 " إلى الحالة المنطقية " 0 " ويظل المخرج متأخرا $t_2 = 15$ ns حتى يغير حالنه من " 0 " إلى " 1 " .

3-4-2 الإستطاعة الممتصة

هي القيمة المتوسطة الممتصة في حالة " 1 " أو " 0 " و تستهلك الدارات المندمجة إستطاعة صغيرة جدا.

مثـــــال: تكنولوجية TTL : تقدر 1 mw إلى 100 mw من طرف بوابة.

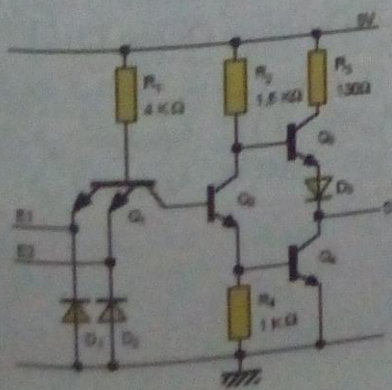
5-2 دراسة العائلات المنطقية

1-5-2 عائلة TTL

تعتبر عائلة TTL أشهر العائلا ت المنطقية و أكثرها إستعمالا و تعتمد في صناعتها على تكنولوجية المفا ثنائية القطب بالإضافة إلى عناصر أخرى.

مثـــــال :

يبين(الشكل 3-4) التركيب الكهربائي و المنطقي لبوابة NAND بمدخلين.


الشكل 3-4

وتتميز عائلة TTL بـــ:

- توتر التغذية يقدر بـــ 5V مع التسامح 5% ± .
- الإستطاعة الممتصة ضعيفة وتقدر حوالي 1 mw إلى100 mw.
- سرعة التشغيل عالية.
- أقل تكلفة.
- سهولة توصيلها و ربطها بالدارات الأخرى.
- زمن الإنتشار هو من رتبة نانو ثانية.

ويرمز لعائلة TTL بسلسلة (74 أو 54) وتوجد عدة سلسلات لكل سلسلة ميزة خاصة بها :

- سلسلة 74 XX (TTL Standard) : تتميز بأقل سرعة من أجل إستهلاك عالي.
- سلسلة 74LXX(TTL Low Power) : تتميز بإستطاعة ضعيفة ولكن زمن الإنتشار طويل
- سلسلة 74SXX(TTL Schottky) : تعمل بسرعة كبيرة (زمن التبديل الحالة ينقص) ولكن من بين سلبياتها ، إستهلاكها الكبير التيار .
- سلسلة 74LSXX(TTL Low Power Schottky) : تتميز بإستطاعة ضعيفة وسرعة كبيرة (مزج بين 74L و74S) .
- سلسلة 74FXX(TTL Fast): تتميز بسرعةأكبر وإستطاعة أقل حوالي 5 مرات مقارنة بالسلسلات السابقة .

توجد سلسلات أخرى تسمى بالتكنولوجيا المتطورة لـــTTL :

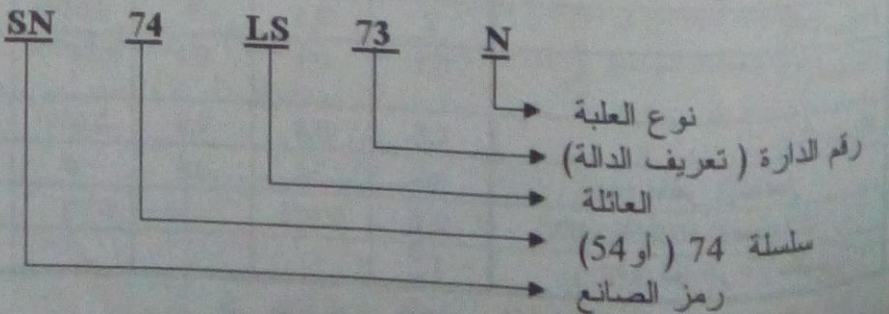
- سلسلة 74ASXX (TTL Advanced Schottky)
- سلسلة 74ALSXX (TTL Advanced Low Power Schottky)

○ مقارنة الوسائط لمختلف تكنولوجية TTL

	Std	L	S	LS	F	AS	ALS
V_{CC} (V) توتر التغذية	5±5% (74_) ou ±10% (54_)						
V_{OHmin} (V)	2,4	2,4	2,7	2,7	2,7	V_{CC}-2	V_{CC}-2
V_{IHmin} (V)	2	2	2	2	2	2	2
V_{OLmax} (V)	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
V_{ILmax} (V)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
(ns) تأخر الإنتشار	9	33	3	9,5	6	3	5
(mW) الإستهلاك	10	1	23	2	5	30	5
(MHz) التواتر الاعظمي	25	3	80	30	100		

○ تشفير رمز عائلة TTL

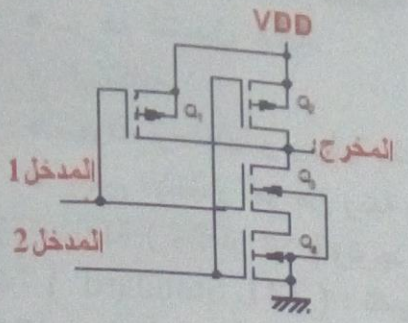
مثـــال: دارة مندمجة SN74LS73



2-6 عائلة CMOS

تختلف عائلة CMOS عن عائلة TTL من الناحية التكنولوجية حيث تتكون من مقاحل أحادية القطب وعلى أخرى فعالة تستهلك إستطاعة ضعيفة .

مثـــــال: يبين(الشكل 3-5) التركيب لبوابة NAND بمدخلين .



الشكل 3-5

وتتميز عائلة CMOS بـــ :

- إستهلاكها الضعيف جدا للإستطاعة ، وتقدر حوالي 1 nw .
- توتر التغذية يتراوح بين 3 V+ إلى 15 V+ .
- أقل سرعة .
- الصنع البسيط
- زمن الإنتشار أقل ببعض العشرات من عائلة TTL.

ملاحظة: لعدم إتلاف هذا النوع من الدارات يجب عدم ترك المدخل غير المستعمل في الهواء (غير موصول) كما هو في عائلة TTL.

يرمز لعائلة CMOS بسلسلة (40XX) أو مايكافئها (74XXC)، توجد عدة سلسلات نذكر منها :

- سلسلة 4000 : تعتبر هذه السلسلة قديمة. كما ظهرت أيضا في سلسلة 74C ولكن مع نفس رقم ال و نفس التكبيل كعائلة TTL.
- سلسلة 74HC ، 74HCT ، 74 AHC ، 74AHCT : تسمى بتكنولوجية CMOS السريعة (High Speed CMOS) حيث تتميز بسرعة أكبر من السلسلة السابقة.
- سلسلة 74LV ، 74LVC ، 74LVT, 74ALVC : تعمل بتوتر منخفض، مع التطور الإلكتروني مثل الهاتف النقال لتغذيته يستعمل بطارية ذات توتر منخفض(من رتبة 3 V) ، كما تسمح بتصغير حجم المقاحل.

يرمز لحرف A (Advanced) بالمتطورة وحرف T(TTL) ملائمة CMOS مع خصائص TTL

- **مقارنة الوسائط لمختلف تكنولوجية CMOS :**

	4000B	HC	HCT	AC	ACT	LVC	LVT
توتر التغذية V_{CC} (V)	3 – 15	2 – 6	5±10%	2 – 6	5	2–3,6	2,7–3,6
V_{OHmin} (V)	4,9	4,9	4,9	4,76(1)(2)	4,76(2)	2,2(1)(2)	2
V_{IHmin} (V)	2	3,5	2	3,85(1)	2	2	2
V_{OLmax} (V)	0,1	0,1	0,1	0,44(1)(2)	0,44(2)	0,55(1)(2)	0,55
V_{ILmax} (V)	0,8	0,8	0,8	1,65(1)	0,8	0,8	0,8
تأخر الإنتشار (ns)	40	14	15	6	5	2,5	3,5
الإستهلاك 100kHz (mW)	0,1	0,075		<1	<1		
التواتر الأعظمي (MHz)	12						150

(1) à V_{CC} = 5,5 V ou V_{CC} = 3 V في حالة توتر منخفض

(2) à I_{OH} = -24 mA حالة عليا ou I_{OL} = 24 mA حالة دنيا

تستعمل تكنولوجية TTL في صناعة أجهزة الكمبيوتر الكبيرة و تكنولوجية CMOS في صناعة أجهزة الكمبيوتر الصغيرة كما أنها تستعمل بكثرة خاصة في microprocesseurs .

تمرين تطبيقي

قارن بين عائلة TTL و عائلة CMOS

الترميز	التسمية	توتر التغذية	سرعة التبديل	الإستطاعة الممتصة	وقت الإنتشار	مستويات المدخل	مستويات تحويل المخرج	مستويات المخرج
SN74xxN	دارة مندمجة TTL	5V	لها سرعة تبديل جيّدة	10mW	10nS	مستوى 0 $\check{V}e = 0,8V$ مستوى 1 $\hat{V}e = 2V$	من 1 إلى 0 أو من 0 إلى 1 القيمة 2,4 V	مستوى 0 $\check{V}s = 0,4V$ مستوى 1 $\hat{V}s = 2.4V$
SN74CxxN أو CD40xx	دارة مندمجة CMOS	من 3V إلى 18V	لها سرعة تبديل بطيئة	0,1mW	50nS	مستوى 0 $\check{V}e < 30\% V_{DD}$ مستوى 1 $\hat{V}e > 70\% V_{DD}$	من 1 إلى 0 أو من 0 إلى 1 القيمة $\frac{V_{DD}}{2}$	مستوى 0 $V_s = 0$ مستوى 1 $V_s = V_{DD}$

وقت الإنتشار هو: وقت إنتشار الإشارة بين المدخل و المخرج

الإستطاعة الممتصة هي: الإستطاعة الممتصة من طرف بوابة واحدة

*- لوضع مدخل البوابة عند الصفر نربط مفود المدخل بتوصيل كتلة

*- لوضع مدخل البوابة عند الواحد نترك مفود المدخل حر

3- كتاب المعلومات: (Data Book)

عن طريق كتاب المعلومات يمكن الحصول على معلومات محددة عن خصائص التشغيل لدارة مندمجة معينة وكيفية تكبيلها . ومعظم هذه الكتب مجزأة إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

- ظروف التشغيل ينصح بها الصانع.
- الخصائص الكهربائية.
- الخصائص التبديلية.

نشاط :

أوجد خصائص التشغيل وكيفية التكبيل للدارات المندمجة التالية بإستعمال Data Book ، ثم حدد عدد مداخل وعدد البوابات (مع تحديد نوعها) لهذه الدارات :

74LS21 ، 74LS27 ، 74LS08 ، 4011 ، 74LS32، SN74LS00.

4 - الدارات الحسابية

الدارات الحسابية المنطقية هي عبارة عن دارات خاصة تتكون من مجموعة من البوابات المنطقية التي تسمح القيام بالعمليات التالية (الجمع ، الطرح ، المقارنة .....) .

(أنظر إلى العمليات الحسابية الجمع والطرح في محور المنطق التوافقي).

4-1 نصف الجامع و الجامع الكامل (Semi Adder) (Demi Additionneur)

4-1-1 نصف الجامع

نصف الجامع هو عبارة عن دارة منطقية ذات مدخلين(a ،b) ومخرجين(S ، r) .(شكل 3-6)

تقوم هذه الدارة بعملية الجمع بين بيتين (2 bits) دون الأخذ بعين الإعتبار الباقي الناتج عن البيتين السابقين .

الرسم التخطيطي لدارة نصف الجامع

الشكل 3-6

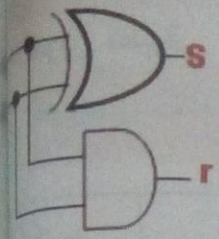
المعادلات المنطقية:

$S = \bar{a}\, b + a\, \bar{b} = a \oplus b$

$r = a\, b$

جدول الحقيقة:

a	b	S	r
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



التصميم المنطقي لدارة نصف الجامع

الشكل3-7

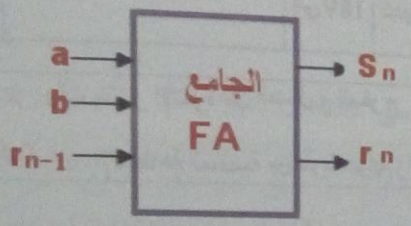
التصميم المنطقي : الموضح(بالشكل 3-7)

يمكن تحقيق نصف الجامع ببوابة XOR وبوابة AND .

2-1-4 الجامع الكامل (Additionneur Complet) (FULL Adder)

نسمي الجامع الكامل بالدارة المنطقية التي تقوم بعملية الجمع بين بيتين (2 bits) (A+B) مع أخذ بعين الإعتبار الباقي الناتج عن البيتين السابقين.

إذن لهذه الدارة 3 مداخل (r_{n-1} ، a ،b) ومخرجين (S_n ، r_n). (شكل3-8).



الرسم التخطيطي للجامع

الشكل 3-8

جدول الحقيقة:

a	b	r_{n-1}	S_n	r_n
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

المعادلات المنطقية:

إنطلاقا من جدول الحقيقة و بإستعمال جدول كارنو

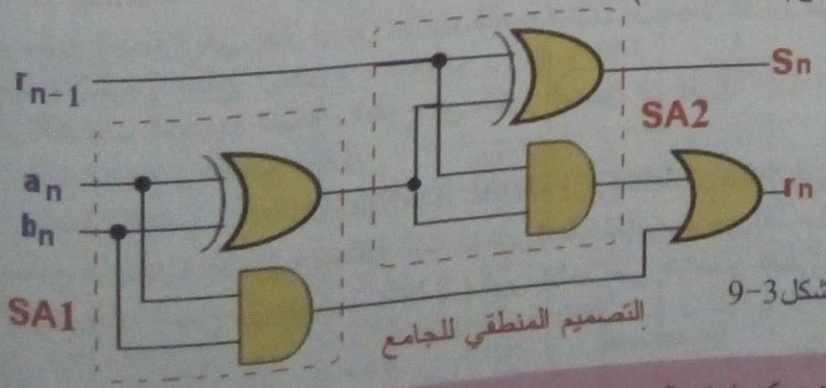
بعد تبسيط المعادلة بإستعمال الطريقة الجبرية نجد :

$$S_n = r_{n-1} \oplus a_n \oplus b_n = S \oplus r_{n-1}$$

$$r_n = a_n \bar{b_n} + a_n b_n \bar{r}_{n-1} + a_n b_n r_{n-1}$$

$$r_n = a_n b_n + r_{n-1}(a_n \oplus b_n) = r + s.\, r_{n-1}$$

التصميم المنطقي: الموضح(بالشكل3-9)



الشكل3-9

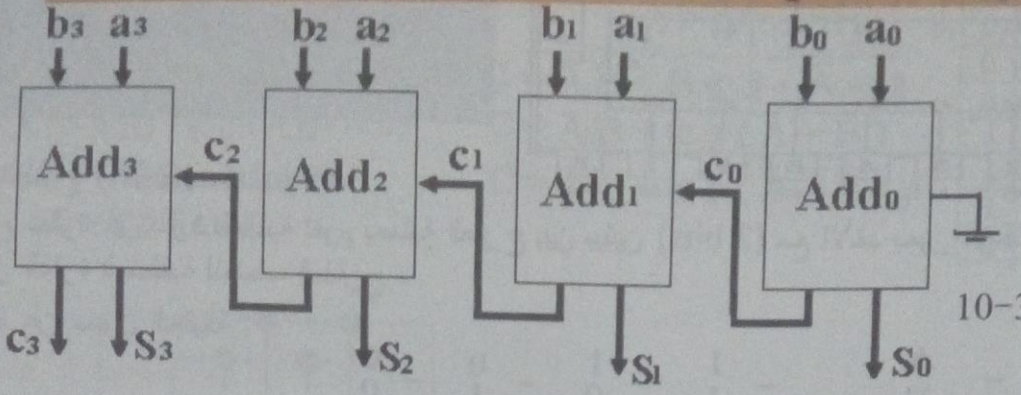
التصميم المنطقي للجامع

من خلال هذين المعادلتين يمكن إستعمال دارتين لنصف الجامع لإنجاز الجامع.

تمرين تطبيقي:

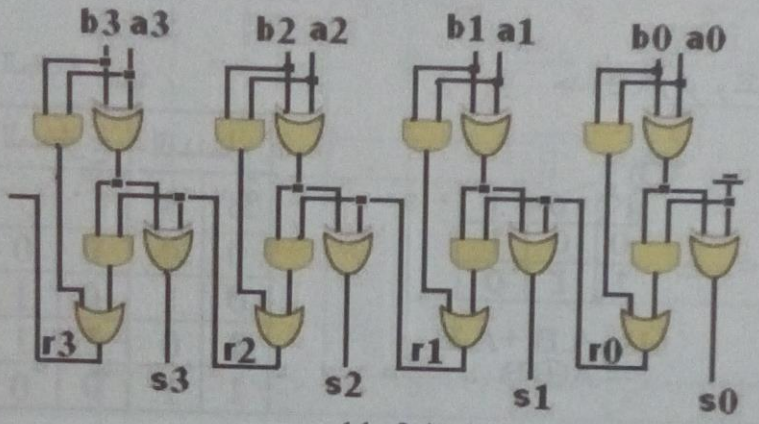
أنجز دارة تقوم بجمع عددين (A+B) في النظام الثنائي، كل عدد مكون من 4 أبيات (4 bits) A (a_3، a_2، a_1، a_0) و B (b_3، b_2، b_1، b_0) . وذلك بإستعمال الدارةالمندمجة 4008.

التصميم المنطقي بإستعمال الجامع



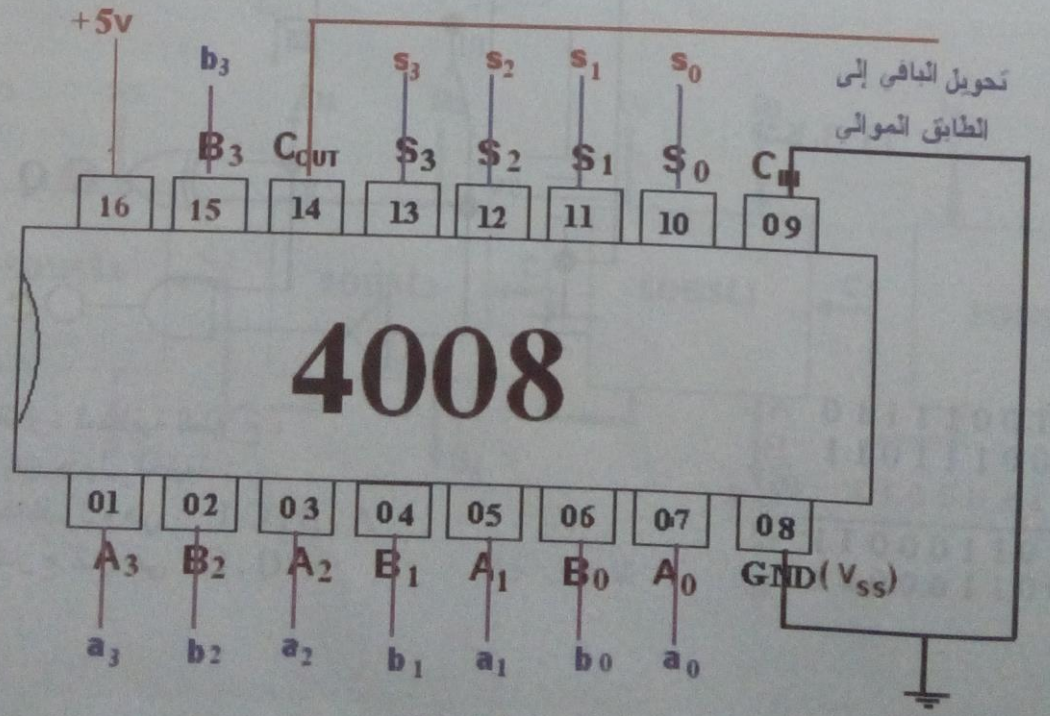
الشكل3-10

التصميم المنطقي بإستعمال البوابات المنطقية



الشكل3-11

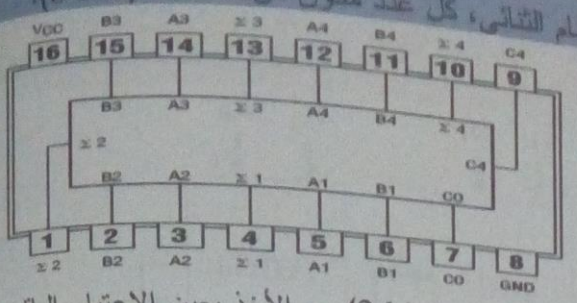
التكبيل بإستعمال الدارة المندمجة 4008



الشكل3-12

نشاط :

أنجز دارة تقوم بجمع عددين (A+B) في النظام الثنائي، كل عدد مكون من 8 خانات (8 bits).
وذلك بإستعمال الدارة المندمجة 74LS283.
مستعينا بكتاب المعلومات Data Book



2-4 الطارح (Soustracteur)

الطارح عبارة عن دارة منطقية تقوم بعملية الطرح بين بيتين (2 bits) مع الأخذ بعين الإعتبار الباقي السابق

إنجاز الدارة المنطقية لنصف الطارح :

البحث عن جدول الحقيقة :

$$\begin{array}{r} A \\ -\ B \\ \hline = S \\ \quad C \end{array}$$ ومنه $$\begin{array}{r} 1 \\ -\ 1 \\ \hline = 0 \\ 0 \end{array}$$ $$\begin{array}{r} 1 \\ -\ 0 \\ \hline = 1 \\ 0 \end{array}$$ $$\begin{array}{r} 0 \\ -\ 1 \\ \hline = 1 \\ 1 \end{array}$$ $$\begin{array}{r} 0 \\ -\ 0 \\ \hline = 0 \\ 0 \end{array}$$

جدول الحقيقة :

المداخل		المخارج	
B	A	C	Q
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0

جداول كارنو وكتابة المعادلات المنطقية :

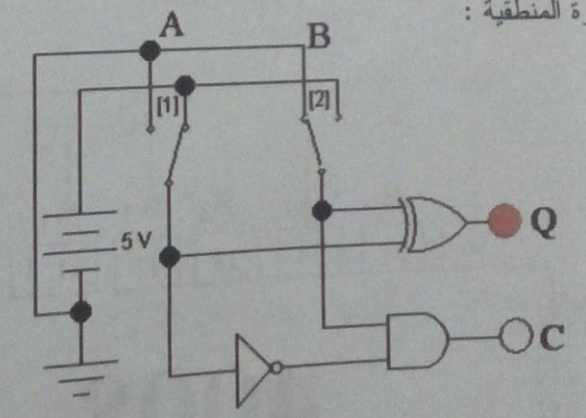
C	A=0	A=1
B=0	0	0
B=1	1	0

$C = \bar{A}.B$

Q	A=0	A=1
B=0	0	1
B=1	1	0

$Q = A.\bar{B} + \bar{A}.B$
$= A \oplus B$

الدارة المنطقية :



الشكل3-13

إنجاز الدارة المنطقية للطارح :

البحث عن جدول الحقيقة :

عدد المداخل 3 وهي : A , B , C-1

عدد المخارج 2 و هي : Q , C

$$\begin{array}{rl} & 1110011110 \quad A \\ - & 1000111011 \quad B \\ \hline & 001100011 \quad C\text{-}1 \\ \hline = & 0101100011 \quad Q \\ & 0001100011 \quad C \end{array}$$

جدول الحقيقة :

المداخل			المخارج	
C-1	B	A	C	Q
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

جداول كارنو وكتابة المعادلات المنطقية :

Q	BA 00	01	11	10
C-1 = 0	0	1	0	1
C-1 = 1	1	0	1	0

$$Q = A\bar{B}.\overline{(C\text{-}1)} + \bar{A}B.\overline{(C\text{-}1)} + \bar{A}\bar{B}.(C\text{-}1) + AB.(C\text{-}1)$$

$$Q = \overline{(C\text{-}1)}.(A\bar{B} + \bar{A}B) + (C\text{-}1).(\bar{A}\bar{B} + AB)$$

$$Q = \overline{(C\text{-}1)}.(A \oplus B) + (C\text{-}1).\overline{(A \oplus B)}$$

$$Q = (C\text{-}1) \oplus A \oplus B$$

C	BA 00	01	11	10
C-1 = 0	0	0	0	1
C-1 = 1	1	0	1	1

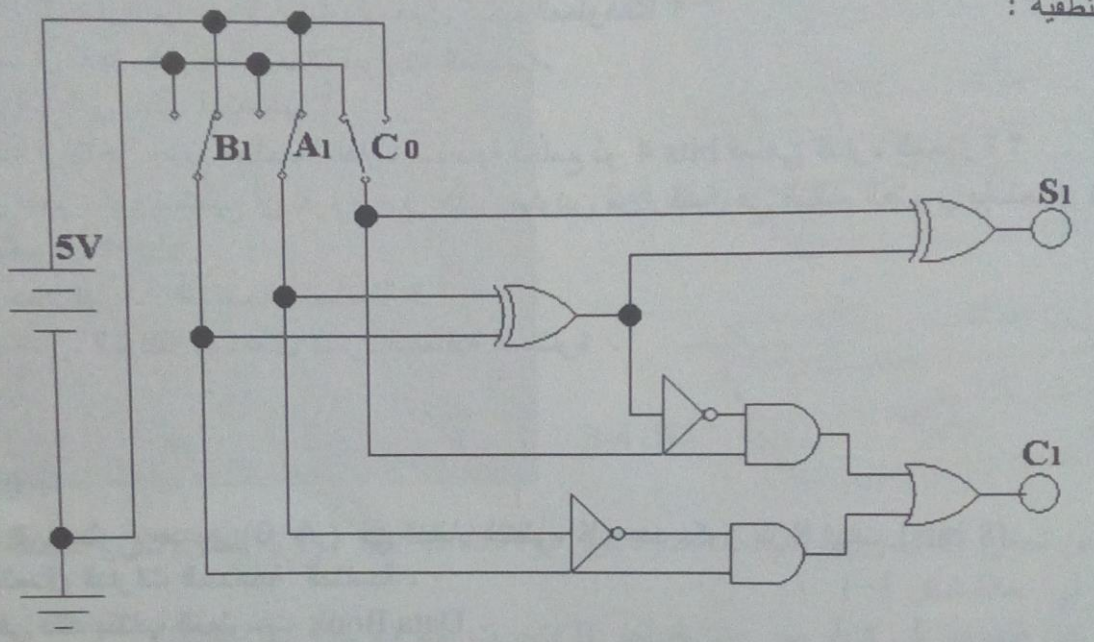
$$C = \bar{A}.B + B.(C\text{-}1) + \bar{A}.(C\text{-}1)$$

$$C = \bar{A}.B + (C\text{-}1).(\bar{A} + B)$$

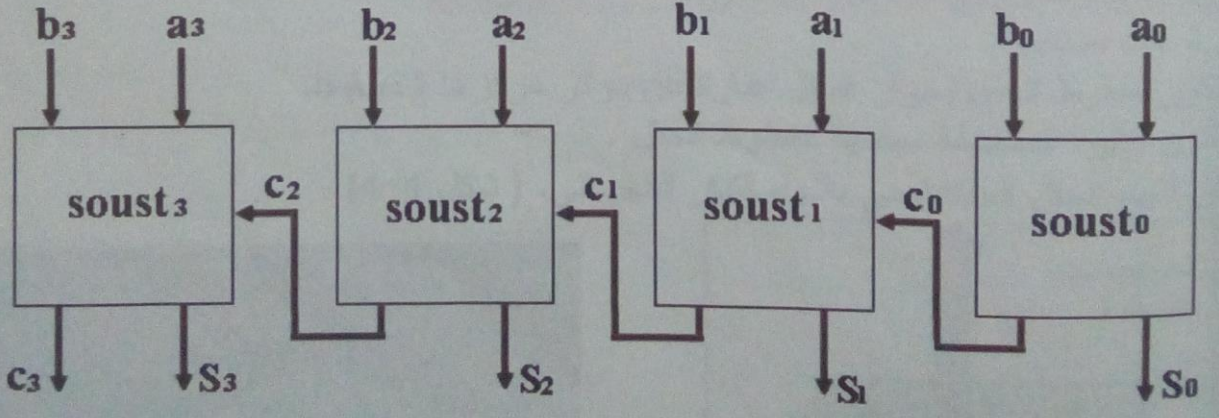
أو

$$C = \bar{A}.B + (C\text{-}1).\overline{(A \oplus B)}$$

الدارة المنطقية :



الشكل3-14



الشكل3-15

تمارين

تمرين 01 :

لتكن لديك العناصر المندمجة التالية :
CD 40 00 , CD 40 08 , SN7401 , SN7406 , SN74LS09
SN74LS32 , SN74LS83 , SN74AS00 , SN74AS32 , SN74F00 , SN74S10,
SN74S09 , SN74C08 , SN74C240 , SN74HC32 , SN74HC10
SN7482 , SN7486 , SN74HCT08
. TTL و التكنولوجية CMOS عين الدارات ذات التكنولوجية -1
2- ماذا تمثل كل دارة من هذه الدارات باستعمال كتاب المعلومات ؟
3- إذا أردت أن تنجز طارح مستعملا البوابات المنطقية.
فماهي الدارات التي يمكن استعمالها ؟
4- إذا أردت أن تنجز جامع مستعملا الدارة المنطقية لجامع ذو 4 bits فماهي الدارة المختارة ؟
5- نريد أن ننجز دارة تستطيع أن تقوم بجمع عددين مكونين من رقمين في النظام العشري بإستعمال الدارة المنطقية لجامع ذو 4 bits .
5-1 ماهو عدد الدارات المندمجة المستعملة ؟
5-2 أرسم الدارة الموافقة بإستعمال الدارة المنطقية المختارة .

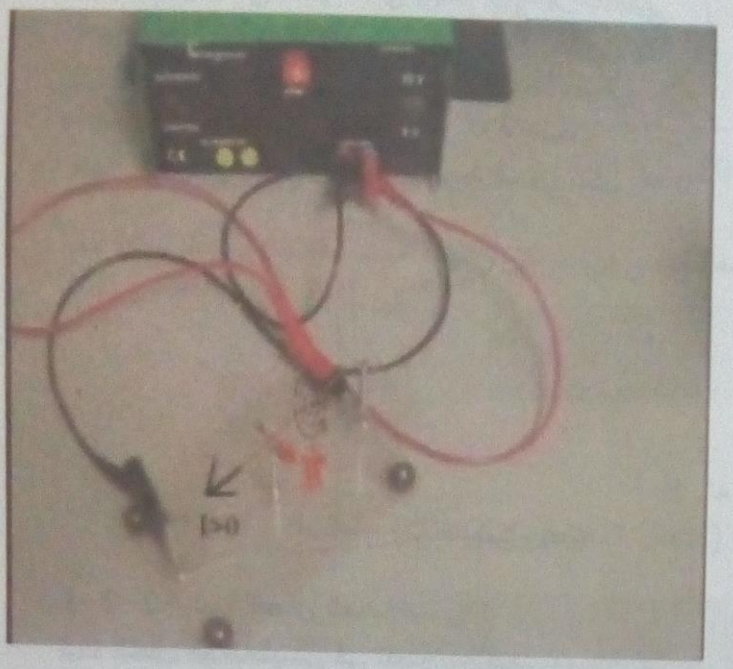
تمرين 02 :

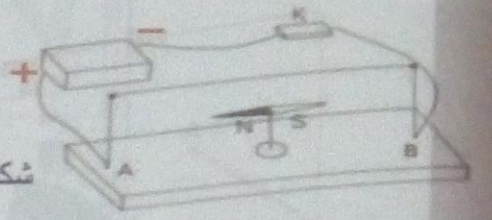
أنجز دارة تقوم بطرح عددين (A-B) في النظام الثنائي، كل عدد مكون من8 ابيات (8 bits).
وذلك بإستعمال الدارات المندمجة المناسبة .
- أستعن في ذلك بكتاب المعلومات Data Book .

4 تـطـبيـقات الكـهرومغناطيسيـة

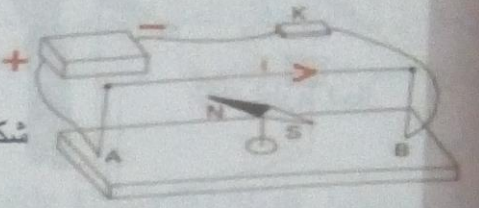
1- الحقل المغناطيسي الناتج عن تيار كهربائي :

1-1 تجربة آرستد ŒRSTED (1820):

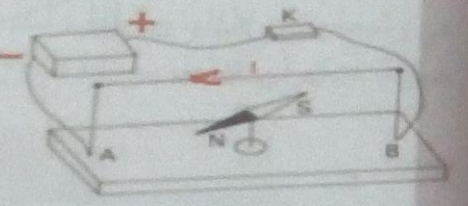




شكل 4-1



شكل 4-2



شكل 4-3

ناقل من نحاس AB مربوط بمولد و مشدود فوق إبرة ممغنطة SN موازية للناقل، تكون القاطعة k مفتوحة في حالة شكل 4-1

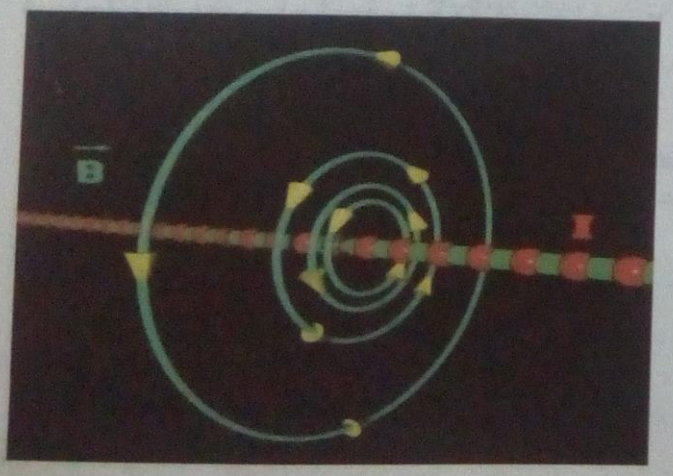
- عند غلق القاطعة k : التيار يمر من A نحو B فتنحرف الإبرة (حالة شكل 4-2) .
- عند قلب أقطاب المولد يمر التيار من B نحو A فتنحرف الإبرة في الاتجاه المعاكس (حالة شكل 4-3).

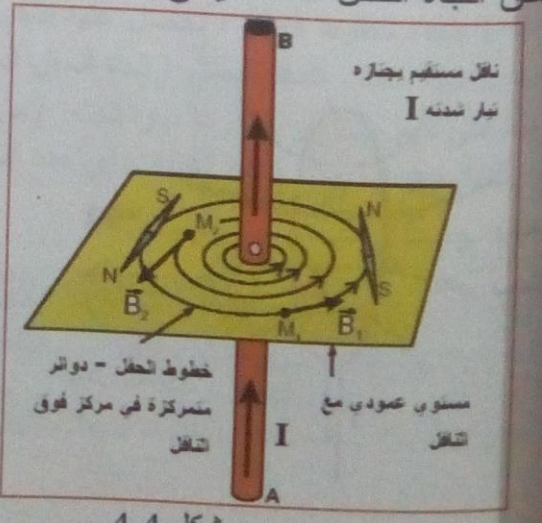
النتيجة : التيار الكهربائي هو عبارة عن منبع للحقل المغناطيسي .

1- 2 ناقل مستقيم :

- تكون خطوط الحقل بجوار الناقل عبارة عن دوائر مركزها النقطة o.
- تكون الإبرة الممغنطة مماسية لخطوط الحقل .

يتعلق اتجاه الحقل المغناطيسي باتجاه التيار الكهربائي. (شكل 4-4)





شكل 4-4

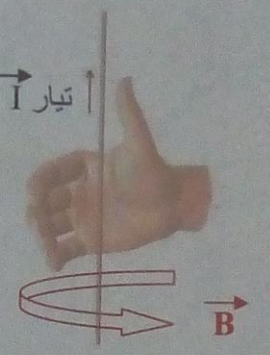
1-2-1 تعيين اتجاه خطوط الحقل : تدل الإبرة الممغنطة على جهة خطوط الحقل ، و هناك عدة قواعد عملية لمعرفة هذه الجهة .

أ- قاعدة مراقب آمبير : المراقب المستلقي على طول الناقل يقابل نقطة A بحيث يدخل التيار من قدميه و يخـــرج من رأسه ، يرى خطوط الحقل موجهة نحو يساره (شكل 4-5).

شكل 4-5

ب- قاعدة ساحبة الفلين لماكسويل :
(tire-bouchon de Maxwell)
جهة الخطوط هي الجهة التي يجب أن ندير إليها ساحبة الفلين بحيث يتقدم في جهة التيار .

ج- قاعدة اليد اليمنى : اليد اليمنى تحيط بالناقل بحيث يشير الإبهام إلى جهة التيار ، فتعطينا جهة الأصابع الأخرى جهة خطوط الحقل شكل 4-6



شكل 4-6

1-2-2- شدة الحقل المغناطيسي

شدة الحقل المغناطيسي في نقطة M تبعد بمسافة OM=d (شكل 4-8) عن ناقل مستقيم يجتازه تيار شدته I هي:

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{d}$$

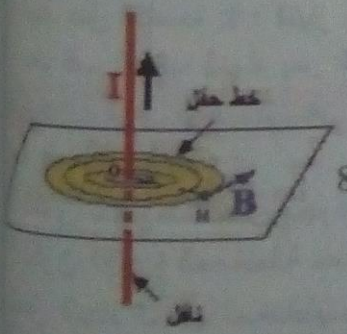
حيث :

μ_0 :هو ثابت و يمثل النفاذية المطلقة في الخلاء ، في النظام الدولي للوحدات (SI) $\mu_0=4\pi 10^{-7}$.

I : شدة التيار المار في الناقل وحدته آمبير A

d : المسافة ما بين الناقل و نقطة M وحدتها المتر .

B: شدة الحقل وحدته التسلا T.



شكل 4-8

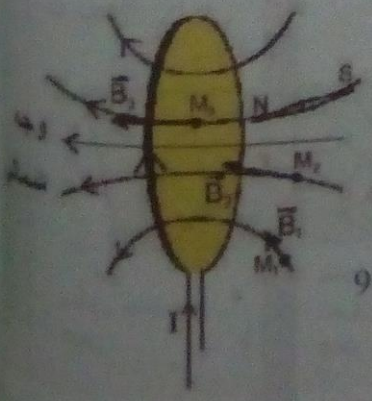
1-3 ناقل دائري (وشيعة مسطحة)

ناقل على شكل لفة دائرية يسمى بحلقة، والحقل المغناطيسي الناتج حوله يكون :

- تكون خطوط الحقل بالقرب من الناقل تقريبا دائرية
- خطوط الحقل المارة بالمركز مستقيمة ومتاعمدة على مستوي الحلقة (شكل 4-9)

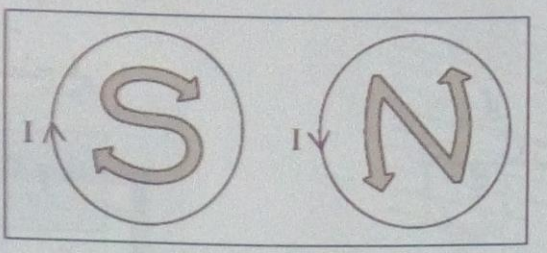
1-3-1 اتجاه خطوط الحقل

* يمكن تعيين اتجاه خطوط الحقل باستعمال الإبرة الممغنطة .



شكل 4-9

- يمكننا استعمال القواعد السابقة (رجل آمبيروالليد اليمنى).
- جهة خطوط الحقل هي جهة تقدُّم ساحبة الفلين عندما ندير ها في جهة التيار .
- يمكننا استعمال طريقـــة خاصة بالوشائع لمعرفة وجهي الوشيعة الشمالي NORD (N) و الجنوبي SUD(S) وهذا حسب اتجاه التيار (انظر شكل 4-10) .



شكل 4-10

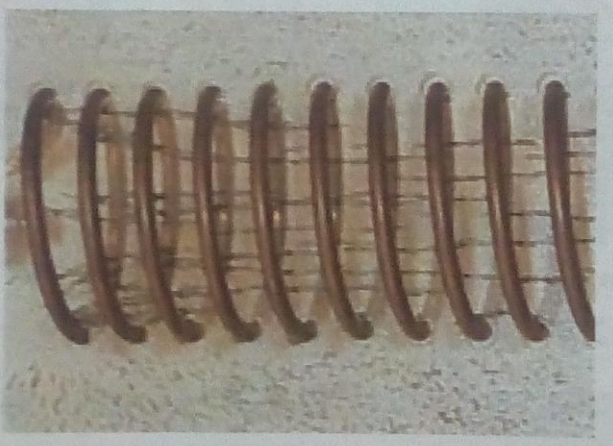
2-3-2 شدة الحقل المغناطيسي : شدة الحقل المغناطيسي في مركز وشيعة مسطحة تحتوي على N لفة دائرية قطرها D ويعبرها تيار شدته I هي :

$$B = \mu_0 \frac{NI}{D}$$

2-4 وشيعة طويلة (حلزونية) : solénoïde

هي وشيعة يكون طولها L كبيرا أمام نصف قطرها R

خطوط الحقل في الداخل موازية لمحور الحلزونية (الحقل المغناطيسي منتظم) شكل 4-11 .



شكل 4-11

2-4-1 اتجاه خطوط الحقل : نحصل عليه بتطبيق نفس قواعد وشيعة مسطحة .

2-4-2 شدة الحقل المغناطيسي : شدة الحقل المغناطيسي بجوار مركز حلزونية مكونة من N لفة متلاصقة و مرتبة على طول L و يجتازها تيار شدته I هي :

$$B = \mu_0 \frac{NI}{L} = \mu_0 nI$$

مع $n = N/L$ و يمثل كثافة الحلقات أي عدد الحلقات في المتر

ملاحظات :

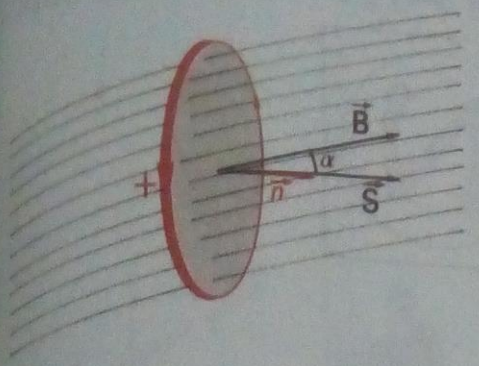
- تكون العلاقة صحيحة في كل نقطة داخل الوشيعة إذا كان طولها غير متناهي .
- داخل وشيعة حقيقية تكون القيمة صحيحة بالقرب من المركز و ذلك إذا كان طول الوشيعة L أكبر نسبيا من قطر اللفات .

3- التدفق المغناطيسي : نضع داخل حقل مغناطيسي منتظم شعاعه $\vec{B}$، سطحا مساحته S (شكل 4- 12)

توضيح وضعية السطح بالنسبة للحقل المغناطيسي :

- نختار شعاع الوحدة $\vec{n}$ الناظم على السطح S
- نعتبر الزاوية : $\alpha = (\vec{n}, \vec{B})$.

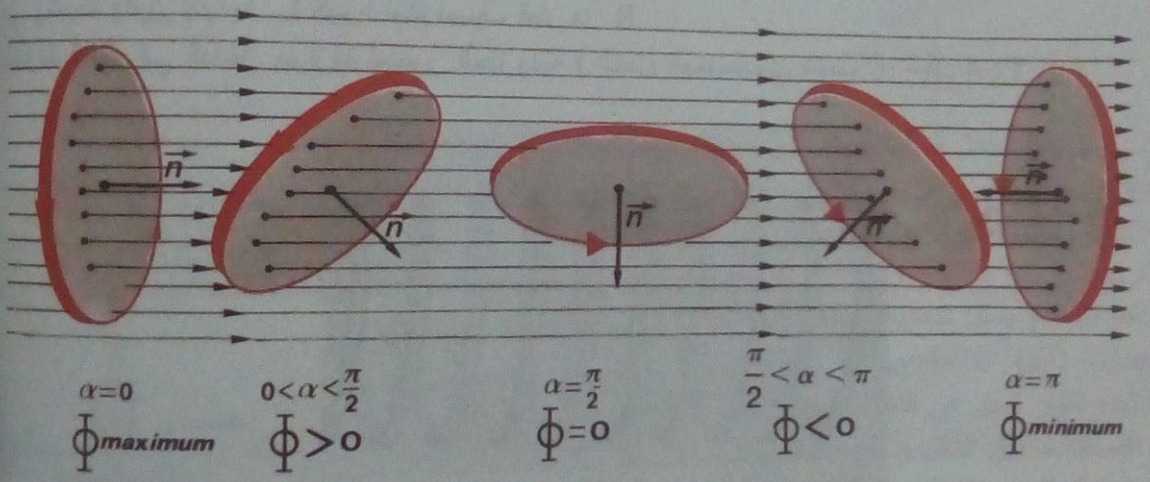
عبارة التدفق المغناطيسي عبر سطح هي :



$$\Phi = B.\ S.\ \cos\alpha$$

3-1 خصائص التدفق المغناطيسي

* التدفق المغناطيسي هو مقدار جبري .
* العبارة $\Phi = B.S\cos\alpha$ تبين أن إشارة Φ تتعلق بإشارة $\cos\alpha$ (شكل 4- 13)



شكل 4-13

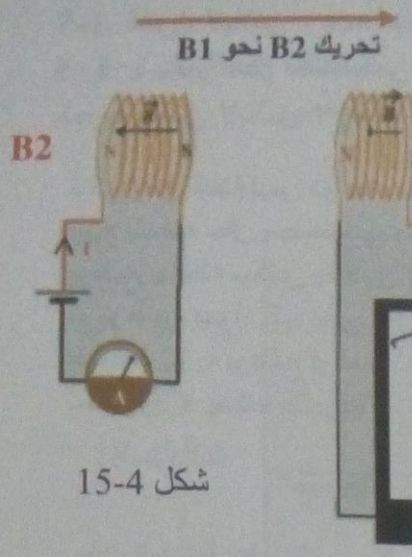
- يشير التدفق المغناطيسي إلى خطوط الحقل التي تعبر الدارة .
- ترتبط إشارة التدفق بالاتجاه الذي تعبُره خطوط الحقل.
- يكون التدفق موجبا إذا عبرت خطوط الحقل الدارة في نفس اتجاه الناظم $\vec{n}$.

3-2 وحدة التدفق المغناطيسي في النظام الدولي (SI) .

وحدة التدفق هي " الويبر " Weber (Wb) و هو التدفق الذي يعبر سطحا مستويا مساحته واحد متر مر
عندما يكون عموديا على خطوط حقل منتظم قيمته واحد تسلا .

4- التحريض الكهرومغناطيسي

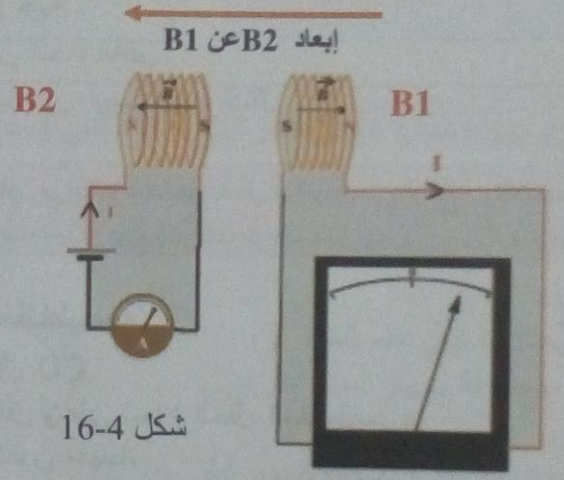
التجربة 1:



شكل 4-15

شكل 4-14

مقياس غلفاني



شكل 4-16

التفسير:

- انحراف إبرة المقياس الغلفاني (شكل 4-15) تدل على أنه خاضع لفرق كمون ،ويجتازه تيار مصدره الوشيعة B2.
- أصبحت الوشيعة B1 مقرا لقوة محركة كهربائية متحرضة.
- عندما نقرب الوشيعة B1 من الوشيعة B2 (شكل4-15)، تجتازها كمية متزايدة من خطوط الحقل و تصبح منقولة نحو جهة يكون فيها الحقل أكبر، تزداد القيمة المطلقة للتدفق المحتضن من طرف الوشيعة B2 خلال هذا الانتقال، و بالعكس عندما نبعد الوشيعة B1 عن الوشيعة B2 (شكل4-16)، تنقص القيمة المطلقة للتدفق المحتضن.
- تدعى هذه الظاهرة بـــ : ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي و يسمى التيار الناشئ بالتيـــار المتحرض، كما تسمى الوشيعة B2 بالمحرض والوشيعة B1 بالمتحرض.

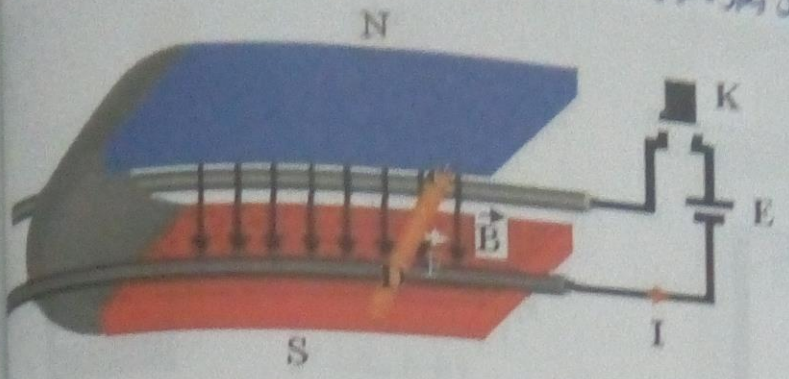
5- تطبيقات القوانين :

5-1- قانون لابلاس : Laplace

5-1-1 تأثير حقل مغناطيسي على ناقل يمر به تيار كهربائي:

تجربة سكتي لابلاس : (شكل 4- 17)

تتكون من مغناطيس ذو حدوت فرس ينتج بداخله حقل مغناطيسي منتظم يوضع بداخله سكتين (ناقلين) مربوطتين بمولد كهربائي E و زر ضاغط K ، يوضع فوقهما ناقل من نحاس CD يمكنه التحرك



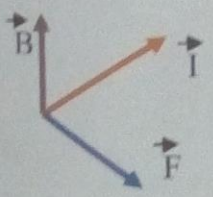
شكل 4-17

عند الضغط على الزر K، وبوجود حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ ومرور تيار شدته I على الناقل الموضوع فوق السكتين ينتقل الناقل CD في جهة .

- عند عكس أقطاب المولد ينعكس اتجاه الناقل.
- عند عكس أقطاب المغناطيس ينعكس أيضا اتجاه الناقل.

استنتاج :

كل ناقل يجتازه تيار كهربائي وهو موجود داخل حقل مغناطيسي ، فإنه يخضع لقوة $\vec{F}$ تسمى القوة الكهرومغناطيسية (قوة لابلاس) .



5-1-2 مميزات القوة الكهرومغناطيسية :

* نقطة التأثير : هي منتصف الناقل CD
* الحامل : عمودي على الناقل وعلى شعاع الحقل المغناطيسي، أي أنه عمودي على المستوي المتكون منهما.
* الجهة : تتعلق بجهة التيار و جهة الحقل المغناطيسي وتُعيَّن بقاعدة رجل آمبير أو قاعدة اليد اليمنى.

- **قاعدة رجل آمبير** : تكون جهة القوة $\vec{F}$ وفق يسار رجل آمبير المستلقي على الناقل بحيث يدخل التيار من رجليه و يخرج من رأسه وهو ينظر في جهة شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$.
- **قاعدة اليد اليمنى** : تكون جهة القوة وفق الإبهام العمودي على كل من السبابة التي تشير إلى جهة التيار الكهربائي $\vec{I}$ والوسطى التي تشير إلى جهة الحقل المغناطيسي B.

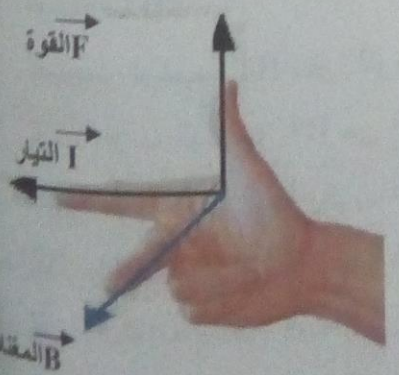
* الشدة : تتناسب مع :

- شدة الحقل المغناطيسي $\vec{B}$.
- شدة التيار المار في الناقل I .
- طول الناقل L .

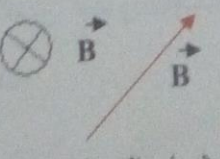
$$F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin\alpha$$

- $\sin\alpha$ حيث α : الزاوية المحصورة بين الشعاع $\vec{B}$ والناقل .

وحدة القوة الكهرومغناطيسية نيوتن .

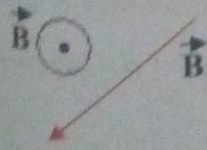


ملاحظة : يمكن تمثيل شعاع عمودي على مستوي بالطرق التالية :

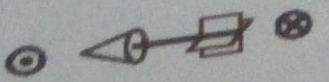


يمثل دخول شعاع إلى المستوي المقابل

سهم مع نظرته وهو داخل ونظرته و هو خارج من المستوي



يمثل خروج شعاع من المستوي

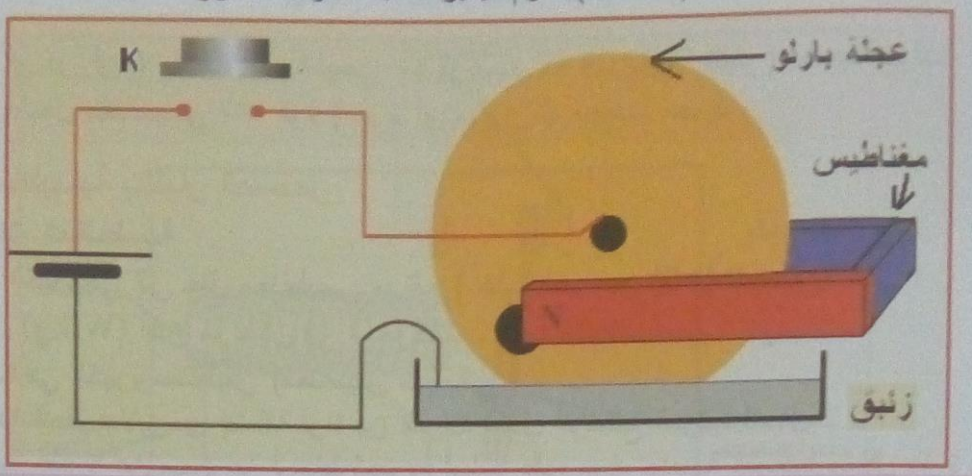


5-2- تطبيقات قانون لابلاس :

- عجلة بارلو Barlow (محرك كهربائي صغير):

عند الضغط على الزر k يجتاز التيار نصف قطر العجلة ، وهي موضوعة داخل حقل مغناطيسي منتظم ، فتصبح خاضعة لقوة كهرومغناطيسية $\vec{F}$ نقطة تأثيرها في منتصف الجزء المغمور في الحقل المغناطيسي .(انظر الشكل 4-18)

ينتج عن قوة كهرومغناطيسية (لابلاس) عزم فيدير العجلة حول المحور.



شكل 4-18

استنتاج: (تجربة عجلة بارلو Barlow) تمثل ظاهرة المبدأ الأساسي لمحركات التيار المستمر

6- قانون فرادي :

يولد كل تغير في التدفق من خلال دارة كهربائية قوة محركة كهربائية متحرضة e .

تجربة : مبدأ تشغيل محول

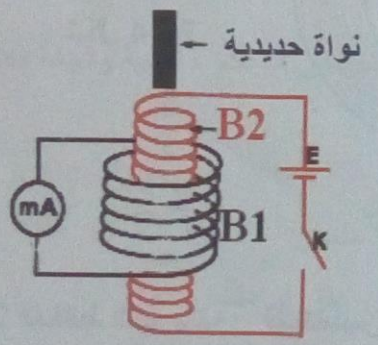
الوشيعة المحرضة B_2 يجتازها تيار دائم شدته I .

الوشيعة المتحرضة B_1 موصولة بجهاز آمبير متر، (انظر الشكل 4-19) .

ندخل نواة حديدية داخل وشيعة B_2 ، نلاحظ ظهور تيار متحرض على جهاز الآمبير متر .

النواة الحديدية توجه خطوط الحقل داخل الوشيعة وبالتالي تقوي النفاذية μ ، فيزداد الحقل و التدفق .

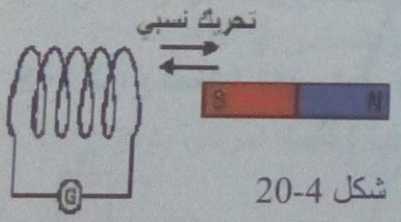
التغيير في التدفق ينتج قوة محركة كهربائية f.e.m متحرضة e و تيارا متحرضا .



شكل 4-19

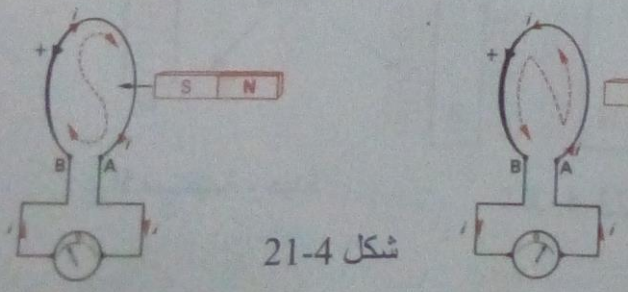
تجربة : نقرب القطب الجنوبي للمغناطيس الدائم نحو الوشيعة ثم نبعده . (شكل 4- 20)

نقرب القطب الشمالي للمغناطيس الدائم نحو الوشيعة ثم نبعده.



شكل 4-20

التفسير : حركة المغناطيس تولد في دارة الوشيعة تيارا متحرضا ، ينتج هذا الأخير في الوشيعة تدفقا مغناطيسيا يسمى تدفق متحرض ، يكون اتجاهه بحيث يعاكس حركة المغناطيس أي تغيرات التدفق المحرض (شكل 4-21) .



شكل 4-21

7-قانون لانز : جهة التيار المتحرض تعاكس السبب الذي أحدثها .

• القوة المحركة الكهربائية المتحرضة : بينت التجارب السابقة أن : القوة المحركة الكهربائية المتحرضة e
- تتناسب طردا مع التغير في التدفق المغناطيسي المحرض $\Delta\Phi$ عبر الدارة .
- تتناسب عكسيا مع المدة Δt التي يحدث فيها هذا التغيير .

تعطى القوة المحركة الكهربائية المتحرضة المتوسطة بالعلاقة :

$$e = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$$

خلاصة :

- قوة ←(عزم أي دوران) + حقل مغناطيسي ← قوة محركة كهربائية (تيار)← مبدأ مولدة
- تيار كهربائي + حقل مغناطيسي ← قوة (عزم أي دوران) ←مبدأ محرك

8- الدارات المغناطيسية بالتيار المستمر:

8-1 تعريف الدارات المغناطسية

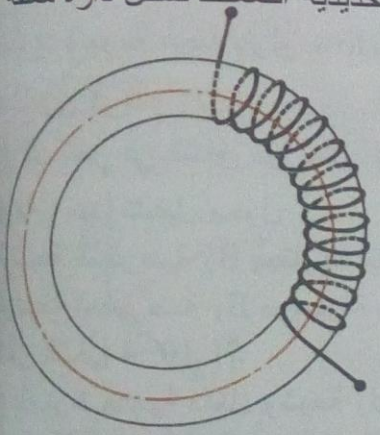
تحتاج آلات تيار الكهربائي إلى حقل مغناطيسي مرتفع (عامة أكبر من 1 T) للحصول على :

- استطاعة كتلية (W/kg) أكبر ما يمكن في المحركات .
- قوة جذب شديدة في الكهرومغناطيس (مغناطيس كهربائي) .

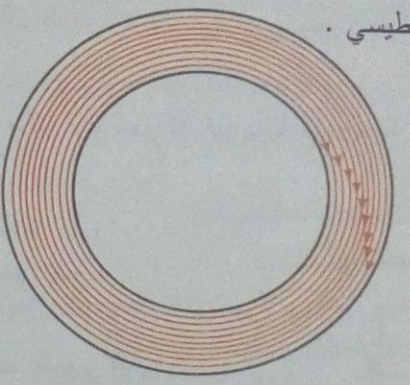
للحصول على هذا الحقل، لابد من إضافة نواة من الفولاذ داخل الوشائع المولدة للحقل .

الدارة المغناطيسية عبارة عن مجموعة أوساط تحتوي أساسا على مواد حديدية التمغنط تشكل دارة مغلقة ويمكن أن يعبرها تدفق مغناطيسي .

أمثلة لدارات مغناطيسية



دارة مغناطيسية مثالية إضافة لوشيعة



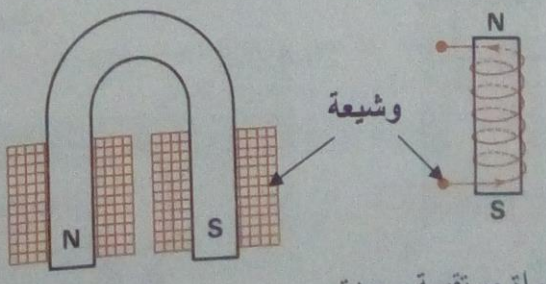
دارة مغناطيسية مثالية

شكل 4-22

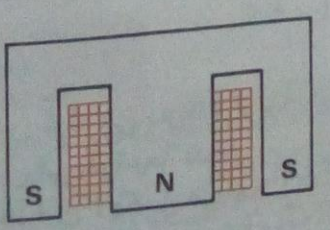
8-2 المغانط الكهربائية:

المغناطيس الكهربائي عبارة عن مغناطيس مؤقت، لا ينتج تأثيرات مغناطيسية إلا في حالة مرور التيار بالوشيعة، ويحتوي على نواة ممغنطة من الحديد أو الفولاذ اللين ملفوفة بوشيعة أو عدة وشائع. يمكن لهذا الكهرومغناطيس أن يجذب قطع حديدية التمغنط تسمى لابوس armature.

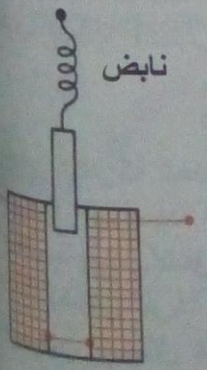
8-3 أنواع المغانط الكهربائية (شكل 4-23)



نواة مستقيمة وحيدة



مصفح الو شيعة حول نواة المركزية



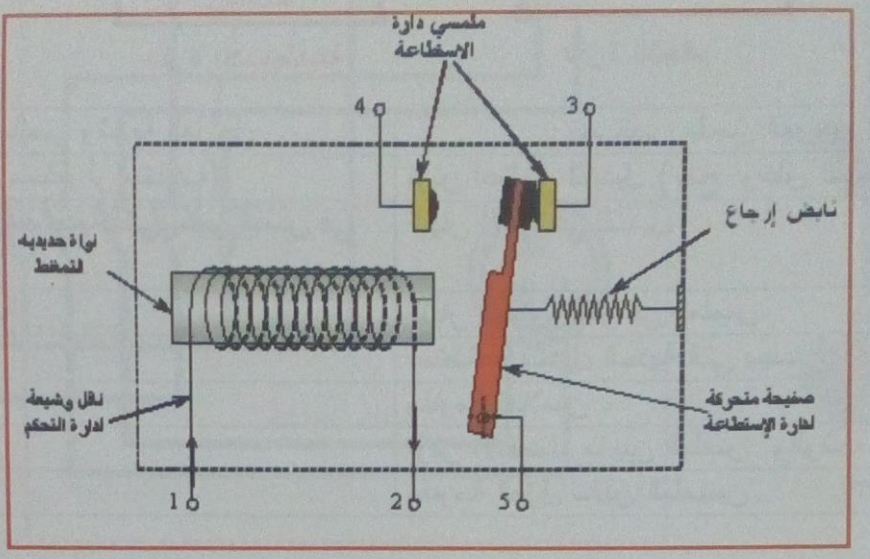
شكل 4-23

9- مبدأ المرحل الكهرومغناطيسي: (شكل 4-24)

المرحل هو عبارة عن جهاز كهرومغناطيسي يسمح بفتح أوغلق قاطعة كهربائية بإشارة تحكم ، يحتوي على جزئين منفصلين كهربائيا ، ومقرونين ميكانيكيا :

جزء التحكم يحتوي على وشيعة و جزء للإستطاعة يحتوي على قاطعة أو عدة قواطع متحكم فيها .

تمثيل مرحل كهرومغناطيسي



شكل 4-24

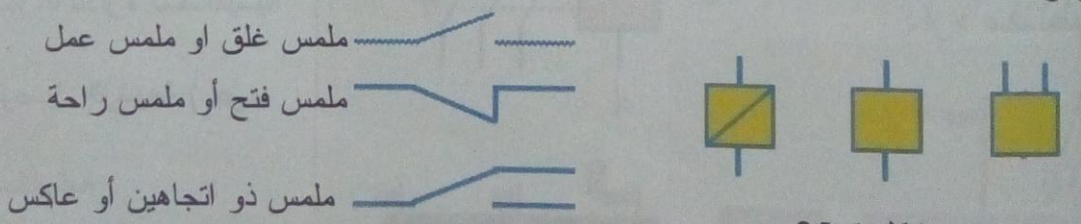
عند تغذية الوشيعة ، ينتج حقل مغناطيسي يجذب صفيحة lamelle معدنية والتي تصبح في وضعية عمل(T) Travail. عند قطع تغذية الوشيعة تعود الصفيحة إلى وضعيتها البدائية أي في وضعية الراحة (R) Repos عن طريق نابض إرجاع .

ملاحظة : يوجد مرحل يسمى ثنائي استقرار يحتوي على وشيعتين مستقلتين في التحكم ، تغذية وشيعة تضع الملمس في وضعية عمل و تغذية الوشيعة الأخرى ترجعه إلى وضعية راحة .

9-1 مرحل ذو لف بسيط (أحادي الإستقرار) : (شكل 4-25)

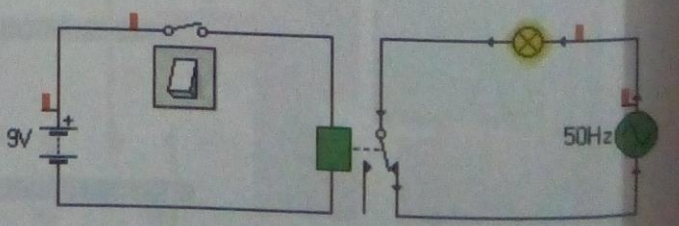
هو عبارة عن مرحل مستعمل بكثرة في الإلكترونيك .

رمزه : جزء تحكم : * ملمس:

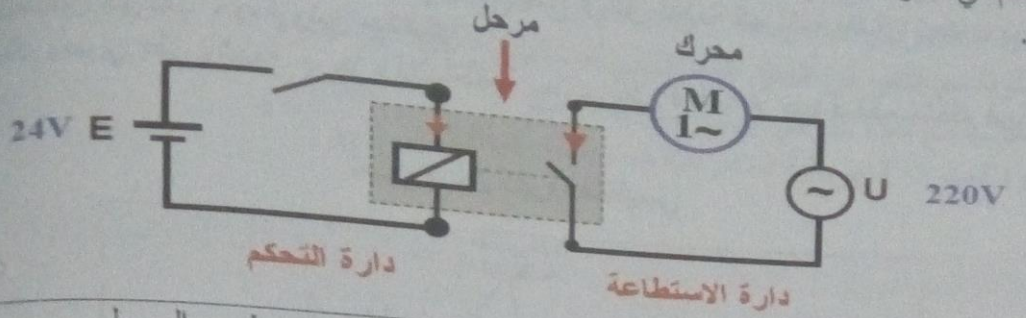


شكل 4-25

نشاط : تحكم في مصباح ذو توتر 220v بواسطة تيار ضعيف ناتج عن تغذية وشيعة المرحل بتوتر 9v .



نشاط : تحكم في محرك أحادي الطور مغذى بتوتر 220v بواسطة تيار ضعيف ناتج عن تغذية وشيعة المر
بتوتر 24v.



خصائص وشيعة المرحل	خصائص ملمس المرحل
توتر التغذية (مستمر أو متناوب)	توتر أعظمي للتبديل (فتح وغلق الملمس)
توتر القطع: قيمة حدية لكي يكون ملمس في حالة راحة	التيار الأعظمي للتبديل
مقاومة الوشيعة	التيار الحدي المار في الملمس
	استطاعة التبديل الحدية التي يجب أن لا نجتازها
	مقاومة التلامس .
	توتر الانفصام ما بين الملمس والوشيعة
	مقاومة العزل مابين الملمسين

10- المُلامس:

10-1 تعريف :عبارة عن جهاز ميكانيكي بوصلة متحكم فيها عن طريق كهرومغناطيس، لما نغذي الوشيعة يغلق الملمس و يحقق الدارة مابين الشبكة و تغذية المستقبل (المحرك).

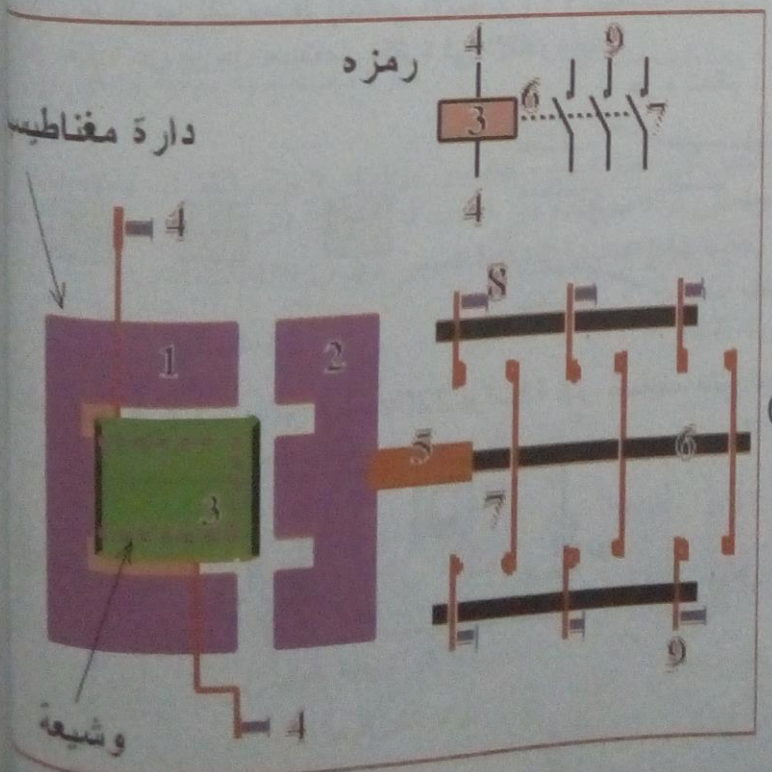
يحتوي الكهرومغناطيس على دارة مغناطيسية (صفائح من الفولاذ بالسيليسيوم) ووشيعة تنتج تدفقا مغناطيسيا ضروريا لجذب الجزء المتحرك للدارة المغناطيسية .

يحتوي ملامس الاستطاعة على جزء ثابت و جزء متحرك مزود بنابض إرجاع لفتح الملامس.

10-2 مكوناته : (شكل 4-26)

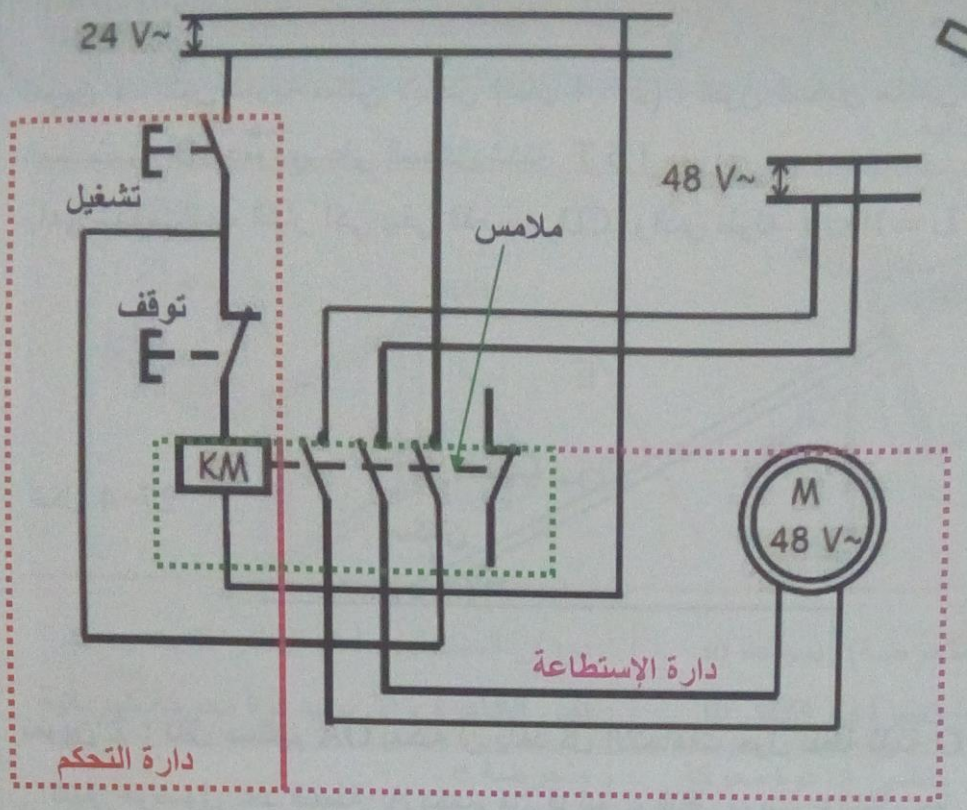
1 – جزء ثابت للدارة المغناطيسية
2- جزء متحرك للدارة المغناطيسية
3- وشيعة
4- برغي توصيل الوشيعة (جزء تحكم)
5- رابطة ميكانيكية
6- جزء عازل
7- ملمس متحرك
8 – برغي التوصيل(جزء الاستطاعة)
9- ملمس ثابت

الملامس



شكل 4-26

3-10 تطبيقات الملامس :



آلة ثقب

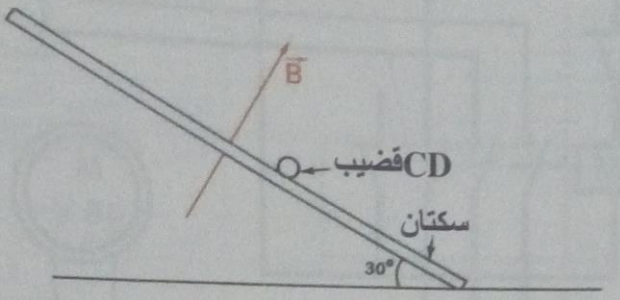
كيفية تشغيل الآلة:

عند الضغط على زر التشغيل تتمغنط الوشيعة KM فبنغلق الملامس مغذيا محرك آلة الثقب.
تبقى الآلة تشتغل رغم زوال التأثير على زر التشغيل وذلك بسبب مماس الإحتفاض الذي يغذي آليا الوشيعة.
و لإقاف آلة الثقب نضغط على زر التوقف .

ملاحظة:- نلاحظ أن توتر تغذية الوشيعة يختلف عن توتر تغذية المحرك.
- توجد أزرار التحكم على آلة الثقب.

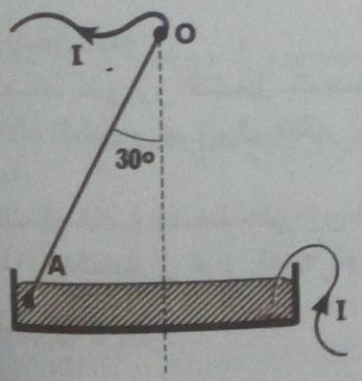
تمارين

تمرين 1 : لتكن تجربة سكتي لابلاس (شكل 4-27) . تكون السكتان مائلتين بزاوية 30^0 بالنسبة للأفق . ا
المغناطيسي $\vec{B}$ عمودي على السكتين شدته 1.5 T .
ماهي شدة و اتجاه التيار لكي يبقى القضيب CD والذي طوله L = 10cm و كتلته 1 kg متوازنا ؟



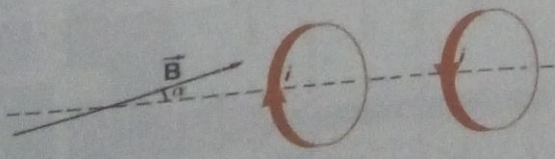
شكل 4-27

تمرين 2 : ناقل مستقيم OA يمكنه أن يأخذ كل الاتجاهات حول نقطة ثابتة O (شكل 4-28) .
التيار موصول عند النقطة A بحمام من الزئبق ، الناقل موضوع داخل حقل منتظم أفقي شدته 0.05 T.
يصنع الناقل مع الشاقول زاوية 30^0 .
طول الناقل OA=20cm .
احسب شدة التيار المار في الناقل علما
أن كتلة الناقل m=20g .



شكل 4-28

تمرين 3 : لتكن وشيعتان مسطحتان متماثلتان (شكل 4-29) يعبر هما نفس التيار i وباتجاه مختلف .
الكل موضوع داخل حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ ،يصنع المحور المشترك للوشيعتين مع شعاع الحقل $\vec{B}$ زاوية
ماهي قيمة التدفق المغناطيسي عبر جملة الوشيعتين .

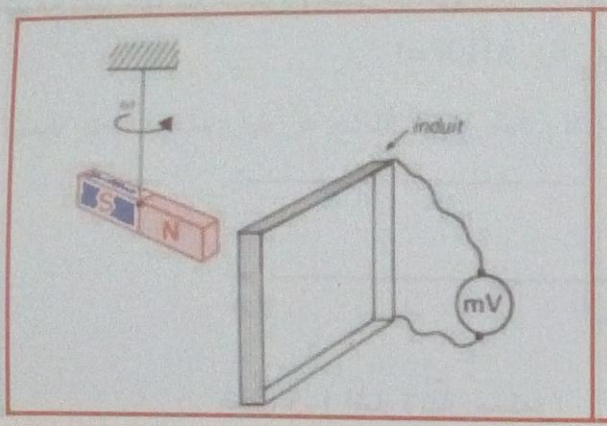


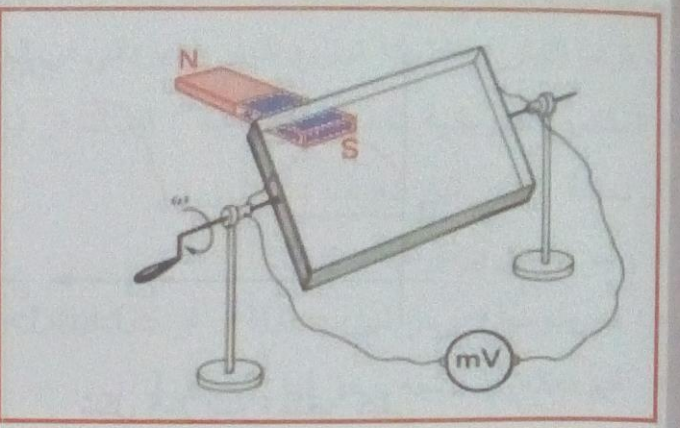
شكل 4-29

تمرين 4 : اطار مستطيل مساحته $S=10\ cm^2$ يدور بسرعة زاوية $\omega=100\pi\ rad/s$ في حقل مغناطيسي منتظم شدته B=0.1 T .
كيف يتغير التدفق المغناطيسي بدلالة الزمن ؟

5 الدارات الكهربائية في التيار المتناوب

1- تمهيد : لتكن التجربة التالية :





دوران الإطار (وشيعة متحرضة) بسرعة ω أمام مغناطيس ثابت ينتج تغييرا في التدفق Φ وبالتالي يتغير الحقل B ،فتظهر إذا قوة محركة كهربا ئية متحرضة e يمكن قياسها بجهاز فولط متر.

دوران المغناطيس أمام الإطار الثابت يحدث نفس الظاهرة ، أي توليد قوة محركة كهربائية متحرضة e .

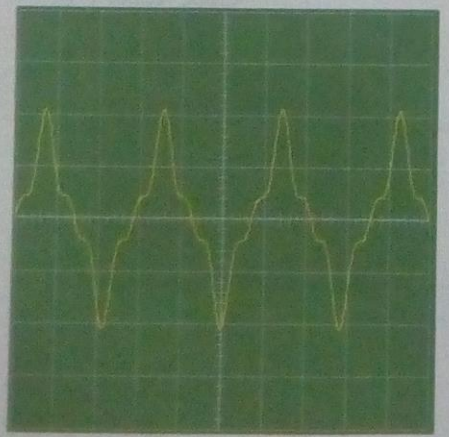
بعد اكتشاف التيار المستمر في الدرس السابق، نلاحظ من خلال التجربة السابقة أنه يوجد نوع ثاني من التيار وهو تيار متغير كون التدفق متغير .

دينامو دراجة

دينامو دراجة مفكك

مثال : دينامو إنارة دراجة

دينامو دراجة



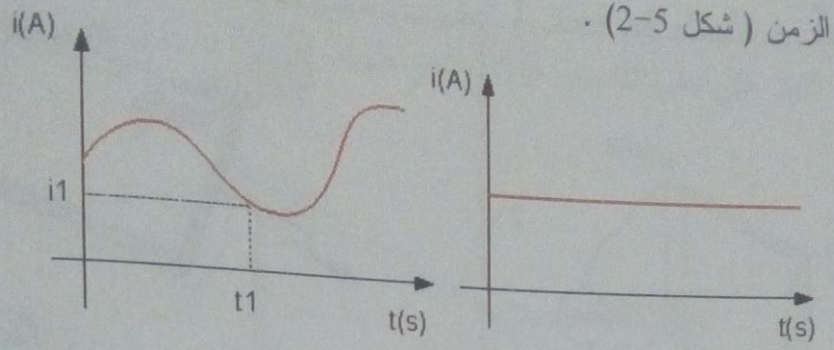
إشارة التيار الناتجة عن الدينامو

توليد التيار بدوران الدينامو

2- **أنواع الإشارات الكهربائية**: تنقسم الإشارات إلى قسمين

-إشارة (تيار أو توتر) مستمرة:وهي الإشارة التي لا تتغير على مدى الزمن و تحدد بمعرفة قيمتها(شكل 5-

- إشارة (تيار أو توتر) متغيرة : وهي الإشارة التي تتغير مع الزمن وهي أنواع بحيث تكون معرّفة حس
طبيعة تغيراتها مع الزمن (شكل 5-2) .



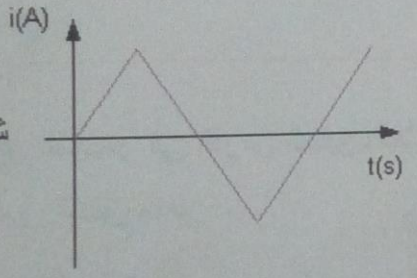
شكل 5-1 إشارة تيار مستمر

شكل 5-2 إشارة متغير كيفي

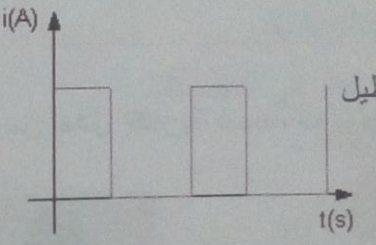
2-1 تصنيف التيارات : تصنف التيارات حسب الاتجاه :

أ)- **تيارات أحادية الاتجاه** : تنتقل دائما في نفس الإتجاه أي بنفس الإشارة ، تكون سالبة أو موجبة شكل5-3

ب)- **تيارات ثنائية الاتجاه** : لاتنتقل دائما في نفس الإتجاه أي لها شدة تارة موجبة و تارة سالبة شكل5-4



شكل 5-4 تيار مت
ثنائي الإتجاه



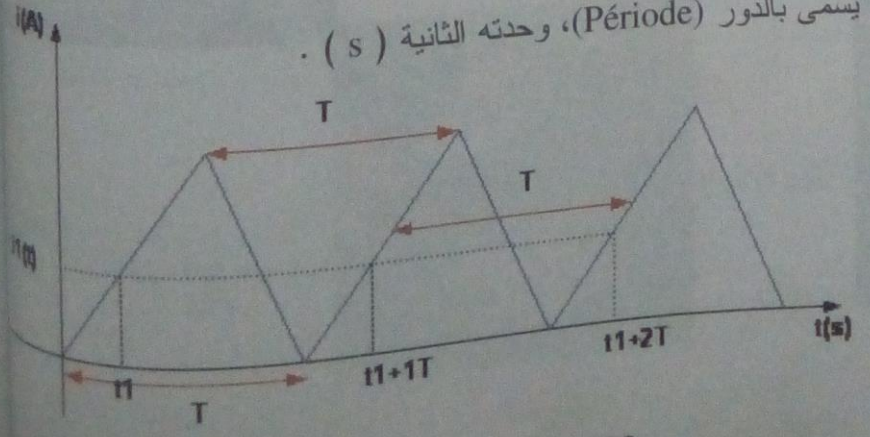
شكل 5-3 تيار مستطيل
أحادي الإتجاه

ج)- **تيارات دورية** : يسمى التيار المتغير تيارا دوريا عندما يأخذ نفس القيمة خلال الفترتين t1 و t1+nT
(هناك تكرار لشكل مطابق خلال زمن ثابت T) حيث :

t1 : لحظة معينة

n : عدد طبيعي

T : هو عبارة عن مجال زمني يسمى بالدور (Période)، وحدته الثانية (s) .



شكل 5-5 تيار مسنن
دوري

مثال : دور التيار في شبكة سنلغاز هو T=20ms .

التردد : (Fréquence) تردد التيار الدوري هو عدد الدورات خلال ثانية .

وحدة التردد هي الهرتز Hertz (Hz)

$$f = \frac{1}{T}$$

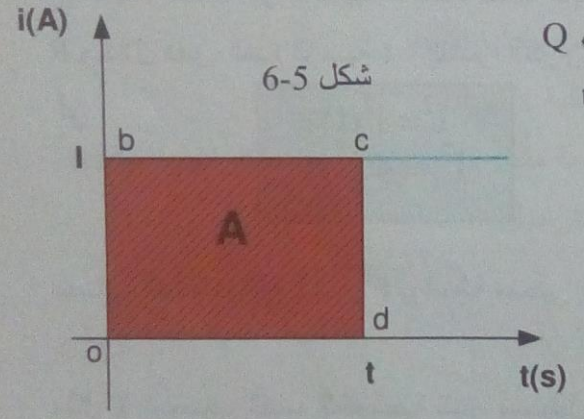
مثال : تردد التيار في شبكة توزيع التيار الكهربائي في الجزائر f=50Hz .

2-2 المقادير الكهربائية المميزة للإشارات : قيم التوتر u(t) و تيار i(t) الناتج عن تيار متغير تتغير قيمها في كل لحظة .لتمييز تيار نعرف :

- قيم عظمى يرمز لها بـــ $\hat{I}, \hat{U}$
- قيم متوسطة يرمز لها بـــ $\bar{I}$ ، $\bar{U}$ أو $<I>, <U>$
- قيم فعالة أو منتجة يرمز لها بـــ I, U

أ)- **القيمة العظمى** : وهي القيمة العظمى التي تأخذها الدالة u(t) أو i(t) والتي تسمى كذلك بقيمة الذروة يمكن قياسها بجهاز راسم الإهتزاز .

ب) – **القيمة المتوسطة** : يمكن تعريفها بمقارنة مع التيار المستمر، حيث أن شدة التيار المتوسطة لتيار متغير تساوي إلى شدة التيار المستمر الذي يحمل نفس كمية شحنة الكهربائية Q خلال نفس المدة الزمنية .



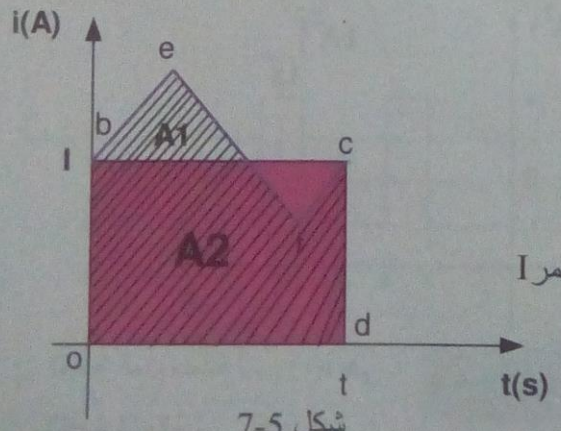
شكل 5-6

يمثل الشكل 5-6 المقابل تيارا مستمرا شدته I .كمية الكهرباء Q التي ينقلها تمثل في المساحة A لمستطيل obcd خلال زمن t

إذن المساحة A = كمية شحنة الكهربائية Q

$$Q = It \Rightarrow I = \frac{Q}{t}$$

القيمة المتوسطة $\bar{I}$ تساوي : $I = \frac{Q}{t} = \frac{(A)}{t}$



شكل 5-7

ليكن شكل 5-7 حيث مساحة A2 هي مساحة المستطيل obcd

و A1 مساحة المضلع obefcd .

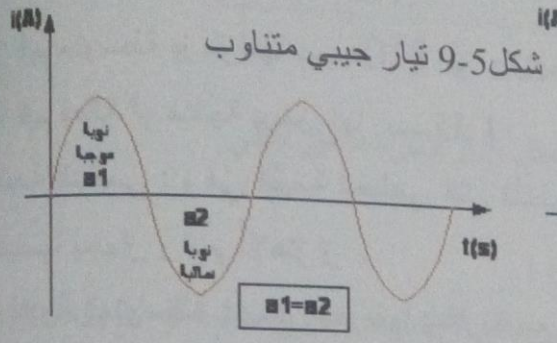
التيار المتغير i(t) ينقل كمية كهرباء ممثلة في مساحة A1 .

المساحة A2 تمثل كمية كهرباء التي تنقل من طرف التيار المستمر I

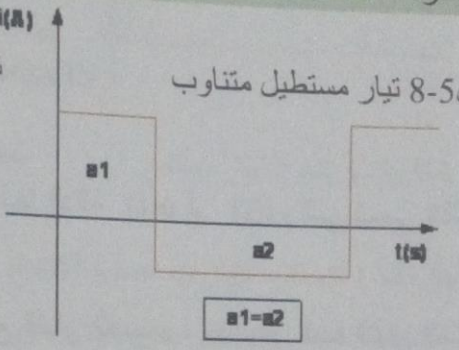
إذا كانت مساحة A1= مساحة A2 إذن I هي القيمة المتوسطة لتيار المتغير i(t) .

ملاحظات:

- القيمة المتوسطة لتيار دوري تكون معرفة خلال دور .
- بالنسبة لتيار ثنائي الإتجاه تحسب المساحات الموجودة تحت المحور الأفقي سالبا .
- تيار ذو قيمة متوسطة معدومة يعتبر متناوبا Alternatif أي مساحة النوبة الموجبة تساوي مساحة النوبة السالبة .
- تقاس القيمة المتوسطة لتيار متغير بجهاز آمبير متر كهرومغناطيسي في وضعية "مستمر" وتكون القراءة مباشرة .



شكل5-9 تيار جيبي متناوب



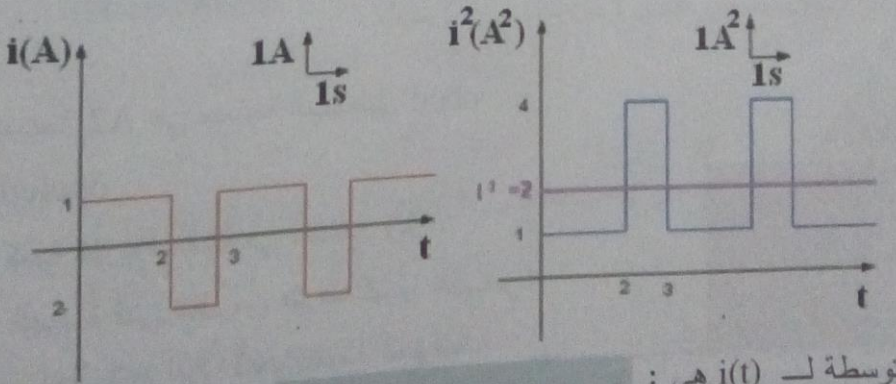
شكل5-8 تيار مستطيل متناوب

ج) **القيمة الفعالة أو المنتجة** : الشدة الفعالة لتيار متغير تساوي شدة التيار المستمر الذي ينتج في نفس المقاومة R وخلال نفس المدة الزمنية t . إنتشار الحرارة $W= R\, i^2 t$ و التي تمثل أيضا القيمة المتوسطة لـ $i^2(t)$. أي

$$I^2 = \overline{i^2(t)}$$
$$I^2 = \langle i^2 \rangle$$

لحساب القيمة الفعالة I لتيار i بواسطة منحنى i(t) نرسم أولا $i^2(t)$ ثم نحسب القيمة المتوسطة لـ $i^2(t)$ أي $\langle i^2 \rangle$.

مثال 1 : حساب القيمة المتوسطة لتيار مستطيل i(t) شكل 5-10 .



شكل 5-10

القيمة المتوسطة لـ i(t) هي : $\overline{I} = \frac{1}{3}((2*1)-(2*1)) = 0$

إذن i(t) تيار متناوب .

القيمة الفعالة لـ i(t) هي :

$$I^2 = \frac{1}{3}[(1*2)+(4*1)] = \frac{1}{3}*6 = 2A^2$$

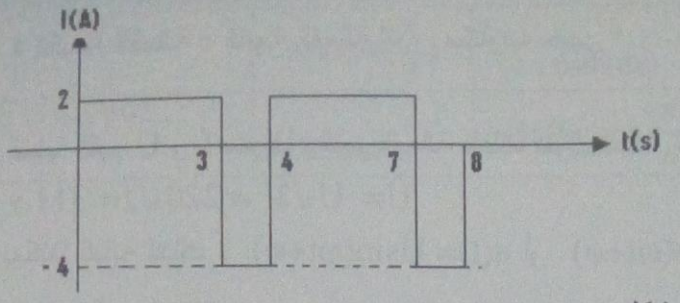
$$I = \sqrt{2}A$$

مثال2:(شكل 5-11)

لتكن الإشارة التالية الموضحة في الشكل المقابل

أحسب :

- الدور وحدده على الشكل
- القيمة المتوسطة. ماذا تستنتج ؟
- القيمة المنتجة



شكل 5-11

ملاحظة : يمكننا قياس القيمة الفعالة لتيار أو توتر متغير بإستعمال فولط متر كهروديناميكي ، حراري ، حديدي التمغنط و كذلك فولطمتر الرقمي و الذي توجد فيه العلامة RMS (Root Mean Square) و التي تعني جذرتربيعي للقيمة المتوسطة لمربع شدة التيار .

د)- **تيار جيبي متناوب** : نقول أن التيار متغير جيبي إذا كانت عبارته الرياضية من شكل :

$$i(t) = \hat{I} \sin(\omega t + \varphi)$$

حيث : $i(t)$: القيمة اللحظية لشدة التيار أو السعة اللحظية وحدتها الآمبير .

$\hat{I}$: القيمة العظمى لشدة التيار وتسمى السعة أو المطال الأعظم وحدتها الآمبير.

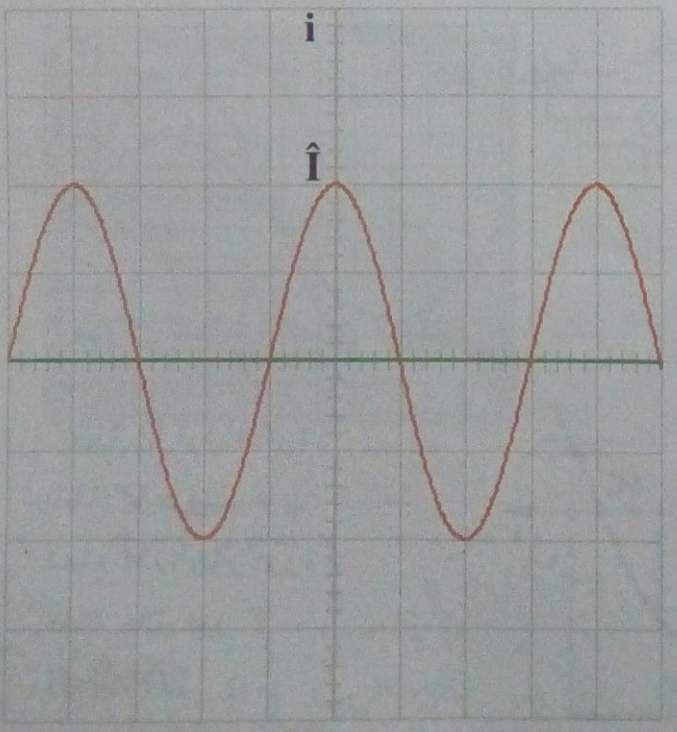
ω : النبض أو السرعة الزاوية للمطال وحدتها راديان على الثانية rad/s .

$(\omega t + \varphi)$: الطور أو الصفحة اللحظية وهي عبارة عن زاوية متغيرة مع الزمن وحدتها الراديان (rad).

φ : الطور الإبتدائي أي الزاوية في اللحظة $t = 0s$ وحدتها الراديان .

$-1 \leq \sin(\omega t + \varphi) \leq 1$.

$2\hat{I}$ تسمي القيمة ذروة ذروة القيمة



شكل 5-12

• **النبض و الدور و التردد :**

نضع $\theta = \omega t$. الدالة $i(t) = \hat{I} \sin(\theta + \varphi)$

دورها يساوي 2π إذن لدينا :

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$: ω rad / s

T : بثواني s

f : تردد بـــ Hz

• **القيمة المتوسطة** : القيمة المتوسطة لتيار متناوب جيبي معدومة .

• **القيمة الفعالة** : القيمة الفعالة لتيار متناوب جيبي : $I = \frac{\hat{I}}{\sqrt{2}}$ $U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$

عمليا القيم U و I معرفة بالقيم الفعالة ،لذلك نقول شبكة 220 v معناه القيمة الفعالة تساوي 220 v أي:

$\hat{U} = U\sqrt{2} = 220\sqrt{2} = 311$ v

يمكننا كتابة كذلك : $u(t)=\hat{U}\sin(\omega t+\varphi)$ أو $u(t)=U\sqrt{2}\sin(\omega t+\varphi)$

3- تمثيل فرينل :هو عبارة عن تمثيل شعاعي لدوال جيبية بحيث يسمح باستبدال دالة جيبية بشعاع هدفه:

- مقارنة دالتين جيبيتين بنفس التردد

* **شعاع فرينل** : لكل مقدار جيبي $u(t)=\hat{U}\sin(\omega t+\varphi)$ نضم شعاعا $\overrightarrow{OM}$ حيث :

- طويلة شعاع $\overrightarrow{OM}$ تساوي القيمة العظمى للمقدار الممثل : $\|\overrightarrow{OM}\| = \hat{U}$.

- الزاوية $(\overrightarrow{ox},\overrightarrow{oM_0})$ تمثل الصفحة أو الطور الإبتدائي أي لما t=0s وضعية M عند M_0 أي $\varphi=(\overrightarrow{ox},\overrightarrow{oM_0})$

- الزاوية $(\overrightarrow{ox},\overrightarrow{oM})$ تمثل الصفحة أو الطور اللحظي أي في لحظة t وضعية النقطة M

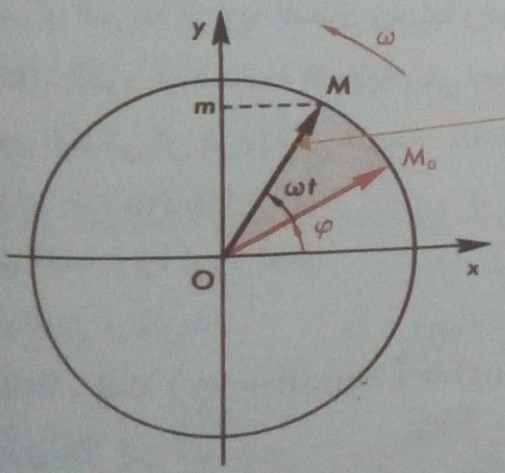
$$(\overrightarrow{ox},\overrightarrow{oM}) = (\overrightarrow{ox},\overrightarrow{oM_0}) + (\overrightarrow{oM_0},\overrightarrow{oM}) = \omega t+\varphi$$

- ليكن m مسقط M على محور $\overrightarrow{oy}$.

$$\forall t \Rightarrow \overline{om} = u(t) = \hat{U}\sin(\omega t+\varphi)$$

لذلك نقول أن التوتر الجيبي $u(t)=\hat{U}\sin(\omega t+\varphi)$ يمثل بشعاع دوار $\overrightarrow{oM}$ حيث $oM=U\sqrt{2}=\hat{U}$

سرعة دورانه = ω .



شعاع فرينل

شكل 5-14

* **دوران شعاع و تمثيل الديكارت:**

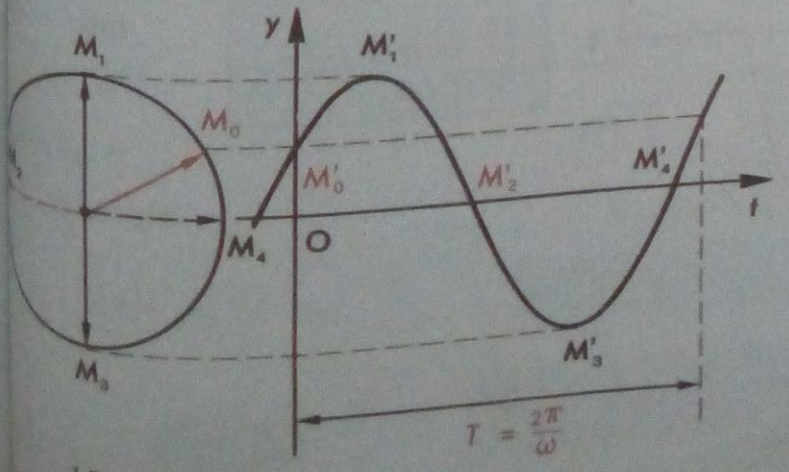
$u(t)=\hat{U}\sin(\omega t+\varphi)$

نقطة M فوق الدائرة

نقطة M' فوق مستوي

شعاع $\overrightarrow{OM}$ يدور دورة كاملة خلال دور T

$\|\overrightarrow{OM}\|=\hat{U}$



شكل 5-15

نشاط: مثل بإنشاء فرينل أزواج المقادير تيار و توتر التالية السلم : 1 سم ---> 1A و اسم ---> 40 V

i(A)	$4\sin(\omega t-\frac{\pi}{3})$	$6\sin(\omega t)$	$8\sin(\omega t+\frac{\pi}{4})$	$7\sin(\omega t-\frac{\pi}{12})$
u (V)	$220\sin(\omega t)$	$150\sin(\omega t-\frac{\pi}{6})$	$380\sin(\omega t+\frac{\pi}{2})$	$310\sin(\omega t+\frac{\pi}{4})$

4- ممانعة ثنائي القطب غير فعال وخطي:

ثنائي قطب غير فعال وخطي هوعبارة عن دارة لاتحتوي على قوة محركة كهربائية ، و وسائطها لها قيم ثابتة مثل مكثفة C – وشيعة L – مقاومة R .

إذا غذينا ثنائي القطب بتوتر جيبي $u(t)= \hat{U}\sin(\omega t+\varphi)$ يجتازه تيار $i(t) = \hat{I}\ \sin(\omega t)$ فإن القيم الفعالة U و I تتناسب طرديا . نضع :

$$U=Z\,I$$

حيث Z يمثل الممانعة الحقيقية لثائي القطب ، وحدتها أوم Ω كمقاومة .

العلاقة السابقة هي نفسها قانون أوم في المستمر U=R I لكن يوجد فرق بينهما هو :

- U و I يمثلان القيمة الفعالة في المتناوب و في التيار المستمر المقادير هي نفسها .
- R ثابتة لكن Z تتغير بدلالة التردد f .

$$Z=\frac{U}{I}$$

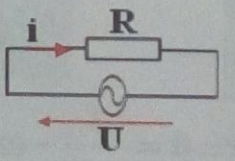
مقلوب الممانعة يسمى المسامحة

$$Y=\frac{1}{Z}=\frac{I}{U}$$

وحدتها Ω^{-1} أو سيمنس .

5- قانون آوم لمختلف الدارات الكهربائية :

- **مقاومة R صرفة :**



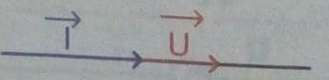
$i(t) = \hat{I}\ \sin(\omega t)$

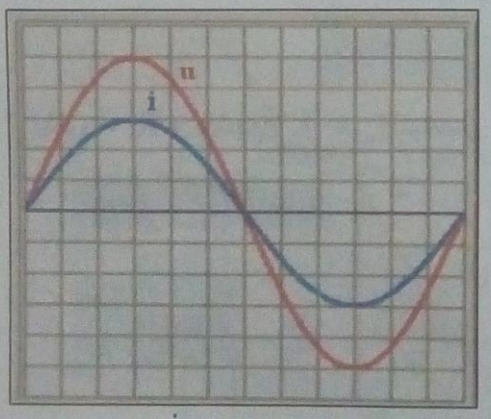
$u(t)= \hat{U}\sin(\omega t+\varphi)$

التيار i و التوتر u على توافق في صفحة

$Z= R$ و $\varphi=0$.

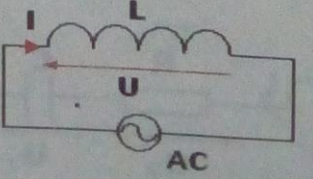
تمثيل فرنل:





شكل 5-16 تغيرات u و i بدلالة الزمن t

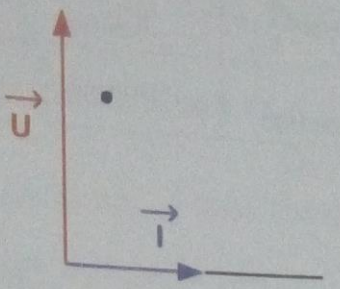
- **وشيعة مثالية L:**

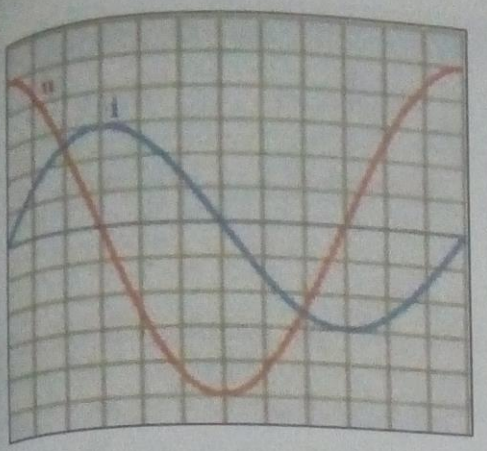


التوتر u على ترابع متقدم بالنسبة لتيار i

$Z_L = L\omega$ و $\varphi = \frac{\pi}{2}$

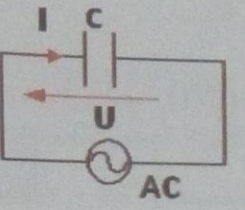
تمثيل فرنل :





شكل 5-17 تغيرات u و i
بدلالة الزمن t لـ L

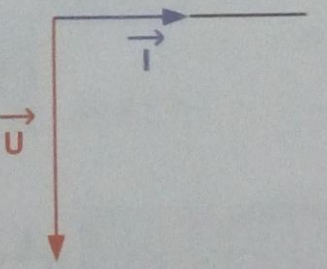
• مكثفة C :

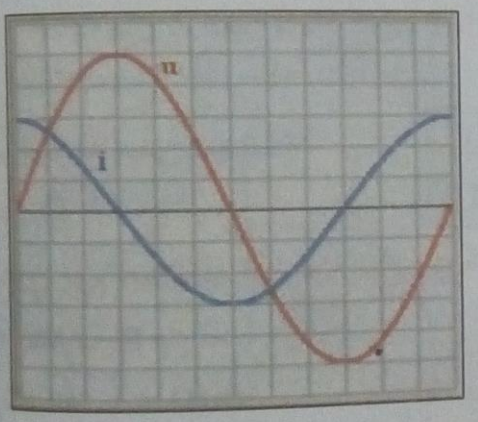


التوتر u على ترابع متأخر بالنسبة لتيار i

$Z_C = \frac{1}{C\omega}$ و $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

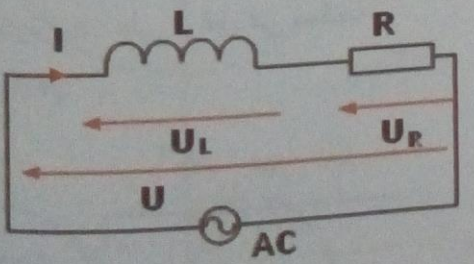
تمثيل فرنل :





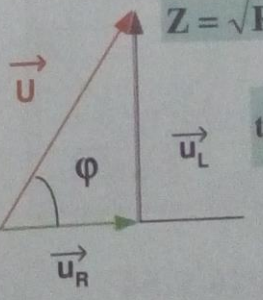
شكل 5-18 تغيرات u و i
بدلالة الزمن t لـ C

*_مقاومة R و وشيعة L على التسلسل :

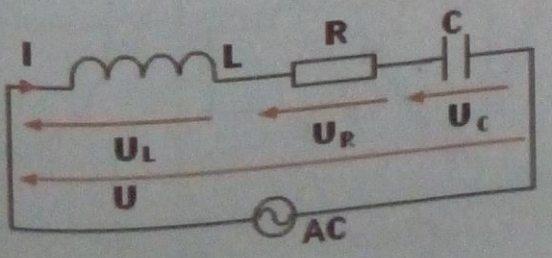


$Z = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}$

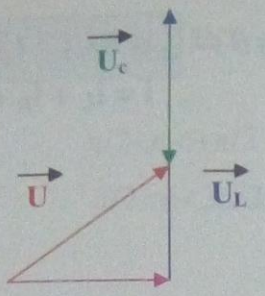
$\tan\varphi = \frac{L\omega}{R}$



• الدارة RLC التسلسلية:

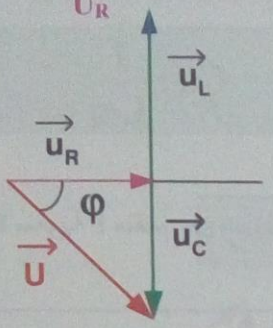


حالة 1 : $L\omega > \frac{1}{C\omega}$ فعل الوشيعة يغلب فعل المكثفة (دارة حثية)



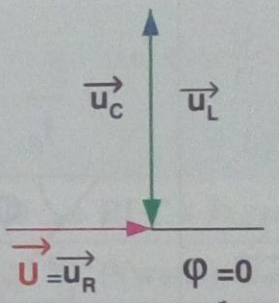
$\varphi > 0$

حالة 2: $L\omega < \frac{1}{C\omega}$ فعل المكثفة يغلب فعل الوشيعة (دارة سعوية).



$\varphi < 0$

حالة 3: $L\omega = \frac{1}{C\omega}$ فعل مكثفة يساوي فعل وشيعة (حالة تجاوب) .



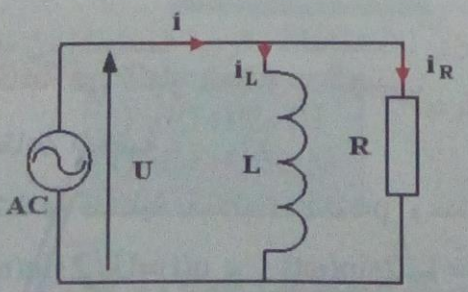
ممانعة التركيب و فرق الصفحة :

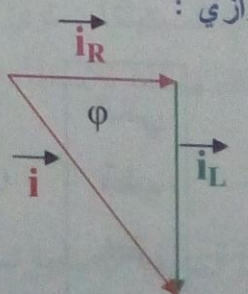
$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} \qquad \tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$$

حالة التجاوب لما : $L\omega = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0 \Rightarrow LC\omega^2 = 1$

أي $Z = R$ و $\tan\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0$

* دارة RL على التوازي :





$i = i_L + i_R$

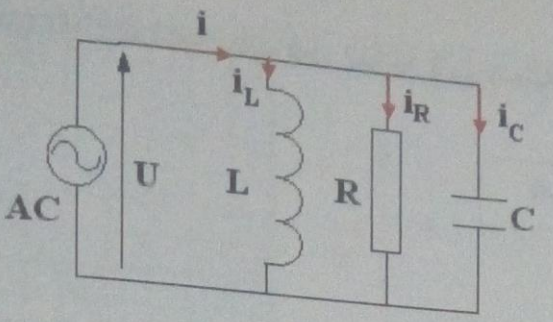
مسامحة التركيب و فرق الصفحة :

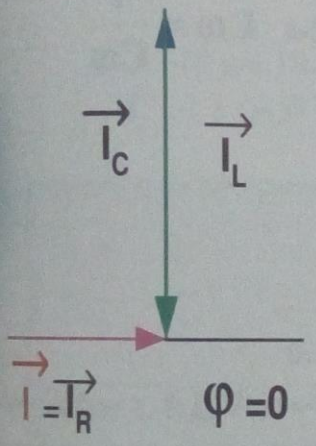
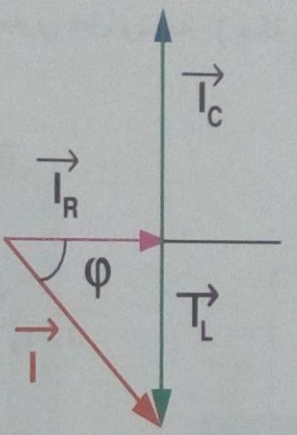
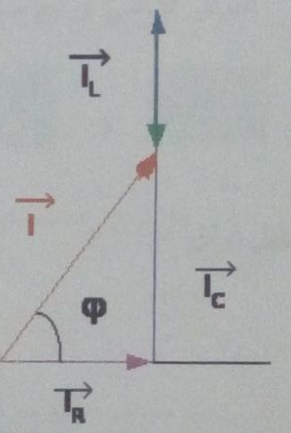
* عبارة المسامحة : $Y = \frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{(L\omega)^2}}$

* عبارة فرق الصفحة : $\tan\varphi = \frac{1}{RL\omega}$

* دارة RLC على التوازي :

$i = i_L + i_R + i_C$



$C\omega = \frac{1}{L\omega}$	$C\omega < \frac{1}{L\omega}$	$C\omega > \frac{1}{L\omega}$
حالة تجاوب i و u على توافق $\varphi=0$	دارة حثية i متأخر عن u $(\varphi<0)$	دارة سعوية i متقدم عن u $(\varphi>0)$
		

عبارة المسامحة : $Y = \sqrt{\frac{1}{R^2} + (C\omega - \frac{1}{L\omega})^2}$

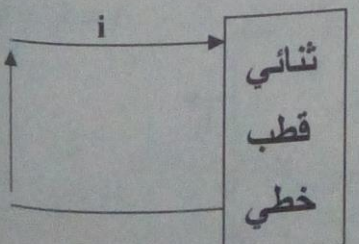
عبارة فرق الصفحة : $\tan\varphi = R(C\omega - \frac{1}{L\omega})$

6- الإستطاعة في التيار المتناوب الجيبي:

6-1 الإستطاعة اللحظية :

نعرف الإستطاعة اللحظية بالجداء : $p = u\,i$ وحدتها الواط (W)

مع : $u(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$ و $i(t) = I\sqrt{2}\sin(\omega t)$



$$p = ui = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi).I\sqrt{2}\sin(\omega t) = 2.U.I.\sin(\omega t + \varphi).\sin(\omega t)$$

$$p = UI\cos\varphi - UI\cos(2\omega t + \varphi)$$

2-6 الإستطاعة الفعالة : هي القيمة المتوسطة للإستطاعة اللحظية وحدتها الواط (W)

$$P=U\,I\cos\varphi$$

- إذا كان ثنائي القطب مستقبلا (مثلا محرك) لدينا : $P>0 \Leftarrow \cos\varphi>0 \Leftarrow -\pi/2<\varphi<+\pi/2$.
- إذا كان ثنائي القطب عبارة عن مولد (منوب) لدينا : $P<0 \Leftarrow \cos\varphi<0 \Leftarrow \pi/2<\varphi<3\pi/2$.

ملاحظة : $\cos\varphi$ يمثل عامل الإستطاعة .

مثال : دارة تحتوي على مقاومة R : لدينا $\varphi=0 \Leftarrow \cos\varphi=1 \Leftarrow P=U\,I$ مع $U=R\,I \Leftarrow P=R\,I^2$

المقاومة تستهلك على طول الطاقة الكهربائية .

3-6 الإستطاعة الظاهرية : تعرف بالجداء

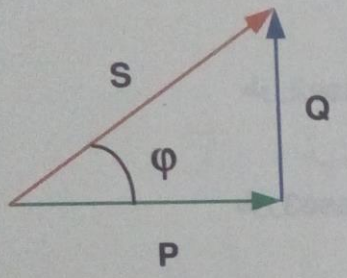
$$S=U\,I$$

وحدتها فولط آمبير (VA) وهي تميز بعض الآلات التي تعمل في النمط الجيبي مثل المحولات و المنوبات .

4-6 الإستطاعة الردية أو الإرتكاسية أو المفاعلة: تعرف بـ

$$Q=U\,I\sin\varphi$$

وحدتها فولط آمبير ردي var



$\varphi > 0$

7- العلاقة مابين الإستطاعات :

$$\cos\varphi=\frac{P}{S} \qquad \tan\varphi=\frac{Q}{P} \qquad S=\sqrt{P^2+Q^2}$$

$$S=UI \qquad \sin\varphi=\frac{Q}{S}$$

مثال : ثنائي القطب عبارة عن دارة RLC على التسلسل :

العناصر	الإستطاعة الفعالة P(watts)	الإستطاعة الردية Q(vars)	ملاحظات
R	RI^2	0	R تستهلك الإستطاعة الفعالة
L	0	$L\omega I^2$	L تستهلك الإستطاعة الردية
C	0	$-\frac{I^2}{C\omega}$	C تنتج الإستطاعة الردية

8- نظرية بوشرو :BOUCHEROT

أ- نص النظرية: في دارة كهربائية تحتوي على مستقبلات(أجهزة) تجتازها تيارات جيبية .

- الإستطاعة الفعالة الكلية المستهلكة تساوي إلى مجموع الاستطاعات الفعالة المستهلكة من طرف كل جهاز
- الإستطاعة الردية الكلية المستهلكة تساوي المجموع الجبري للاستطاعات الردية المستهلكة من طرف كل جهاز . نقول إذن أن هناك إنحفاظ للاستطاعات الفعالة و الردية .

$$P=P1+P2+P3$$
$$Q=Q1+Q2+Q3$$

ب- طريقة بوشرو: هذه الطريقة الحسابية تسمح بوضع حصيلة الاستطاعات الفعالة والردية والتي يمكن تمثيلها في الجدول التالي:

الآخذات	الاستطاعة الفعالة P(watts)	الاستطاعة الردية Q(vars)
ثنائي القطب 1	P1	$Q1=P1\tan\varphi_1$
ثنائي القطب2	P2	$Q2=P2\tan\varphi_2$
الشبكة	P=P1+P2	Q=Q1+Q2

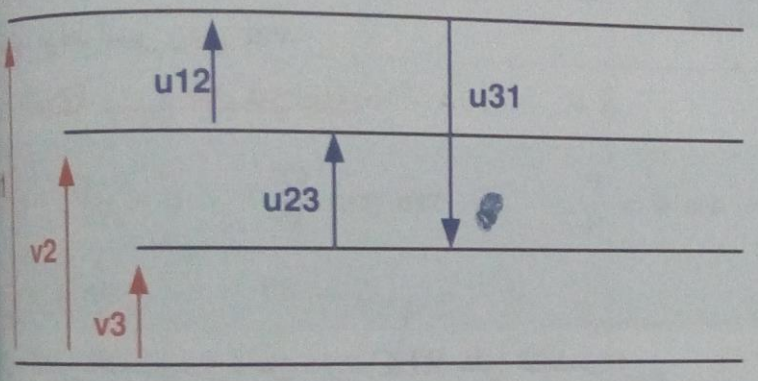
يمكن إذن حساب التيار أو التوتر الكلي للشبكة باستعمال العلاقات التالية:

$$\cos\varphi=\frac{P}{S} \qquad U=\frac{S}{I} \qquad I=\frac{S}{U} \qquad S=\sqrt{P^2+S^2}$$

9- التيار المتناوب ثلاثي الطور:

9-1 التوترات البسيطة و التوترات المركبة:

أ) – تعريف :



التوترات البسيطة : v_1,v_2,v_3 هي التوترات الموجودة ما بين طور و حيادي . في النمط المتوازن لدينا :

$V_1=V_2=V_3=V=220v$ لمأخذ الشبكة .

التوترات المركبة : u_{12}, u_{23}, u_{31} هي التوترات الموجودة مابين طور و طور . في النمط المتوازن لدينا:

$U_{12}=U_{23}=U_{31}=U=380v$ لمأخذ الشبكة . $U=V\sqrt{3}$

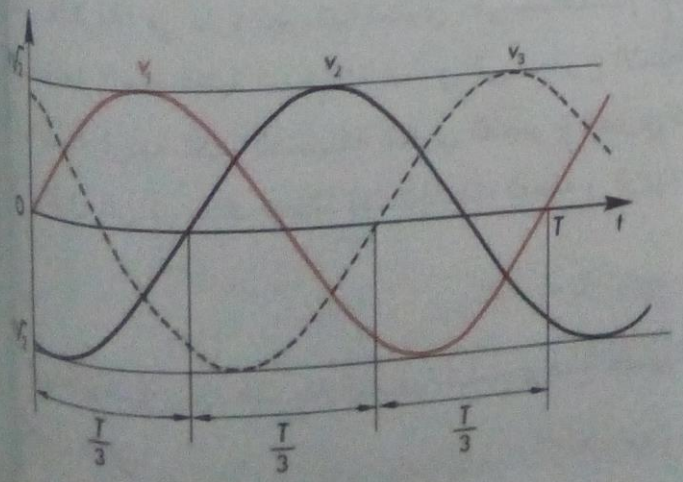
لدينا : $u_{31}=v_3-v_1$; $u_{23}=v_2-v_3$; $u_{12}=v_1-v_2$

ب)- تمثيل بياني:

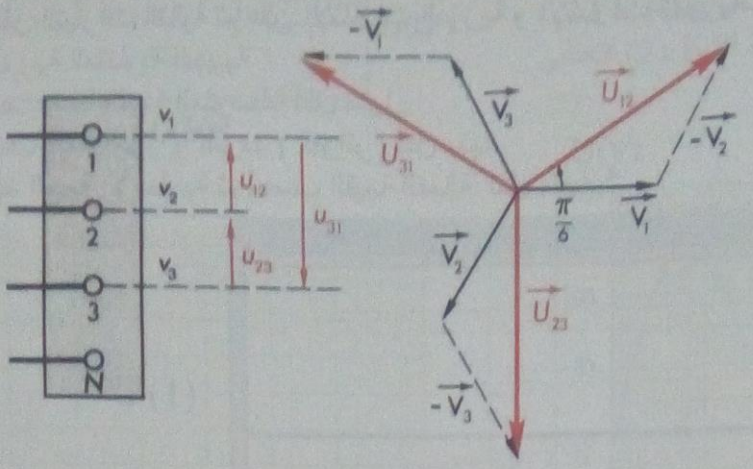
$$v_1=V\sqrt{2}\sin(\omega t)$$

$$v_2=V\sqrt{2}\sin(\omega t-\frac{2\pi}{3})$$

$$v_3=V\sqrt{2}\sin(\omega t-\frac{4\pi}{3})$$



ج)- تمثيل فرينل :



$$\vec{U}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$$
$$\vec{U}_{23} = \vec{V}_2 - \vec{V}_3$$
$$\vec{U}_{31} = \vec{V}_3 - \vec{V}_1$$

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3 = \vec{0}$$

$$v_1 + v_2 + v_3 = 0$$

$$u_{12} + u_{23} + u_{31} = 0$$

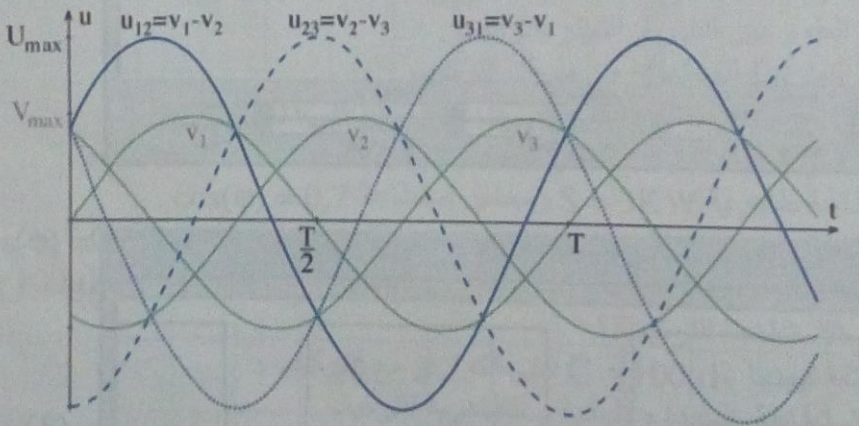
$$\vec{U}_{12} + \vec{U}_{23} + \vec{U}_{31} = \vec{0}$$

المعادلات الزمنية

$$u_{12} = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$$

$$u_{23} = U\sqrt{2}\sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$u_{31} = U\sqrt{2}\sin(\omega t - \frac{7\pi}{6})$$



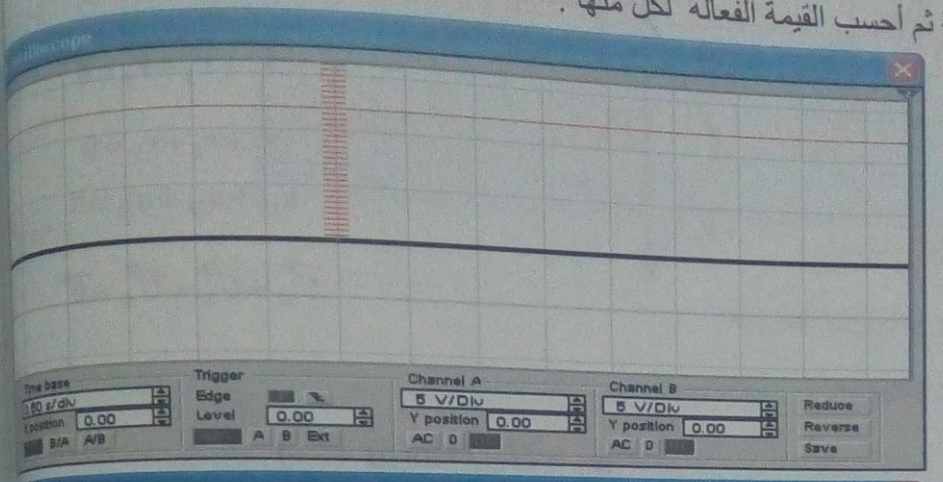
تمرين تطبيقي:

1- أنظر التيارات التالية ثم عين الإشارات الدورية و الإشارات الدورية المتناوبة و الإشارات الدورية المتناوبة الجيبية .

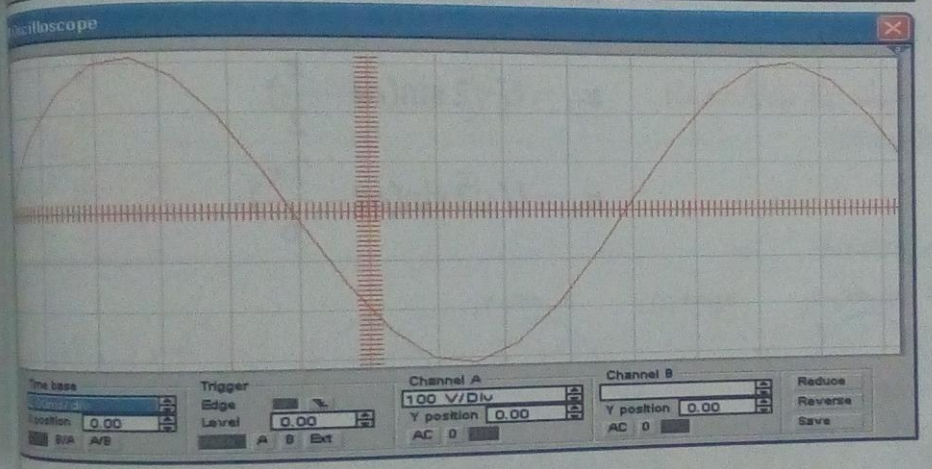
2- أوجد علاقة القيمة المتوسطة لكل منها .

3- أحسب قيمة الدور و التردد (التواتر) لكل منها .

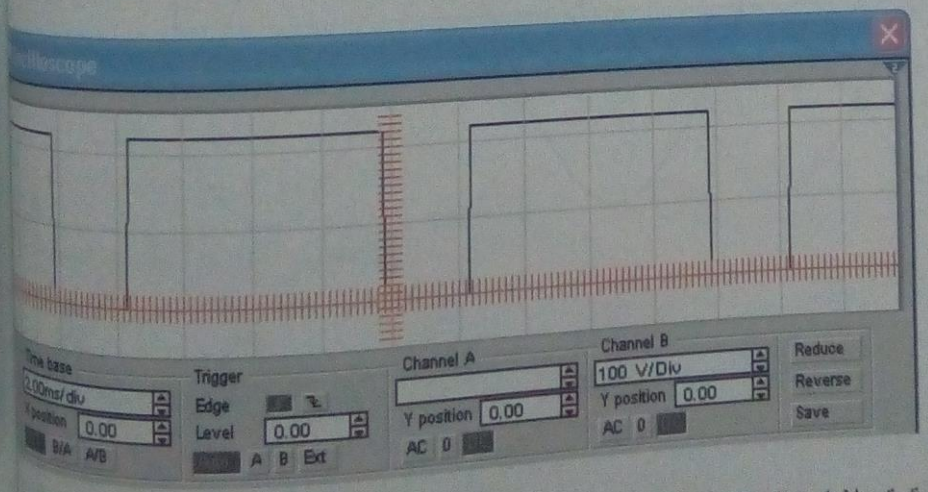
4- أوجد القيمة الأعظمية ثم أحسب القيمة الفعالة لكل منها .



الشكل (1)



الشكل (2)



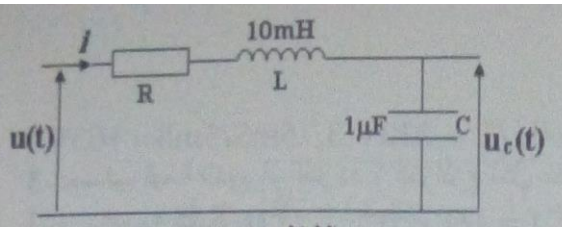
الشكل (3)

5- نغذي دارة الشكل(4) بتوتر إشارة الشكل(1) فتعطي إشارة الشكل(5) .

5-1 من منحنى الشكل (5) إستنتج قيمة الثابت الزمني τ .

5-2 أحسب قيمة المقاومة R .

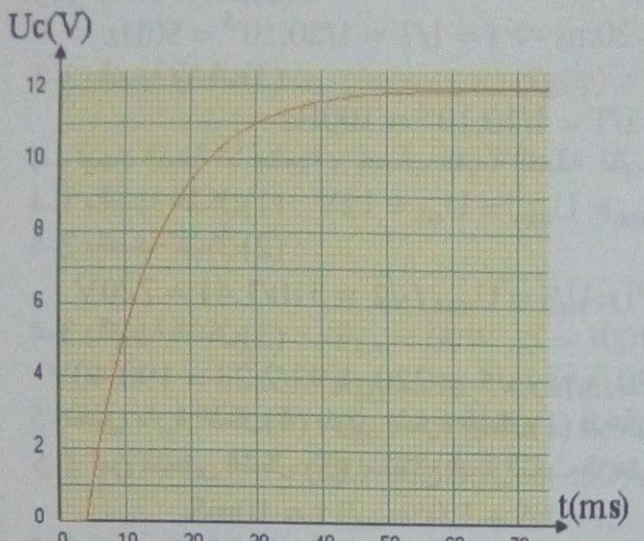
5-3 ماذا يمثل منحنى الشكل(5) ؟.أكتب علاقة القيمة اللحظية الموافقة له.



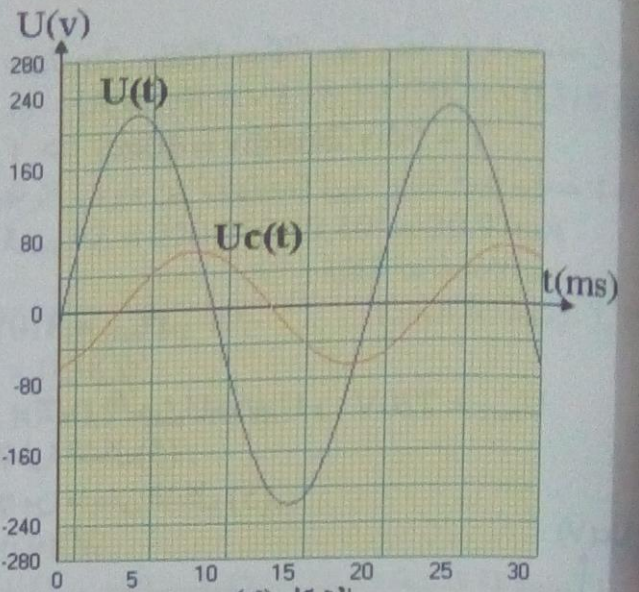
الشكل(4)

4-5 أحسب قيمة التوتر الموافقة للحظة $t = 10mS$.

6 - نغذي دارة الشكل(4) بتوتر إشارة الشكل(2) فتعطي إشارة الشكل(6) .



الشكل(5)



الشكل(6)

1-6 أكتب العلاقة (القيمة) اللحظية للتوترين U(t) ، Uc(t) ، ثم إستنتج فرق الصفحة (فرق الطور) بينهما من الإشارة .

2-6 أوجد علاقة طويلة الممانعة المكافئة للتركيب ||Z||. ثم أحسب قيمتها .

3-6 أحسب فرق الطور بين التيار و التوتر للتركيب .

4-6 أحسب قيمة التيار I_{eff} المستهلكة من طرف التركيب .

7 - إن المقاومة R تمثل 5 مصابيح كتب على كل منها 220V ,60w .

أما الوشيعة فهي تمثل محركين احادي الطور M_1 وM_2

M_1 له إستطاعة ظاهرية $S = 3KW$ ومعامل إستطاعة $\cos(\varphi) = 0,7$.

M_2 له إستطاعة مفيدة $P = 4500W$ و مردود $\eta = 0,9$ ومعامل إستطاعة $\cos(\varphi) = 0,8$.

1-7 أحسب الإستطاعة المفيدة و الردية و الظاهرية للتركيب إذا كانت قيمة المكثفة $C = 100\mu F$.

2-7 ماهو معامل الإستطاعة للتركيب ؟.

3-7 بعد ربط مكثفة قيمتها $C = 100\mu F$ على التوازي مع التركيب :

1-3-7 أحسب الإستطاعة المفيدة و الردية و الظاهرية للتركيب .

2-3-7 ماهو معامل الإستطاعة للتركيب حينئذ ؟

الحل

1- تعين الإشارات الدورية و الإشارات الدورية المتناوبة و الإشارات الدورية المتناوبة الجيبية .

1-1 الإشارات الدورية هي إشارة الشكل(2) و الشكل(3).

2-1 الإشارات الدورية المتناوبة هي إشارة الشكل(2).

3-1 الإشارات الدورية المتناوبة الجيبية هي إشارة الشكل(2) .

2- إيجاد علاقة القيمة المتوسطة لكل منها .

1-2 بالنسبة للشكل(1) : $U_{moy} = U_{max} = 12V$.

2-2 بالنسبة للشكل(2) : $Umoy = (S_1+S_2)/T = (S_1-S_1)/T = 0$

3-2 بالنسبة للشكل(3) :

$U_{moy} = (S_1 + S_2)/T = (A.\theta_1 + 0)/T = 220V.3,75mS/5mS = 165V$

3- حساب قيمة الدور و التردد (التواتر) لكل منها .

$T = \infty \Rightarrow f = 1/T = 0$

3-1 بالنسبة للشكل(1) :

3-2 بالنسبة للشكل(2) :

$T = 10div\ .2ms/div = 20ms \Rightarrow f = 1/T = 1/20.10^{-3} = 50Hz$

3-3 بالنسبة للشكل(3) :

$T = 5div.2ms/div = 10mS \Rightarrow f = 1/T = 1/10.10^{-3} = 100Hz$

4 - أيجاد القيمة الأعظمية و حساب القيمة الفعالة لكل منها .

4-1 بالنسبة للشكل(1) : $U_{max} = U_{moy} = U_{eff} = 12V$.

4-2 بالنسبة للشكل(2) :

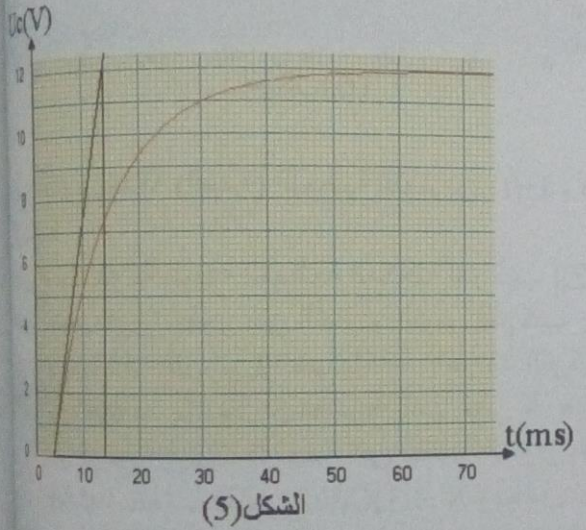
$U_{max} = 310V$ و $U_{eff} = U_{max}/\sqrt{2} = 310/1,41 \approx 220V$

4-3 بالنسبة للشكل(3) :

$U_{max} = 220V$ و $U_{eff} = U_{max}\sqrt{\theta_1}/\sqrt{T} = 220\sqrt{3.75}/\sqrt{5} = 220.\ 1,93/2,23 = 190,40V$

5- نغذي دارة الشكل(4) بتوتر إشارة الشكل(1) فتعطي إشارة الشكل(5) .

5-1 من منحنى الشكل (5) إستنتاج قيمة الثابت الزمني τ من منحنى الشكل (5).



الشكل(5)

$\tau = 10mS$

5-2 حساب قيمة المقاومة R .

$\tau = R.C \Rightarrow R = \tau/C$

$= 10.10\text{-}3/1.10\text{-}6 = 10K\Omega$.

5-3 يمثل منحنى الشكل(5) :

منحنى شحن مكثفة .

كتابة علاقة القيمة اللحظية الموافقة.

$U_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau}) = 12(1 - e^{-t/0,01})$

$U_C(t) = 12(1 - e^{-100t})$

5-4 حساب قيمة التوتر الموافقة للحظة $t = 10mS$.

$U_C(10mS) = 12(1 - e^{-100.0,01}) = 12(1 - 0,367) = 12.(0,633) = 7,596\ V$

6- - نغذي دارة الشكل(4) بتوتر إشارة الشكل(2) .

6-1 كتابة العلاقة (القيمة) اللحظية للتوترين U(t) ، Uc(t) ،و إستنتاج فرق الصفحة .

$U(t) = 220.Sin(314t)$

$U_C(t) = 60.Sin(314t - \varphi_0)$

$\Delta t \longrightarrow 0,75\ div$

$5ms \longrightarrow 1\ div \Rightarrow \Delta t = 5mS.0,75div = 3,75mS$

$360° \longrightarrow 20mS$

$\varphi_0 \longrightarrow 3,75 \Rightarrow \varphi_0 = 3,75.360/20 = 67,5°$

$U_C(t) = 60.Sin(314t - 67.5°)$

6-2 أيجاد علاقة طويلة الممانعة المكافئة للتركيب $\|\vec{Z}\|$.و حساب قيمتها .

$\vec{U} = \vec{U}_x + \vec{U}_y$, $U_x = U_R = R.I$, $\vec{U}_y = \vec{U}_L - \vec{U}_C$, $U_y = (L\omega - 1/C\omega).I$

$$= \sqrt{R^2I^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} \Rightarrow Z.I = I\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 I^2} \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

*- حساب قيمة الممانعة :

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} = \sqrt{10^8 + (314.10.10^{-3} - \frac{10^6}{314})^2} = 10,49K\Omega$$

3-6 حساب فرق الطور بين التيار و التوتر :

$$Tg(\varphi) = (L\omega - 1/C\omega)/R = -3.18.10^3/10^4 = -0,318$$

$$\Rightarrow \varphi = -17,64°$$

4-6 حساب قيمة التيار I_{eff} المستهلكة من طرف التركيب :

$$I_{eff} = U_{eff} / Z = 220 / 10,49.10^3 = 20,97mA$$

7- حساب الإستطاعة الكلية :

1-7 الإستطاعة المفيدة :

$$P_{tot} = P_{LA} + P_{M1} + P_{M2} + P_C$$

$P_{LA} = 60W \cdot 5 = 300W = 0,3KW$

$P_{M1} = S_{M1} \cdot Cos(\varphi) = 3.10^3 .0,7 = 2,1K\ W$

$P_{M2} = 4500W = 4,5KW$

$P_C = UC.ICos(-\pi/2) = 0$

$P_{tot} = 0,3 + 2,1 + 4,5 = 6,9KW$

الإستطاعة الردية :

$$Q_{tot} = Q_{LA} + Q_{M1} + Q_{M2} + Q_C$$

$Q_{LA} = U.I.Sin(0) = 0$

$Q_{M1} = SM1.Sin(\varphi) = 3.10^3.0,71 = 2.13KVAr$

$Q_{M2} = P.tg(\varphi) = 4,5.10^3.0,75 = 3,375KVAr$

$Q_C = I^2_{eff}/C\omega = (20,97.10\text{-}3)2/100.10\text{-}6.314 = 14mVAr$

$Q_{tot} = 0 + 2.13 + 3,375 + 14.10^{-6} = 5,50KVAr$

$$S = \sqrt{P_{tot}^2 + Q_{tot}^2} = \sqrt{(6,9)^2 + (5,5)^2} = \sqrt{47,61 + 30,25} = 8,82KVA$$

2-7 حساب معامل الإستطاعة :

$$Cos(\varphi) = P/S = 6,9/8,82 = 0,78$$

3-7 بعد ربط مكثفة قيمتها $C = 100\mu F$ على التوازي مع التركيب :

1-3-7 حساب الإستطاعة المفيدة : $P_{tot} = 6,9KW$ لأن $PC = 0$

حساب الإستطاعة الردية : $Q_C = -U^2C\omega = (220)^2 .100.10^{-6}.314 = -1,52KVAr$

$$Qtot = 5,5\text{-}1,52 = 3,98KVAr$$

حساب الإستطاعة الظاهرية :

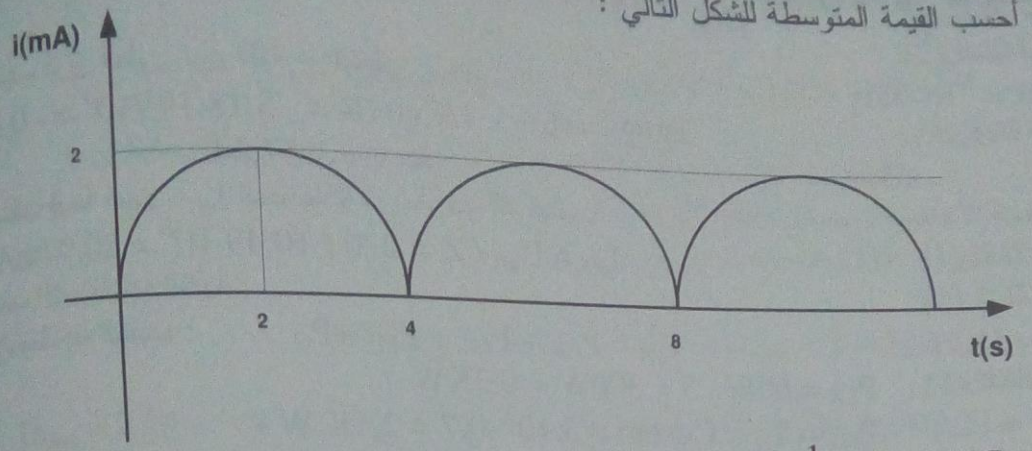
$$S = \sqrt{P_{tot}^2 + Q_{tot}^2} = \sqrt{(6,9)^2 + (3,98)^2} = 7,96KVA$$

2-3-7 حساب معامل الإستطاعة للتركيب :

$$Cos(\varphi) = P/S = 6,9/7,96 = 0,86$$

تمارين

تمرين 1 : أحسب القيمة المتوسطة للشكل التالي :

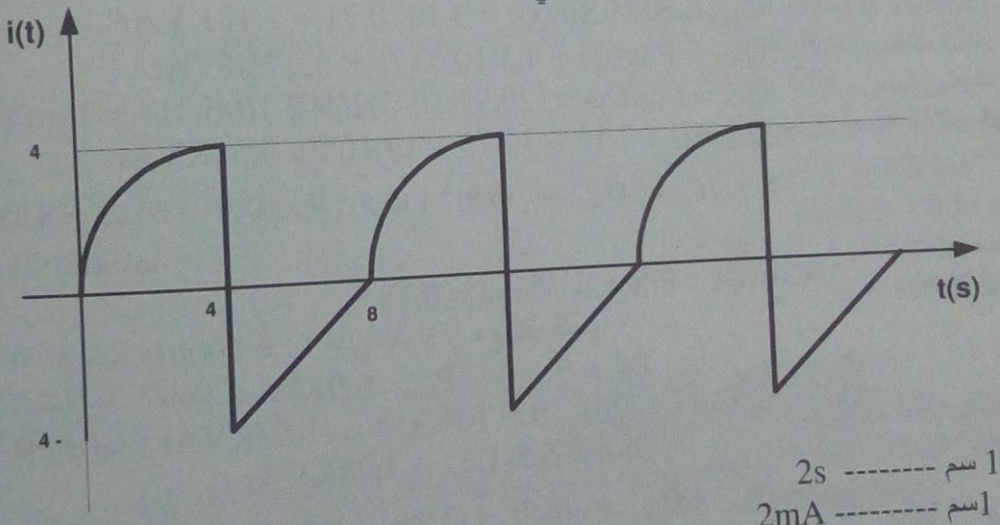


السلم : 1 سم -------- 1s

1سم --------- 1mA

أعط القيمة العظمى لـ i(t) ، و الدور ، والنبض و التردد .

تمرين 2 : أحسب القيمة المتوسطة للشكل التالي :



السلم 1 سم -------- 2s

1سم --------- 2mA

أعط القيمة العظمى لـ i(t) ، والدور ، والنبض و التردد وقيمة التيار في اللحظتين $t_1=2s$, $t_2= 6\ s$

تمرين 3 : باستعمال إنشاء فرينل أوجد المجموع $i(t)= i1(t) + i2(t) + i3(t)$ و الطرح $i'(t) = i3(t) - i2(t)$ و $i''(t)= i1(t) - i3(t)$.

حيث : $i1(t)= 2\sin(\omega t)$ ، $i2(t) = 4\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$, $i3(t) = 6\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right)$.

تمرين 4 : أوجد بيانيا وبالحساب عبارة شدة التيار الناقصة في الجدول علما أن لدينا : $i(t)= i1(t) + i2(t)$

i(t)	i1(t)	i2(t)
$4\sin(\omega t)$	$5\sin(\omega t+\frac{\pi}{2})$	
	$3\sin(\omega t)$	$6\sin(\omega t+\frac{\pi}{2})$
$6\sin(\omega t)$	$6(\omega t+\frac{\pi}{3})$	
	$4\sin(\omega t+\frac{\pi}{4})$	$6\sin(\omega t)$
$4\sin(\omega t)$		$8\sin(\omega t-\frac{\pi}{6})$

تمرين 5: نركب على التسلسل عنصرا مقاوما $R = 60\Omega$ ، عنصرا معاوقا $L=1\ H$ و مكثفة سعتها $C=6.25\ \mu F$. نطبق بين طرفي الدارة توترا قيمته 240v بتردد متغير .

1- من أجل أي نبض ω_0 نحصل على التجاوب .

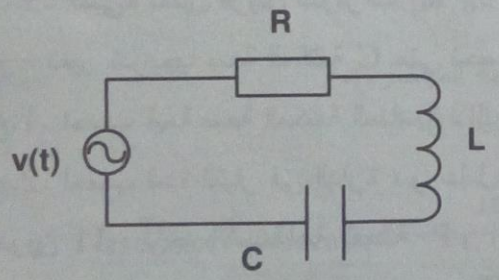
2- أحسب في هذه الحالة شدة التيار و التوترات بين طرفي كل عنصر ؟

3- أحسب شدة التيار و نفس التوترات من أجل نبض أكبر من ω_0 بـ 10 % .

تمرين 6 : لتكن الدراة الموضحة في الشكل المقابل :

$$v(t) = 200\sqrt{2}\ \sin(\omega t+\varphi)$$

$$R=100\Omega\ ,\ L\omega=100\Omega\ ,\ \frac{1}{C\omega}=100\Omega$$



1- اعط تمثيل فرنل لممانعة الدارة Z ثم أحسبها .

2- احسب فرق الصفحة φ.

3- احسب شدة تيار I ثم اعط عبارة التيار اللحظي i(t) .

4- احسب نبض و تردد التوتر v(t) إذا كانت $L= 1\ H$.

5- ما هي قيمة التي يمكن أن نعطيها لـ C للحصول على التجاوب بنفس التردد السابق .

تمرين 7: نضع على التوازي مكثفة سعتها $C=40\ nF$ و وشيعة ذاتيتها $L=0.4\ mH$ و مقاومتها $25\ \Omega$.

1- من أجل أي نبض ω_0 نحصل على دارة السدادة (حالة التجاوب للدارة المدروسة)

2- نطبق بين مربطي الدارة توترا قيمته 10 v و نبضه ω_0 :

أ- احسب شدة التيار في كل فرع .

ب- عين شدة التيار الكلي .

تمرين 8 : نضع على التوازي عنصرا مقاوما مقاومته $R=40\ \Omega$ و عنصرا معاوقا ذاتيته $L=0.16\ H$ ، نطبق توترا 220v ، 50 Hz بين مربطهما المشتركين .

أحسب : الشدة الفعالة I_R للتيار في العنصر المقاوم و الشدة الفعالة I_L في العنصر المعاوق ثم الشدة الفعالة للتيار الكلي I و فرق الصفحة φ بينه وبين التوتر .

تمرين 9 : نركب على التوازي العناصر التالية : مقاومة R ، وشيعة ذاتيتها L ، مكثفة سعتها C حيث نطبق على الدارة توترا جيبيا قيمته الفعالة U=100v و تردده f=50Hz .

يعطى : $R=100\Omega$ ، $C=25\ \mu F$ ، $L=0.1H$.

1. أوجد شدات الفعالة في كل فرع مع رسم تمثيل فرنل .
2. أوجد الممانعة Z المكافئة للدارة .
3. أوجد فرق الصفحة φ للدارة .

تمرين 10:أ- نطبق توترا $u= 120\sqrt{2}\sin 314\,t$ على طرفي وشيعة ذاتيتها 0.1 H و مقاومتها 10 Ω

أ.1. احسب ممانعة الوشيعة وإستنتج قيمة فعالة لتيار .

أ.2. احسب فرق الصفحة φ بين التيار والتوتر ، و عامل الإستطاعة $\cos\varphi$ للوشيعة والاستطاعة المستهلكة.

أ.3. اكتب العبارة اللحظية للتيار ، أنشيء تمثيلا شعاعيا لفرينل و منحنيات التوتر والتيار بدلالة الزمن .

ب- نضع على التسلسل مع الوشيعة مكثفة سعتها 220 µF و نطبق على الجملة توتر u .

ب.1. احسب الممانعة الكلية ، القيمة الفعالة و فرق الصفحة بين التيار والتوتر.

ب.2. احسب التوتر U_B بين طرفي الوشيعة و التوتر U_C بين طرفي المكثفة .

ب.3. أنشيء تمثيل فرينل للتوترات u , u_B , u_C .

ج – نغير تدريجيا سعة المكثفة C حتى نحصل على التجاوب .

ج.1. احسب قيمة سعة المكثفة المناسبة لذلك .

ج.2. احسب شدة التيار في الدارة ، و عامل الاستطاعة و التوتر بين طرفي المكثفة .

تمرين 11 : أوجد الاستطاعة الفعالة P و الاستطاعة الارتكاسية Q لثنائي القطب AB يحتوي على مقاومة و ذاتية L و مكثفة C على التسلسل علما أن لدينا :

$R=10\Omega$ ، $Z_L=5\Omega$ ، $Z_C=20\Omega$ و الاستطاعة الإرتكاسية للوشيعة $Q_L=50var$.

(Z_L: ممانعة الذاتية ، Z_C: ممانعة المكثفة)

تمرين 12 : تغذى شبكة بتوتر جيبي 220 v- 50 Hz ، حيث تحتوي على مصابيح و محرك .

باستعمال جهاز آمبير متر حديدي التمغنط نقيس :

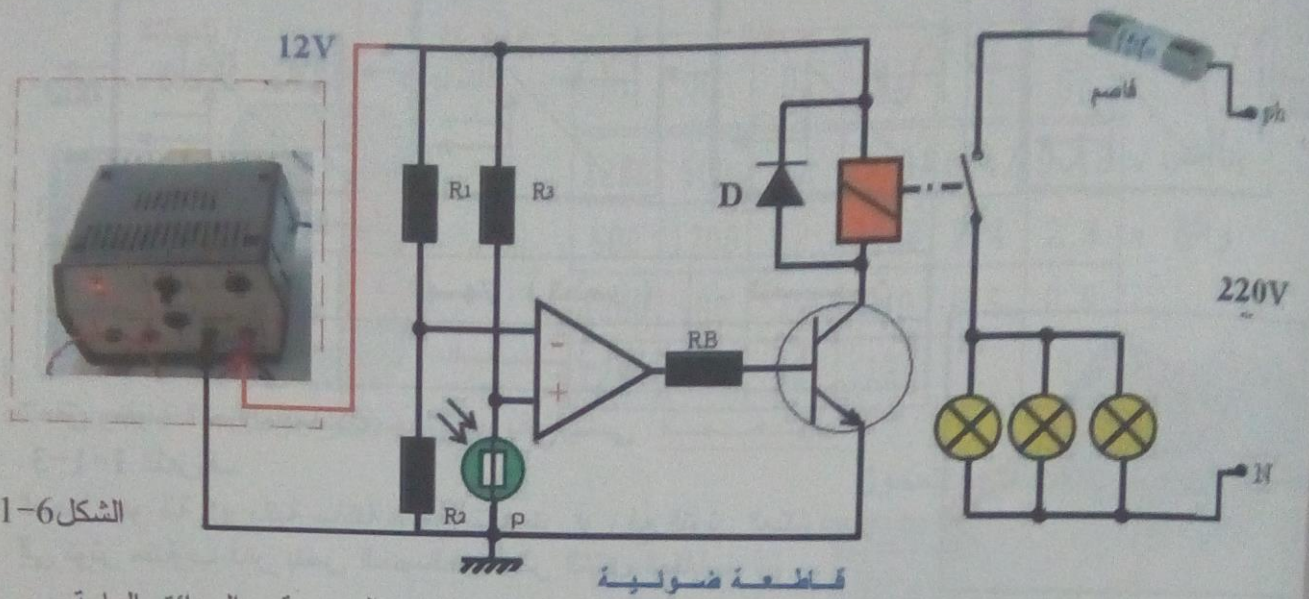
- التيار الممتص من طرف المصابيح فقط 12 A .
- التيار الممتص من طرف المحرك فقط 20 A .
- التيار الممتص من طرف الجملة 30 A .

أوجد :

أ- عامل إستطاعة المحرك و الجملة .

ب- الاستطاعات الفعالة و المفاعلة الممتصة من طرف المحرك .

6 وظيفة التغذية



الشكل6-1

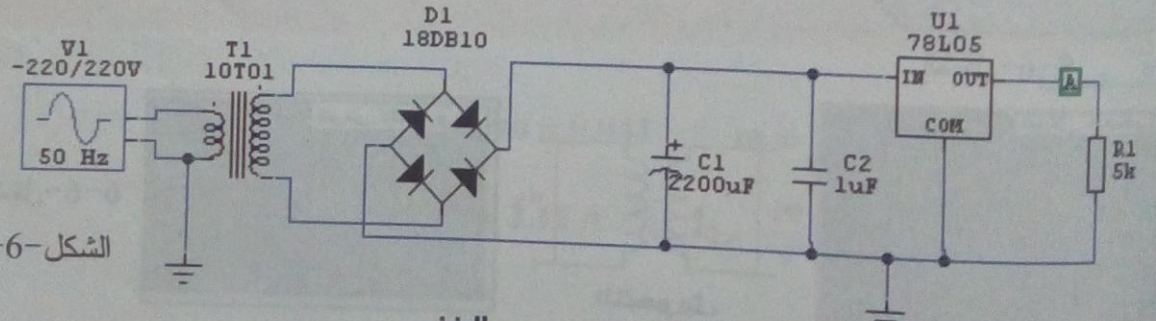
يمثل الشكل6-1، التصميم الكهربائي لجهاز إلكتروني، دوره التحكم في الإنارة العمومية و الحدائق العامة، يتطلب هذا الجهاز تغذية مستقرة 12V (=) و لكن شبكة التغذية المتوفرة لدينا 220 V (~) ؟

في هذه الحالة نجد أنفسنا أمام إشكاليتين:

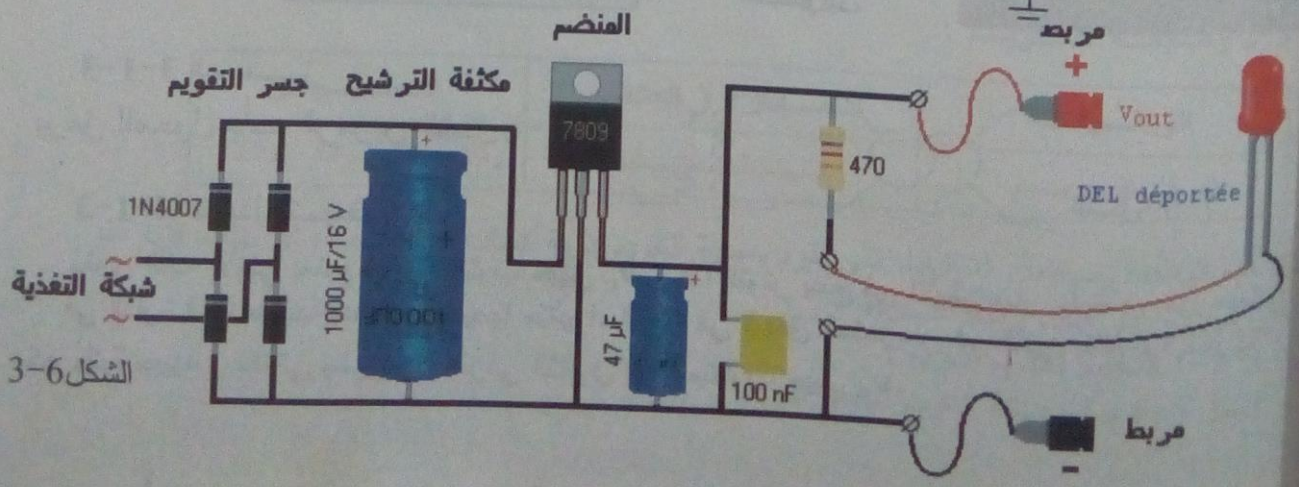
- سعة التغذية : 220v/12v
- طبيعة التوتر: متناوب / مستمر

و للتخلص من الإشكاليات المطروحة نلجأ لوظيفة التغذية (التغذية المستمرة).

1- التصميم الإجمالي: ممثل بالشكل 6-2 و الكهربائي بالشكل 6-3



الشكل-6-2

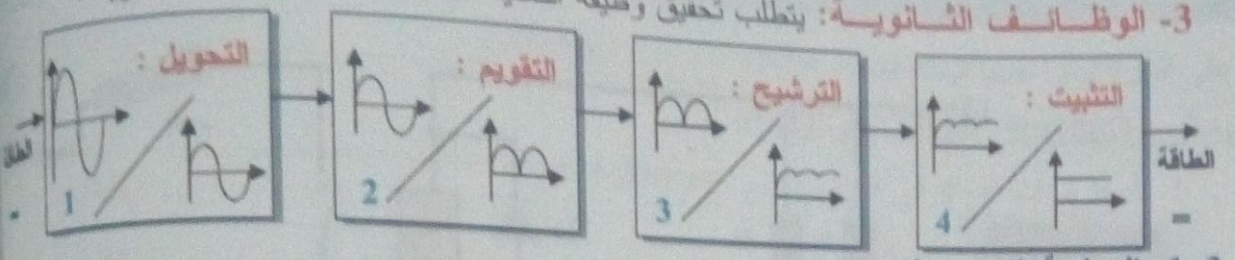


الشكل6-3

2- التعـرف على الوظـيفة

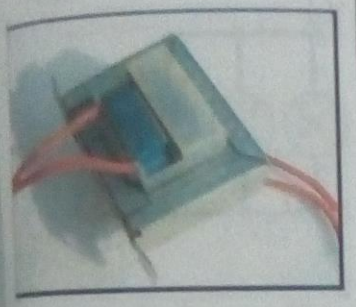
توفر وظيفة التغذية لجهاز كهربائي طاقة كهربائية ضرورية لتشغيله، في أغلب الحالات، تحول وظيفة التغذية خصائص الطاقة التي توفرها الشبكة، لتجعلها ملائمة مع شروط تغذية الجهاز الكهربائي.

3- الوظـائـف الثـانويـة: يتطلب تحقيق وظيفة التغذية عددا معينا من الوظائف الثانوية :



3-1 وظـيفـة التـحويـل:

الوظـيفـة	الجـهاز (العنصر)	التعـيـيـن
الـتـحـويـل	الـمـحـول	T



تتحقق وظيفة التحويل بواسطة جهاز كهربائي يسمى الـمـحـول

3-1-1 التعريف

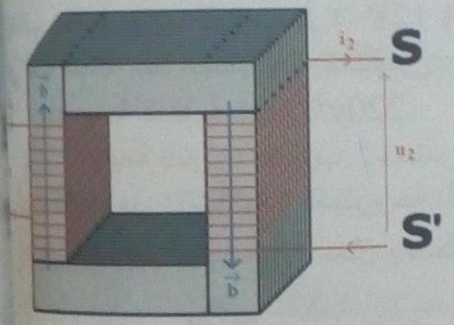
المحول هو آلة كهربائية ساكنة تسمح بتخفيض أو رفع التوتر المتناوب إلى توتر متناوب آخر بنفس الخصائص أنظر الشكل المقابل.

3-1-2 التكوين

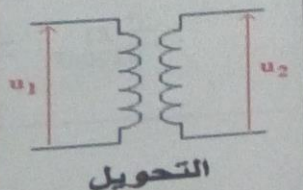
يحتوي المحول على:

- قطبين في المدخل : E و 'E موصولين بلف يسمى الأولي .
- قطبين في المخرج : S و 'S موصولين بلف يسمى الثانوي .

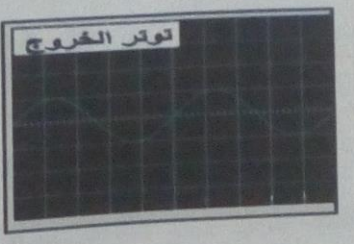
اللفان الأولي و الثانوي منفصلان كهربائيا و موضوعان على دارة مغناطيسية واحدة الشكل 6-5.



الشكل-6-5



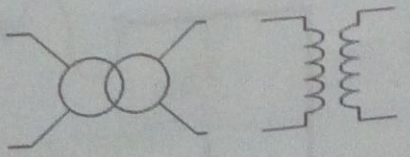
التحويل



الشكل-6-6

3-1-3 الـرمـز

يرمز للمحول بأحد الرمزين الشكل6-7



الشكل-6-7

3-1-4 مـبدأ التـشغـيل

يُغذى اللف الأولي بمنبع لتوتر متناوب جيبي V_e ، هذا التوتر يُنتج في الأولي تيار i_e الذي بدوره يُنشئ في الدارة المغناطيسية تدفقا مغناطيسيا متغيرا، التغير في التدفق المتحرض في اللفين يُنتج قوة محركة كهربائية جيبية و بالتالي يظهر بين طرفي الثانوي توتر متناوب جيبي V_s.

3-1-5 نسبة التحويل

إذا كان N_1 ، V_1 هما على الترتيب عدد لفات و توتر الأولي ، و N_2 ، V_2 عدد لفات وتوتر الثانوي :

نسبة التحويل :

$$m = \frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

مثال

N1	N2	U1	U2	$\frac{N2}{N1}$	$\frac{U2}{U1}$	
1200	500	12	5,0	0,42	0,42	خافض =
500	1200	12	28,8	2,4	2,4	رافع =
1200	600	12	6,0	0,5	0,5	
1200	1200	12	12	1	1	

الشكل-6-8

3-1-6 الاستطاعة الظاهرية للمحول

في الأولي : $S_1 = V_1 . I_1$

في الثانوي : $S_2 = V_2 . I_2$

3-1-7 المردود

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

حيث P_1 إستطاعة الدخول و P_2 إستطاعة الخروج

تمرين تطبيقي:

يحمل المحول المستعمل في دارة تغذية " القاطعة الضوئية " البيانات التالية : 220V / 9V ; 10 VA

1) أحسب نسبة التحويل ؟

2) أحسب شدة التيار الاسمية المتوفرة في الثانوي ؟

الحل:

1) $m = \frac{U_2}{U_1}$ $\quad m = \frac{9}{220}$ $\quad m = 0.041$

2) $I_2 = \frac{S}{U_2}$ $\quad I_2 = \frac{10}{9}$ $\quad I_2 = 1.11\ A$

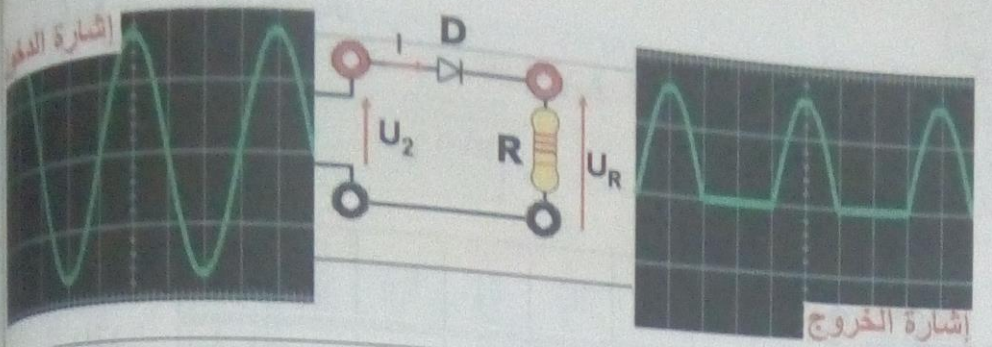
3-2 وظيفة التقويم :

الوظيفة	الجهاز (العنصر)	التعيين
التقويم	الثنائيات	D_1 , D_2 , D_3 , D_4

تتحقق هذه الوظيفة بإستعمال الثنائيات التي تقوم بعملية التقويم لنوبة السالبة أو الموجبة، أي تقويم التيار ذو إتجاهين إلى تيار ذو إتجاه واحد الشكل6-9.

3-2-1 التقويم أحادي النوبة :

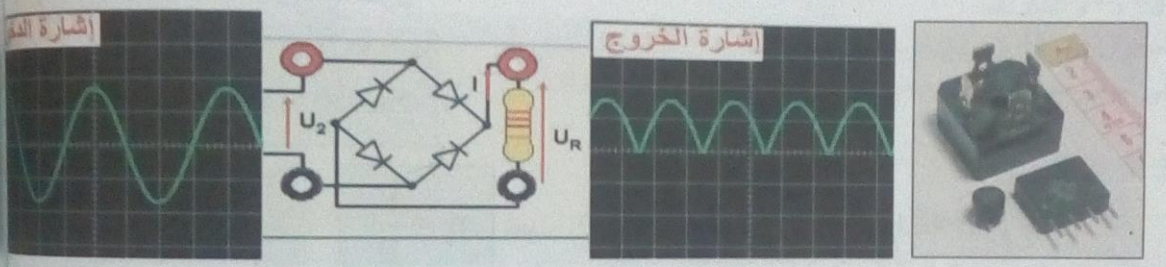
الشكل 6-9 يمثل عملية التقويم أحادي النوبة



الشكل-6-9

التوتر الأقصى	$U_{RMAX} = U_{MAX} - U_0$
التوتر المتوسط	$U_{R\,MOY} = \frac{U_{R\,MAX}}{\pi}$
التوتر الفعال	$U_{R\,eff} = \frac{U_{R\,MAX}}{\sqrt{2}}$

2-2-3 التقويم ثنائي النوبة : - التركيب بإستعمال جسر غرايتس الشكل-6-10

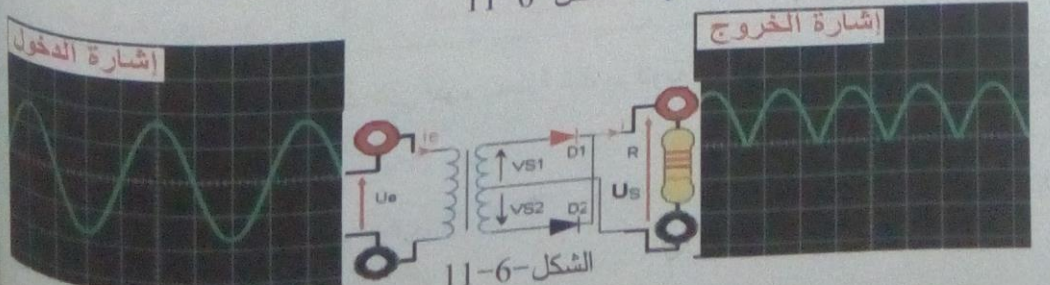


الشكل-6-10

النوبة السالبة	النوبة الموجبة
التوتر V سالب	التوتر V موجب
تبدأ الثنائيات D_2 و D_4 في التمرير و تصبح D_1 و D_3 مانعة لأن التوتر بين طرفيها سالب	تصبح الثنائيات D_1 و D_3 ناقلة بينما تكون الثنائيات D_2 و D_4 مانعة لأن التوتر بين طرفيها سالب

التوتر الأقصى	$U_{RMAX} = U_{MAX} - 2\times U_0$
التوتر المتوسط	$U_{R\,MOY} = \frac{2\,U_{R\,MAX}}{\pi}$
التوتر الفعال	$U_{R\,eff} = \frac{U_{R\,MAX}}{\sqrt{2}}$

- التركيب باستعمال محول ذو نقطة وسطية : الشكل-6-11



الشكل-6-11

التوتر الأقصى	$U_{R\,MAX} = U_{e\,MAX} - U_0$
التوتر الفعال	$U_{R\,eff} = \frac{U_{R\,MAX}}{\sqrt{2}}$
التوتر المتوسط	$U_{R\,Moy} = \frac{2 \times U_{R\,MAX}}{\pi}$
التيار الأقصى	$I_{MAX} = \frac{U_{R\,MAX}}{R}$
التيار المتوسط في الثنائي	$I_{D\,Moy} = \frac{I_{MAX}}{\pi}$
التيار المتوسط في المقاومة	$I_{R\,Moy} = \frac{2 \times I_{MAX}}{\pi}$

تمرين تطبيقي:

جسر غرايتس المستعمل بعد محول 220v/9v متكون من 4 ثنائيات من نوع : 1N4001

1) أحسب التوتر الثانوي الأقصى ؟

2) علما أن هبوط التوتر في الثنائيات هو $U_0 = 0.7\ V$ ، أحسب القيمة القصوى للتوتر المقوم ؟

3) إستخرج البيانات التقنية للثنائيات من نوع 1N4001 من وثيقة الصانع ؟

الحل :

1) $U_{max} = 9\sqrt{2} = 12.7\ V$

2) $U_{Rmax} = U_{max} - 2.U_0$

$U_{Rmax} = 12.7 - 2 \times 0.7$

$\boxed{U_{Rmax} = 11.3\ V}$

3) البيانات التقنية : التوتر العكسي الأقصى : $V_{RRM} = 50\ V$

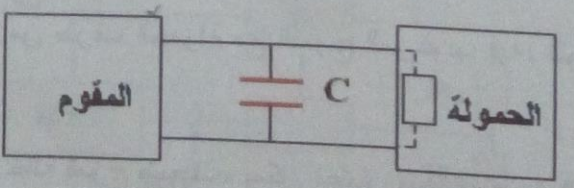
التيار المباشر الأقصى : $I_0 = 1\ A$

3-3 وظيفة الترشيح :

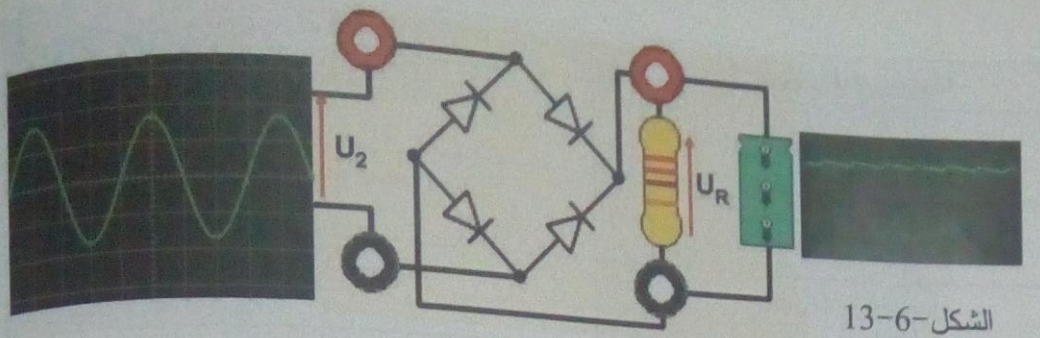
الوظيفة	الجهاز (العنصر)	التعيين
الترشيح	المكثفة	C

توتر المخرج بين طرفي الجزء المقوم يأخذ شكلا مختلفا عن التوتر المستمر، ومنه و للوصول إلى الشكل المستمر نقوم بترشيح التوتر أي جعله مستمر (مستقر).

يتمثل نظام الترشيح بربط مكثفة على التفرع مع الحمولة في مخرج المقوم الشكل 6-12 و 6-13.



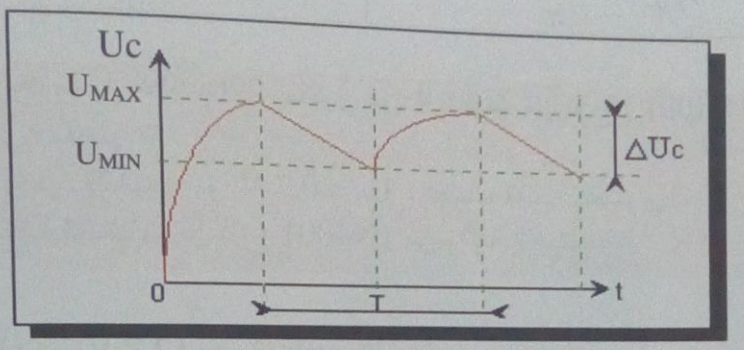
الشكل-6-12



الشكل-6-13

3-3-1 مبدأ التشغيل :

عند النوبة الأولى، تشحن المكثفة C، فلما يصبح التوتر بين طرفيها أكبر من توتر المخرج للمقوم، تبدأ في التفريغ عبر المقاومة R و هكذا تتكرر العملية الشكل6-14 .



الشكل-6-14

3-3-2 نسبة التموج

بعد الترشيح، يتغير التوتر عند طرفي الحمولة بين القيمة القصوى U_{MAX} و القيمة الدنيا U_{MIN}.

يمكن إعتبار قيمته المتوسطة كالتالي : $U_{MOY}=\frac{U_{MAX}+U_{MIN}}{2}$

التموج حول هذه القيمة المتوسطة هو : $\Delta U=U_{MAX}-U_{MIN}$

نسبة التموج للتوتر المرشح هي: $\tau=\frac{\Delta U}{2\cdot U_{MOY}}$

تتعلق نسبة التموج بـــ :

- قيم الحمولة R (أي بخصائص التيار/التوتر للتغذية)
- مكثفة الترشيح C
- الدور T للتوتر المقوم .

ملاحظة : تكون نسبة التموج ضعيفة كلما كان الجداء RC كبيرا أمام الدور T للإشارة المقومة .

3-3-3 سعة مكثفة الترشيح :

بتثبيت التيار الممتص من طرف الحمولة مع التموج المرغوب فيه، نقوم بتعيين سعة المكثفة الضرو لعملية الترشيح.

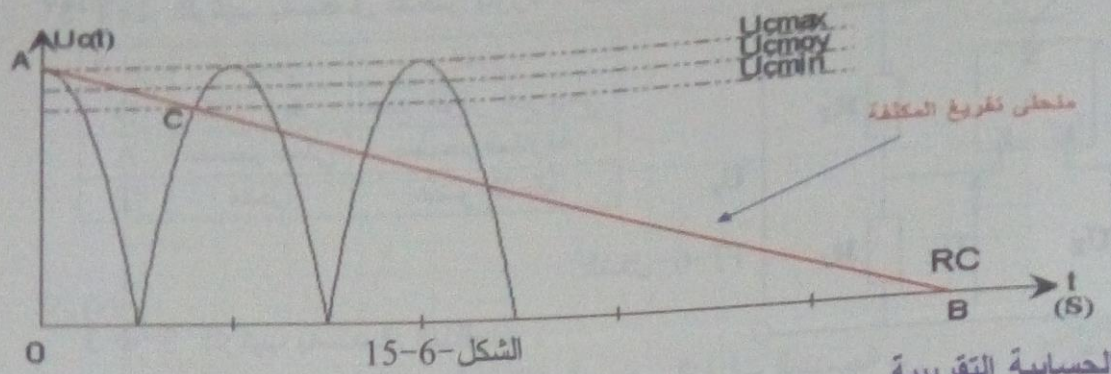
هناك طريقتين :

- **الطريقة البيانية :** في حالة تموج ضعيف، يمكن اعتبار منحنى تفريغ المكثفة المستقيم المار عبر النقطتين : $A(t=0, U=U_{Cmax})$ و $B(t=RC, U=0)$

يقطع هذا المستقيم محور الأزمنة في النقطة B ، نقرأ على المنحنى قيمة RC التي تمثل الثابت الزمني C هي قيمة السعة المراد تعيينها و R قيمة مقاومة الحمولة الشكل6-15.

لتعيين C يجب معرفة R : $R=\frac{U_{cmoy}}{I_{moy}}=\frac{U_{CMAX}+U_{CMIN}}{2}$

و منه نستخرج سعة المكثفة C .



الشكل-6-15

- **الطريقة الحسابية التقريبية**

يمكن تطبيق العلاقة التقريبية التالية لحساب قيمة السعة لمكثفة الترشيح :

$$C = \frac{I \cdot T}{U_{CMAX} - U_{CMIN}}$$ مع I : التيار الذي توفره التغذية ، $T = \frac{1}{2 \cdot F}$ (F : التواتر) .

نشاط :

بعد الترشيح ، لا يمكن للتوتر المطبق على المنظم (7805) أن يكون أقل من 7 V . أحسب
1) القيمة المتوسطة للتوتر المرشح
2) التموج حول القيمة المتوسطة
3) نسبة التموج

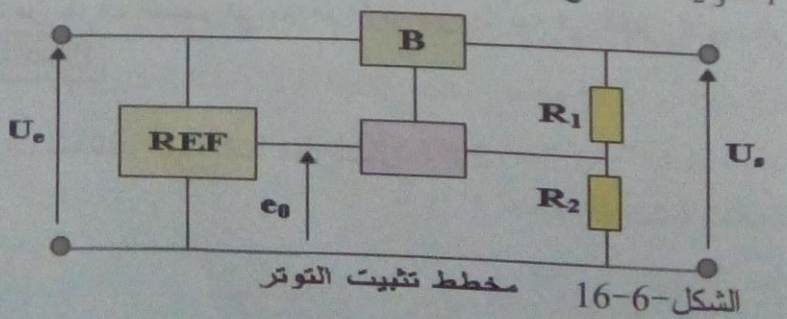
4-3 وظيفة التثبيت

الوظيفة	الجهاز (العنصر)	التعيين
التثبيت	المنظم	R

بالرغم من عملية الترشيح يبقى التوتر بين طرفي المكثفة يحمل بعض التموجات ، و للحصول على توتر مستمر و مستقر نستعمل مثبت التوتر.

1-4-3 التكوين : تحتوي دارة تثبيت التوتر على العناصر (أنظر الشكل-6-16)

1- منبع لتوتر مرجعي (REF) : الذي يوفر توترا e_0 مستقلا قدر الإمكان عن توتر المدخل U_e.
2- مضخم المقارنة (A) : الذي يقارن التوتر المرجعي مع جزء من توتر الخروج Us للتأثير على عضو التحكم B .
3- عضو التحكم B : يؤثر على توتر المخرج حسب التحكم الذي يتلقاه من مضخم المقارنة .
4- المقاومات R_1 , R_2 : تسمح بالتحصل على جزء من توتر الخروج .



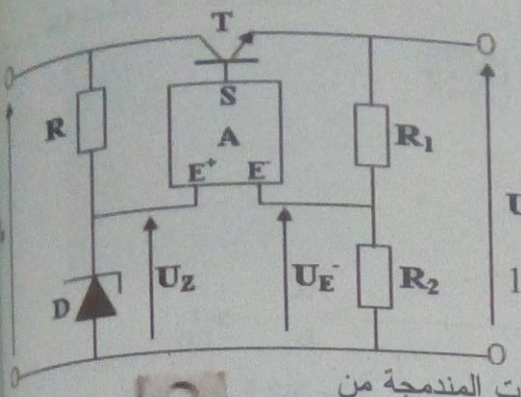
مخطط تثبيت التوتر

الشكل-6-16

ملاحظة : هذا النموذج يمثل التثبيت التسلسلي لأن عضو التحكم B مركب على التسلسل مع التركيب المغذى بالتوتر Us .

3-4-2 التركيب باستعمال عناصر بارزة : الشكل 6-17

الرمز	العنصر	الدور
D	ثنائي زينر	منبع التوتر المرجعي
A	مضخم عملي	مضخم المقارنة
T	مقحل	عضو التحكم

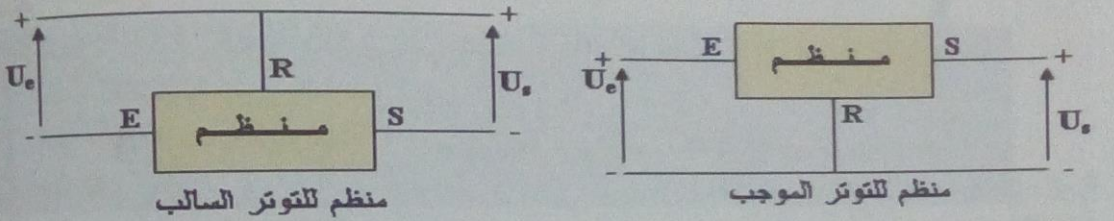


الشكل-6-17

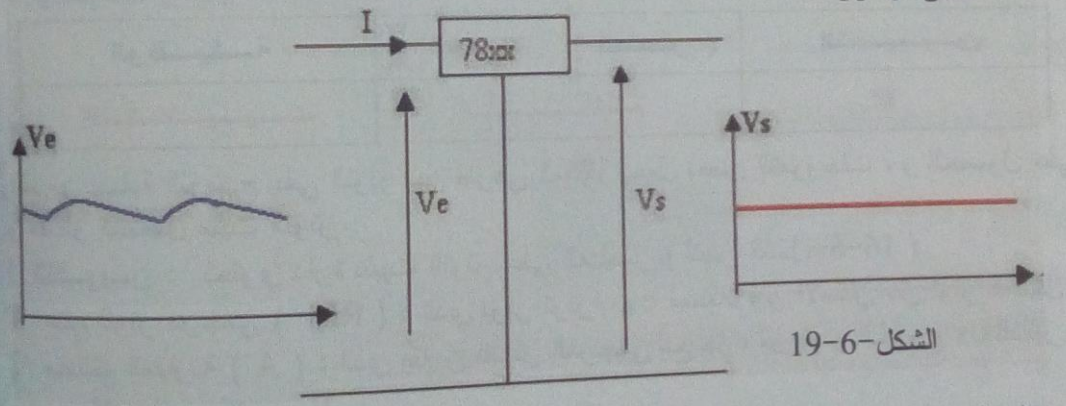
3-4-3 التركيب باستعمال المنظمات :

توجد مركبات تسمح بتحقيق وظيفة التثبيت و هي الدارات المندمجة من عائلة 78XX (للتوترات الموجبة) 79XX (للتوترات السالبة) .

XX هي قيمة توتر المخرج المأخوذة من قائمة 5 6 8 10 12 15 18 و 24 الشكل-6-18 و 6-19.



الشكل-6-18



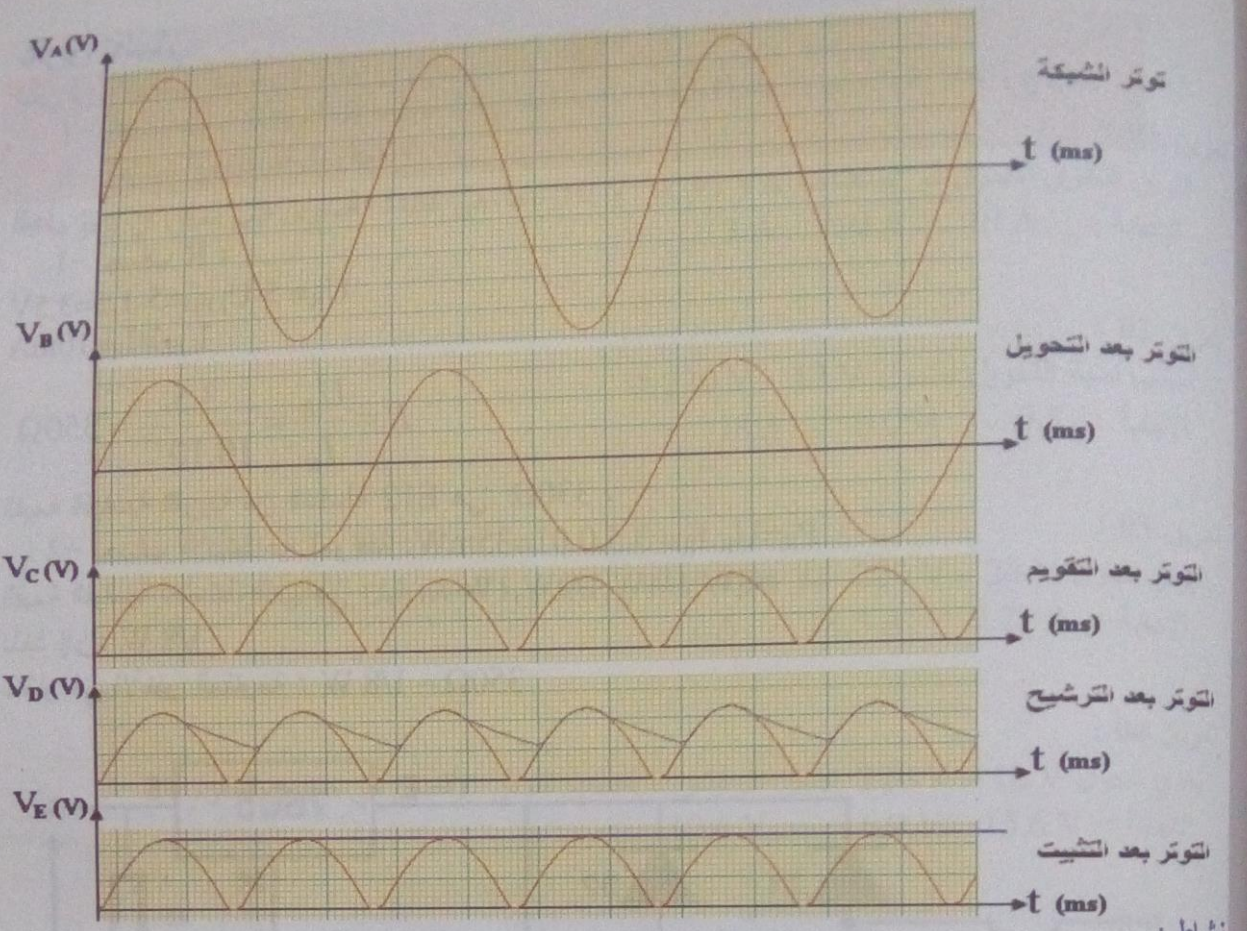
الشكل-6-19

أنجزت المنظمات من نوع 78XX و 79XX لتوفير توتر XX في المخرج بين مربطي المخرج و الكتلة بالإضافة إلى أن التيار المار في مربط الكتلة ضعيف و مستقل عن تيار المخرج .

الاستطاعة المبددة من طرف المنظم هي جداء التوتر بين طرفيه في التيار الذي يعبره

$$P = (U_e - U_s) . I$$

أشكال مختلف التوترات لمختلف الوضائف: أنظر الشكل 6-20



الشكل-6-20

نشاط :

منظم التوتر المستعمل من نوع 7805 له البيانات التقنية التالية :

- توتر المخرج $U_S = 5\ V$
- تيار المخرج الأقصى $I_S = 1.5\ A$
- توتر المدخل : ــ الأدنى 7 V ، ــ الأقصى 35 V .

أحسب الإستطاعة القصوى المبددة في المنظم ؟

نشاط :

إنجاز تغذية مستقرة ذات توتر خروج ثابت ويساوي 9v حيث :

- **يغذى محول (220 V – 24 V) بشبكة التغذية الكهربائية المتناوبة .**
- **يقوم جسر غرايتس بتقويم التوتر الثانوي ($U_0 = 0.7\ V$).**
- **ثم يتم ترشيحه بواسطة مكثفة سعتها 2000µ F + ثنائية كهروضونية تدل على الإشتغال .**
- **وأخيرا يثبت توتر الخروج بإستعمال المنظم المناسب له .**

1/ أرسم تصميم الدارة الكاملة للإنجاز؟

2/ عيـن التوتر الأقصى بعد التقويم ؟

3/ إشرح في جدول دور كل عنصر من العناصر المستعملة .

4/ أعط منحنى التوتر في مخرج كل طابق .

5/ أنجز دارة التغذية المستقرة .

تمرين تطبيقي:

لتكن دارة التغذية المستمرة التالية:

1- أحسب قيمة المقاومة R لحماية ثنائي المشايرة (LED) دليل وجود توتر الخروج V_s.

2- أحسب الإستطاعة الموافقة ؟

الحل :

1- حساب R :

$U_R = 5 - U_{LED} = 5 - 1.5 = 3.5V$

$I_{LED} = I_R = 10mA$

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{3.5}{10.10^{-3}} = 350\Omega$$

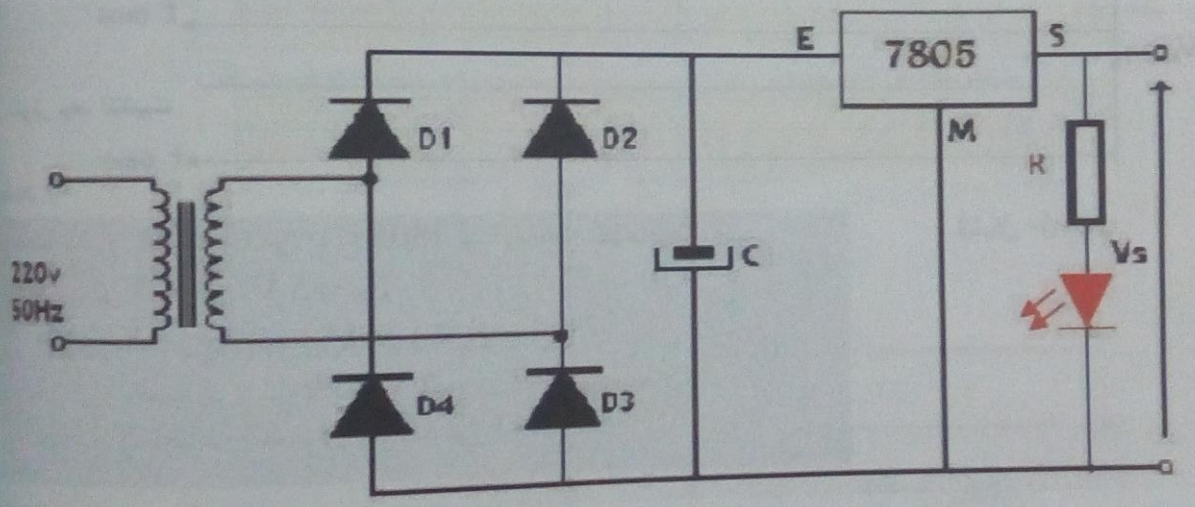
القيمة القياسية القريبة من السلسلة E12 هي 330Ω .

2- حساب الإستطاعة الموافقة : $P_R = U_R.I_R = 3.5.0.01 = 35mW$

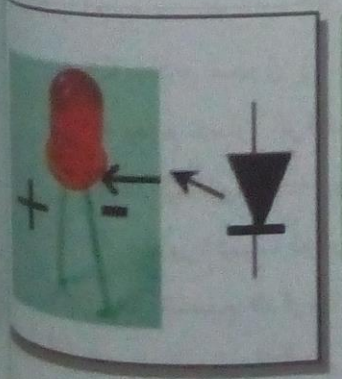
القيمة القياسية للإستطاعات هي :..... 1/8W,1/4W,1/2W,1W

نأخذ إذن: 1/8 W

نختار في الأخير المقاومة : 350Ω – 1/8 W



ملاحظة :



الثنائي الضوئي LED هو عبارة عن ثنائي له نفس خصائص تشغيل الثنائي العادي ، يكمن الفرق كون الثنائي LED موجه لبعث أشعة ضوئية (حمراء ، خضراء ، صفراء، برتقالية) في حالة عبور .

الثنائي الضوئي LED ذو اللون الأحمر توتر عتبته 1.5V و تيار 10mA. يعطي شدة ضوئية مناسبة لعملية المشايرة

تمارين

تمرين 01 :

التوتر الثانوي لمحول ذو إستطاعة 30 VA هو 10 V . ما هي الشدة القصوى التي يمكن أن يوفرها ؟

الإجابة : 10 A 30 A 3 A

تمرين 02 :

أحسب نسبة التحويل لمحول 220 V – 12 V ؟

الإجابة : 0.5 0.054 18.3

تمرين 03 :

يوفر محول 220 V – 24 V تيار قدره 2 A في الثانوي ، أحسب تيار الأولي ؟

الإجابة : 0.22 A 18.3 A 2 A

تمرين 04 :

يغذي محول 220 V – 12 V جسر غرايتس ، أحسب التوتر الأقصى في مخرج المقوم ؟

الإجابة : 15.6 V 16.9 V 10.6 V

تمرين 05:

نسبة التموج لتوتر مرشح هي 10 % ، قيمته القصوى هي $U_{MAX} = 15$ V ، عين قيمته الدنيا ؟

الإجابة : 10 V 11 V 12.3 V

تمرين 06 :

توتر المدخل لمنظم هو $U_e = 15$ V ، و توتر المخرج هو $U_S = 9$ V .أحسب الإستطاعة المبددة إذا كان التيار الذي يوفره هو 0.5 A ؟

الإجابة : 7.5 W 3 W 4.5 W

تمرين 07 :

يغذى محول 220 V – 24 V بشبكة التغذية الكهربائية المتناوبة ، يقوم جسر غرايتس بتقويم التوتر الثانوي ($U_0 = 0.7$ V) ثم يتم ترشيحه بواسطة مكثفة سعتها 2000 μF .

تكافئ الحمولة مقاومة $R = 10\ \Omega$.

1/ أرسم تصميم الدارة ؟

2/ عين التوتر الأقصى بعد التقويم ؟

3/ عين التوتر الأدنى بعد الترشيح و نسبة التموج بالطريقة البيانية

7 وظيفة الحماية

يمكن لكل آخذة أن تكون مقرا لأخطار ذات مصدر كهربائي . هذه الأخطار قد تجهد الأجهزة و ربما تتلفها ، و هذا ما يتطلب استعمال أجهزة خاصة تسمى أجهزة الحماية يتمثل دورها في الكشف عن هذه الاختلالات و عزل التجهيزات عندما تصبح خطيرة . هناك نوعان من الاختلالات :

- التوترات المفرطة : هي الحالة التي يفوق فيها التوتر المطبق القيمة الاسمية للتشغيل .
- التيارات المفرطة : هي الحالة التي تفوق فيها شدة التيار القيمة الاسمية للتشغيل و هي نوعان:

- الحمولة المفرطة - الدارات القصيرة

من بين الأجهزة التي تضمن وظيفة الحماية للعتاد هي : * الفواصم * المرحل الحراري

الاختلالات	أسبابها	آثارها	أجهزة الحماية
التوترات المفرطة (Surtensions)	ـ التماس الكهربائي بين أسلاك دارة التوتر المنخفض و المرتفع . ـ الصواعق .	ـ انفصام العوازل . ـ دارة قصيرة . ـ إتلاف التجهيز .	ـ المرحل ضد التوتر المفرط . ـ الفاصل التفاضلي ذو عضو حراري . ـ الواقي من الصواعق .
التيارات المفرطة : (Surintensités) • الحمولة المفرطة (Surcharges)	زيادة أجهزة الاستقبال المغذاة من نفس المأخذ .	ـ زيادة غير عادية في شدة التيار . ـ تسخين بطيئ لكن قادر على إتلاف التجهيز .	ـ مرحل حراري .
• الدارات القصيرة (court-circuits)	إرتفاع فجائي للتيار في دارة ناتج عن التماس الكهربائي بين طور و حيادي أو طورين .	ـ إنشاء قوس كهربائي . ـ تسخين سريع يؤدي إلى ذوبان النواقل .	ـ الفاصم ـ المرحل المغناطيسي . ـ الفاصل التفاضلي ذو عضو مغناطيسي .

1- الحماية ضد الدارات القصيرة : الفاصم

1-1 تعريف

هو عبارة عن جهاز وصل وظيفته هي فتح الدارة المراد حمايتها بانصهار عنصر معير.

1-2 الرمز

1-3 أنواع خراطيش الفواصم

يوجد نوعان من الفواصم :

- خرطوشة أسطوانية : يستعمل هذا النوع في المنازل و الميادين الصناعية.

الشكل-7-2

- خرطوشة بسكاكين : يستعمل هذا النوع في الميادين الصناعية.

الشكل-7-3

1-4 التكوين

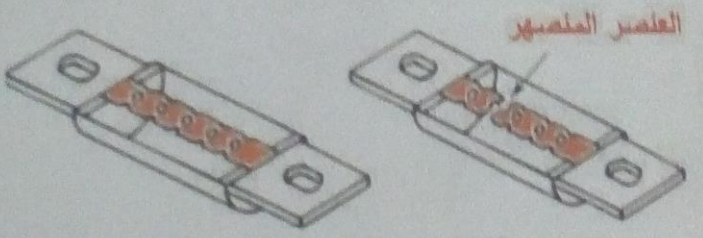
العناصر الأساسية المكونة للخرطوشة مهما كان نوعها هي:

العنصر	المادة	الوظيفة
غلاف عازل	الخزف	ضمان مقاومة ميكانيكية جيدة و قدرة تحمل الصدمات الحرارية .
عضو التوصيل الكهربائي	نحاس فضي	تثبيت الخرطوشة على التجهيز (حامل الفاصم) وتحقيق التوصيل بأجهزة الدارة .
عنصر المنصهر	نحاس أو فضة	الكشف عن التيار المفرط و قطع الدارة المراد حمايتها
الرمل	سيليس	إخماد سريع للقوس الكهربائي عند الانصهار و تحقيق العزل بعد القطع .

خرطوشة أسطوانية | خرطوشة بسكاكين

الشكل- 7-4

5-1 مبدأ التشغيل : خلال دارة قصيرة ، تصبح شدة التيار فائقة جدا ، مما تتسبب في تسخين العنصر الداخلي بمفعـول جول ثم ذوبانه . يجب على الغلاف أن يقاوم الضغط الكبير الذي يحدث .



الشكل-7-5

6-1 اللوحة الإشارية

الشكل-7-6

7-1 تصنيف الفواصم

هناك ثلاثة أقسام للفواصم حسب الاستعمال :

النوع (القسم)	الاستعمال
gF(سريع جدا)	استعمال عام للحماية ضد الحمولة المفرطة (الضعيفة و القوية)و ضد الدارات القصيرة
GI أو gG	استعمال عام (زمن الانصهار غير مؤجل)
am (بطيئ)	مرافق للمحرك للحماية ضد الدارات القصيرة فقط .

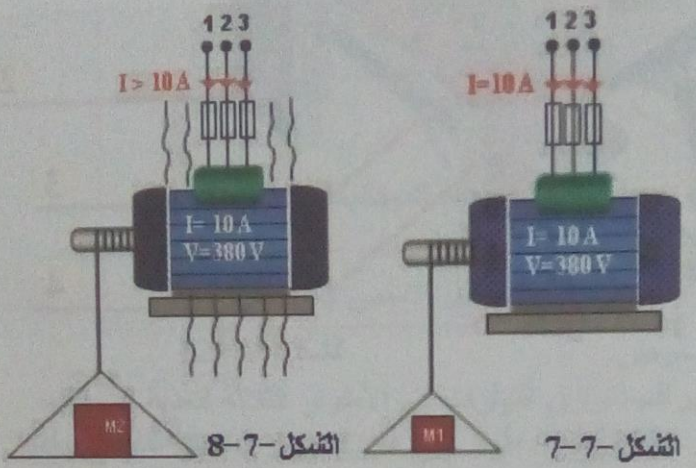
8-1 **كيفية اختيار الفواصم** : نختار الفاصم حسب الخصائص التالية :

- قسم الفاصم : gG ، gF ، am .
- المعيار In (الشدة الاسمية) : هي الشدة التي يمكن أن تعبُر الفاصم بدون أن تُحدث تسخينا غير عادي أو انصهارا .
- التوتر الاسمي : يمثل القيمة العظمى للتوتر التي يمكن أن يشتغل تحتها الفاصم .
- قدرة القطع
- الشكل و الأبعاد

2- الحماية ضد الحمولة المفرطة : المـــرحـــل الحـــراري

الشكل-7-7 : يقوم المحرك برفع ثقل M_1 إلى إرتفاع معين فيمتص تيارا I=10A (يساوي التيار الإسمي)

الشكل-7-8 : يقوم المحرك برفع ثقل M_2 إلى نفس الإرتفاع فيمتص تيارا I>10A (أكبر من التيار الإسمي)



الشكل-7-7 الشكل-7-8

الملاحظة :

إرتفاع غير عادي لدرجة حرارة المحرك رغم وجود المنصهرات من نوع aM

الاستنتاج : المنصهرات من هذا النوع لا تحمي المحركات في حالة زيادة التيار (فرط في الحمولة)

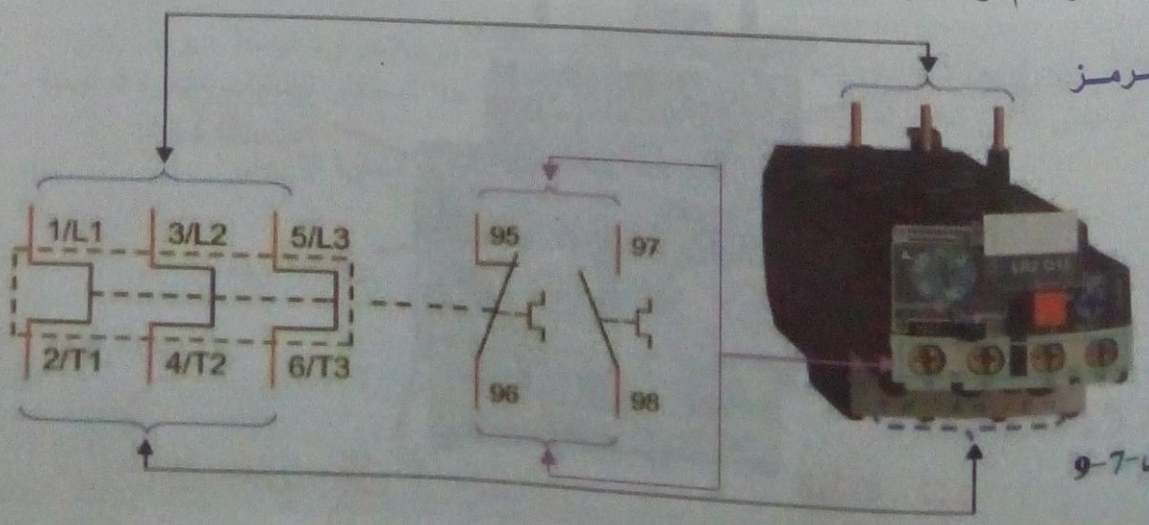
الحل : يكمن الحل في استعمال جهاز آخر للحماية و يسمى المـــرحل الحراري

2-1 تعـــريـــف

هو جهاز يضمن حماية الدارات و المحركات ضد الحمولة المفرطة ، و انقطاع أحد الأطوار و الإقلاع الجد طويل .

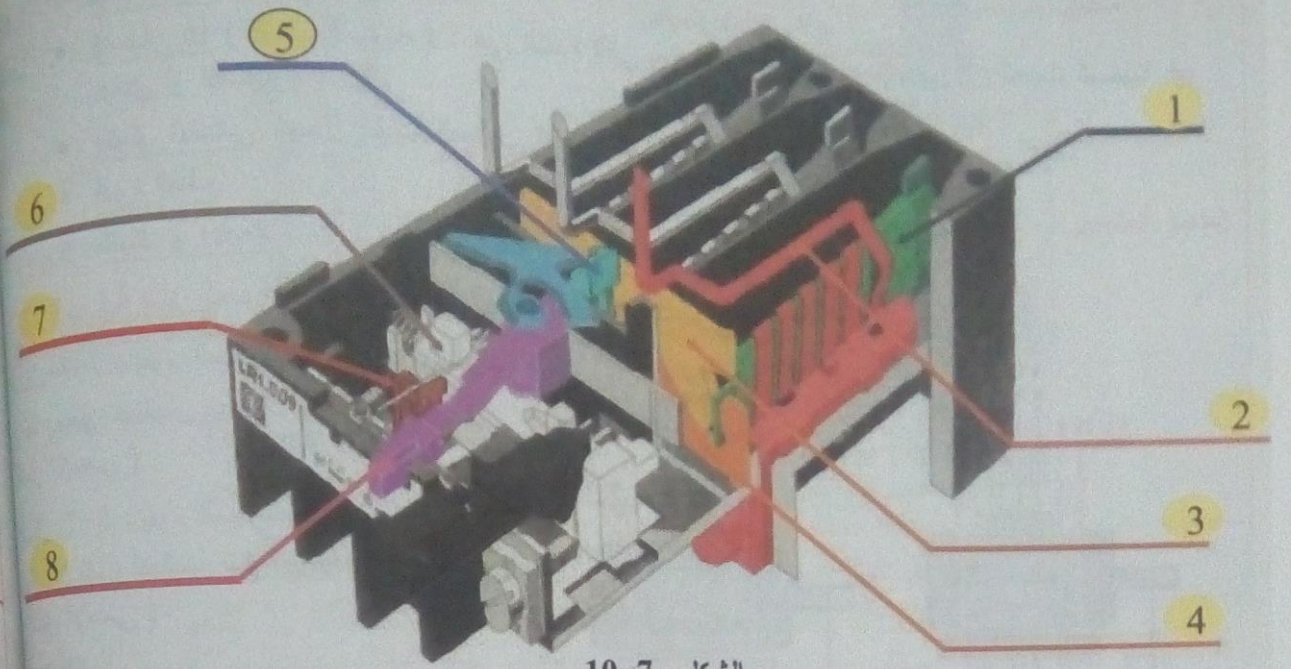
- يجب دائما ربط المرحل الحراري بملامس – يسمى المجموع فاصل التماس بحيث يحقق الملامس التحكم الآلي في الدارات، بينما يسمح المرحل الحراري بكشف الحمولات المفرطة و فتح دارة التحكم للملامس في حالة الخلل.
- لا تتحقق الحماية ضد الدارات القصيرة بسبب ضعف قدرة القطع للملامس، لذا يجب أن يُرفق المرحل الحراري دائما بفواصم أو أجهزة تضمن الحماية ضد الدارات القصيرة.

2-2 الـــرمـــز



الشكل-7-9

2-3 التكوين :



الشكل- 7-10

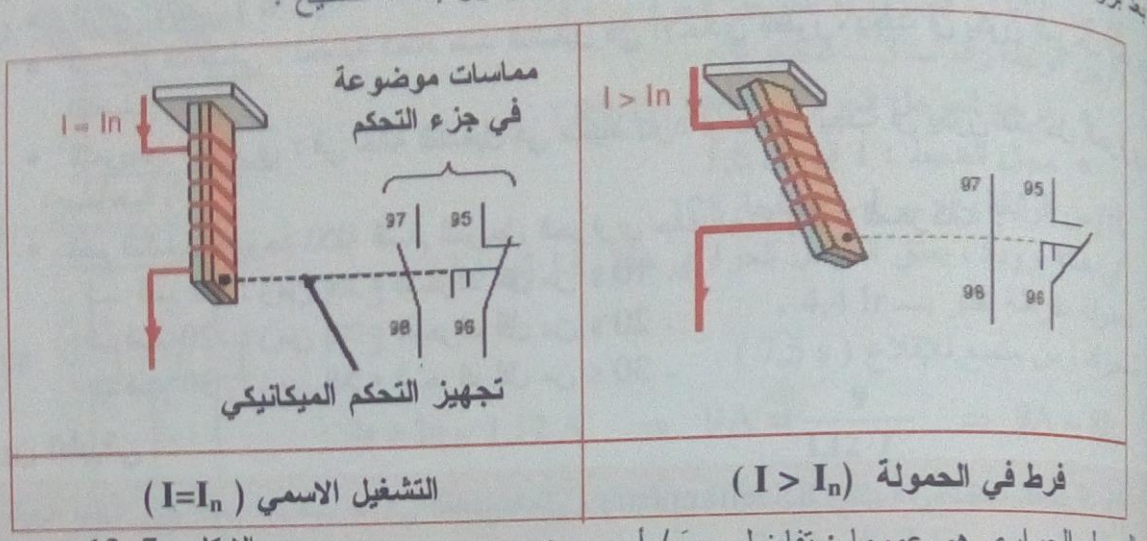
الرقم	التعيين	الرقم	التعيين
1	ثنائي الشفرة	5	عتلة
2	ناقل كهربائي	6	نظام التسيب(القطع)
3	ضابطة علوية	7	ملمس ثانوي
4	ضابطة سفلية	8	ضبط معيار للتسيب(تيار القطع)

2-4 الواجهة الأمامية للمرحل

الشكل-7-11

5-2 مبدأ التشغيل

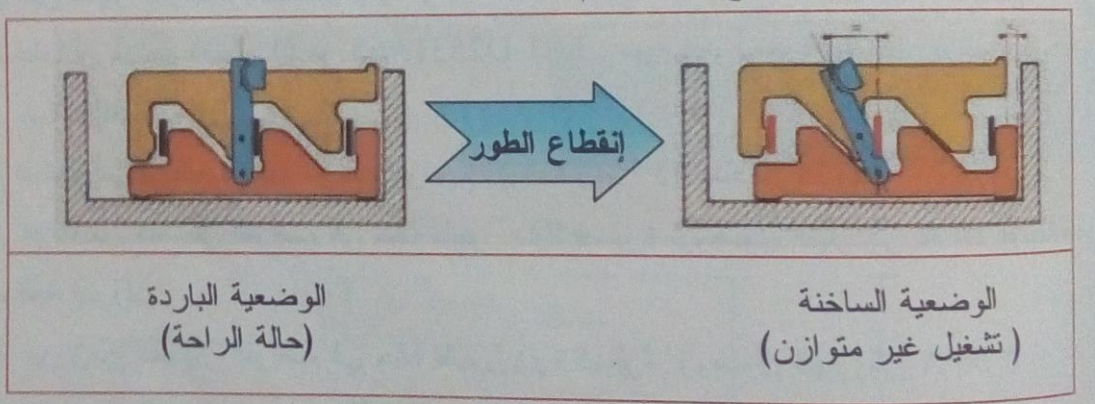
يحتوي المرحل الحراري أساسا على ثنائي الشفرة والذي يتكون من شفرتين ذات معاملات حرارية مختلفة . عند تدفق التيار المار القيمة الاسمية للتشغيل In (تيار الضبط) ، تزداد درجة الحرارة و تتقوس الشفرة الثنائية فيحدث فتح التماس الموضوع في دارة التحكم و منه فتح دارة الاستطاعة ثم تعود إلى وضعيتها الأولى بعد برودتها . يمكن إعادة غلق ملمس التحكم بالضغط على زر إعادة التسليح .



الشكل- 7-12

المرحل الحراري هو عموما : تفاضلي وَ / أو معوض

• مبدأ التجهيز التفاضلي : المرحل الحراري يراقب توازن التيارات في الأطوار الثلاثة لتغذية المحرك . لما يصبح الاستهلاك غير متوازن و هذا في حالة انقطاع طور ما ، فإن التجهيز المسمى تفاضلي يؤثر على نظام التسيب للمرحل فيقطع دارة التحكم .



الشكل- 7-13

• مبدأ التعويض الحراري : لتفادي القطع السريع الناتج عن تغيرات درجة حرارة الوسط ، يركب على نظام التسيب الرئيسي ثنائي شفرة للتعويض.هذا الأخير يتقوس في الاتجاه المعاكس للثنائيات الشفرة الرئيسية .

الشكل- 7-14

6-2 مميزات و اختيار المرحل الحراري

يتم اختيار المرحل الحراري حسب الخصائص التالية :

- تيار التعديل (Ir) : تتعلق قيمته بقيمة التيار الاسمي (In) التي يجب أن تكون محصورة في نطاق التعديل للمرحل الحراري
- التوتر الاسمي (Un) .
- التشغيل التفاضلي : لحماية العتاد ضد التشغيل في الأحادي الطور، يجب أن يكون المرحل الحراري تفاضليا
- التعويض الحراري : في حالة التشغيل في محيط بارد أو ساخن يجب أن يكون المرحل الحراري معوضا .
- قسم التشغيل : يوجد ثلاثة أقسام للمرحل الحراري حسب مدة إقلاع المحركات :
  - قسم 10 : زمن إقلاع المحرك أقل من 10 s .
  - قسم 20 : زمن إقلاع المحرك أقل من 20 s .
  - قسم 30 : زمن إقلاع المحرك أقل من 30 s .

تمرين تطبيقي :

I - كيفية اختيار الفواصم الموضوعة في القاطع العازل Q(Sectionneur) من دارة تغذية المحرك M انظر الشكل-7-15 .

1/ عين نوع الفواصم المستعملة لحماية المحرك .

2/ عين معيار الفواصم باستعمال وثيقة رقم -3- صفحة 130 الخاصة بالمرحل الحراري .

3/ علما أن مرجع القاطع Q هو LS1-D2531A65 ، عين إذن أبعاد الفواصم (وثيقة رقم -4- صفحة130)

4/ استنتج من النتائج السابقة مرجع الفواصم (وثيقة رقم -5- صفحة 131) ؟

5/ عين زمن انصهار الفواصم في حالة ظهور دارة قصيرة ووصول التيار إلى 20 A (وثيقة رقم -2- صفحة 129)

6/ عين زمن انصهار الفواصم في حالة ظهور دارة قصيرة ووصول التيار إلى 50 A ؟

II - كيفية اختيار المرحل الحراري RT الذي يسمح بحماية المحرك M من الحمولة المفرطة

(P_u =0,37 KW I_n=1,12A)

7/ علما أن المحرك يصل إلى السرعة الاسمية خلال 7,5s ، عين قسم التشغيل للمرحل الحراري

8/ عين عدد الأقطاب الضرورية .

9/ عين مرجع المرحل الحراري المستعمل واعط مجال الضبط (وثيقة رقم-4- صفحة 130) ؟

10/ علما أن تيار الإقلاع $I_d = 4,4 \times I_n$ وبضبط $I_r = I_n$ ، تحقق من عدم إعتاق المرحل الحراري قبل نهاية الإقلاع (وثيقة رقم -1- صفحة 129) ؟

الحـــل :

1/ نوع الفواصم المستعملة : aM

2/ باستعمال وثيقة الصانع الخاصة بالمرحل الحراري نستخرج المعيار : 2 A .

3/ أبعاد الفواصم : 38 × 10

4/ مرجع الفواصم : DF2-CA02 .

5/ باستعمال الوثيقة – 2 – نجد زمن الانصهار هو : 0,8 s

6/ زمن الانصهار هو : 60 ms .

7/ القسم : 10

8/ عدد الأقطاب الضرورية للمرحل الحراري : 3

9/ من الوثيقة رقم – 3 – نستخرج :

- مرجع المرحل الحراري : LR2-D1306
- مجال الضبط : 1 إلى 1,6 A

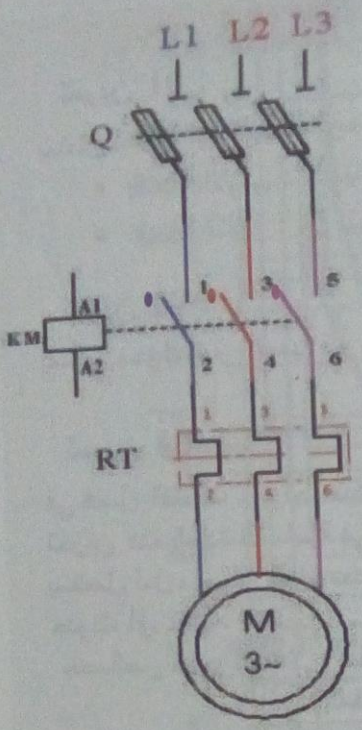
10/ من الوثيقة رقم – 1 – صفحة 128

في حالة برودة ، يعتق المرحل الحراري خلال 12 إلى 13 s لحمولة مفرطة تقدر بـ 4,4 Ir .

للمحرك زمن متسع للإقلاع (7,5 s) .

$$Ir = In = 1{,}12\ A \quad \Rightarrow \quad 9A = \frac{9}{1{,}12 \cdot I_r} \quad \Rightarrow \quad 9A \approx 8Ir$$

نضع 8 Ir على منحنى إعتاق المرحل قسم 10 فنحصل على زمن الإعتاق حوالي 3,1 إلى 3,2 s

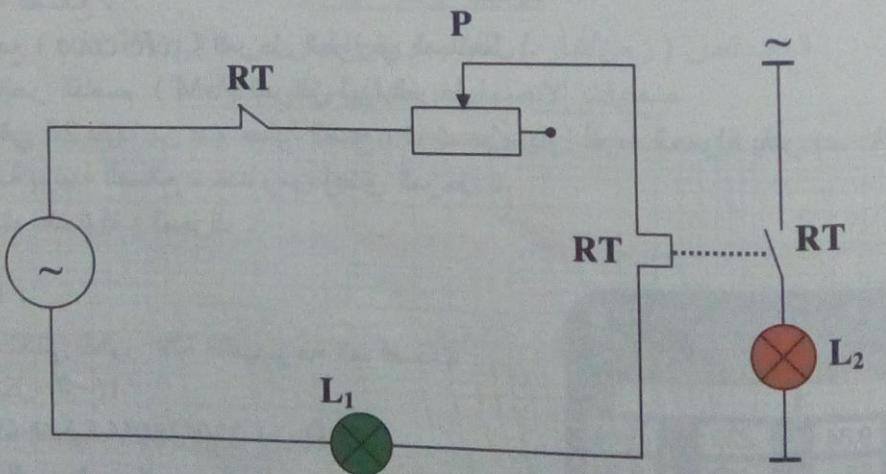


الشكل-7-15

نشاط : إعتاق المرحل الحراري عند تجاوز التيار المسموح به بمعدلة .

1- ما هو دور المعدلة P ؟ و المصباح L_2 ؟

2- ما ذا يحدث عند تجاوز التيار المسموح به ؟



الشكل-7-16

تمارين

تمرين 01 :

يمتص محرك تيار اسميا قدره 20 A فتظهر حمولة مفرطة . قياس تيار الحمولة المفرطة أعطى 40 A :

- الحالة الأولى : هل يتم إعتاق المرحل الحراري خلال مدة حمولة مفرطة قدرها 20 s ؟
- الحالة الثانية : هل يتم إعتاق المرحل الحراري خلال مدة حمولة مفرطة قدرها 4 min ؟

تمرين 02 :

يمتص محرك تيارا اسميا قدره 27 A . اعط مرجع المرحل الحراري الموافق ؟

تمرين 03 :

في فصل الصيف ، يواجه سكان المدينة عادة مشكلة ندرة المياه و انقطاعها بصفة دورية، لذا يلجا معظمهم
تخزين هذه المادة الأساسية في خزانات .
يستعمل لملء خزان الماء مضخة بواسطة محرك كهربائي مزود بأجهزة الحماية التي تسمح له بالتوقف عند
حدوث أي خلل .
خصائص المحرك ثلاثي الطور :

المقدار	القيمة	الوحدة
U_n	380	V
I_n	16	A
f	50	Hz
cosφ	0.86	

1- أذكر جميع الحالات التي تؤدي بالمحرك إلى التوقف.
تستعمل مرحل حراري من الصنف 10A ونضبطه على التيار الإسمي للمحرك ($I_r = I_n$) .
باستعمال وثيقة الصانع :
2- أعط مرجع (référence) المرحل الحراري المستعمل .
3-أعط خصائص الفاصم (aM) المرافق لهذا المرحل .
بعد مرور حوالي 20 دقيقة من بدء عملية الضخ ، تم تسجيل تيارا لفرط الحمولة يقدر بـ 48 A.
4- بالإستعانة بوثيقة الصانع ، حدد زمن إعتاق المرحل .
5- ماذا يحدث عند توقف المحرك .

تمرين 04 :

يحمل محرك ثلاثي الطور لآلة الثقب لوحة المواصفات الممثلة في الشكل-7-16

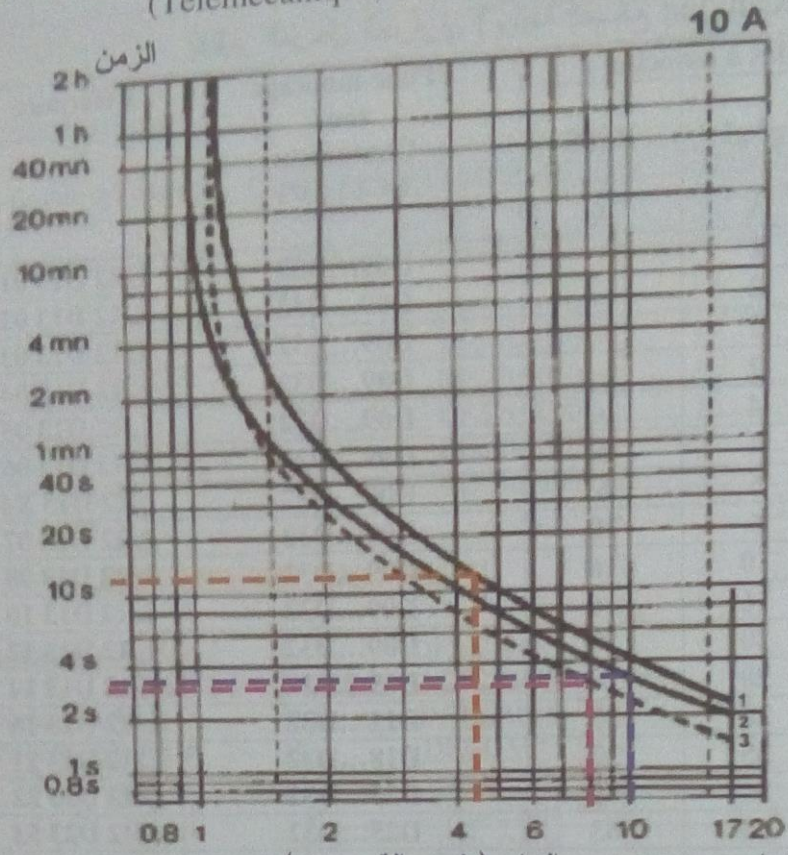
إذا كانت شبكة التغذية 50Hz - 230/380V

1- عين نوع إقران المحرك .
2- عين كل من :
- نوع المنصهر المستعمل المرافق للمحرك .
- مجال ضبط المرحل الحراري .
- المرحل الحراري الموافق .
- معيار هذا المنصهر.

الشكل-7-16

الوثيقة رقم -1-

منحنى إعتاق المرحل الحراري LR2-D (Télémécanique)



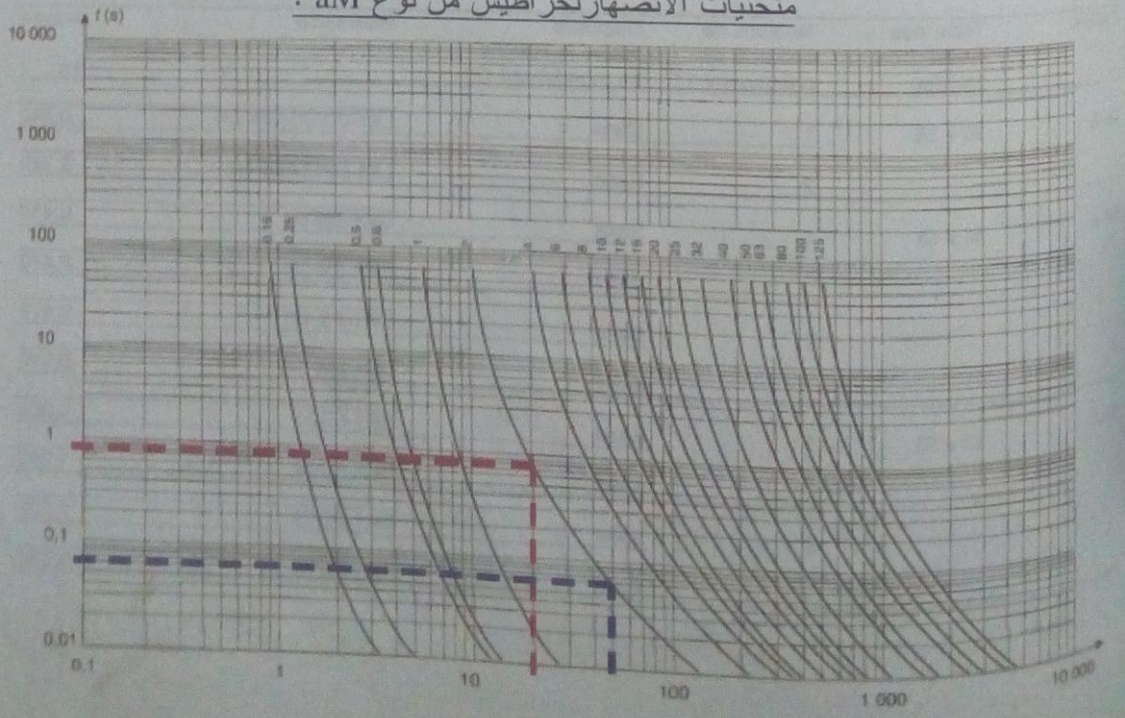
x تيار الضبط I_r

1) تشغيل متوازن 3 أطوار ، بدون مرور التيار (في حالة برودة)
2) تشغيل على طورين ، بدون مرور التيار (في حالة برودة)
3) تشغيل متوازن 3 أطوار ، بعد مرور مطول لتيار الضبط (في حالة سخونة)

الوثيقة رقم -2-

الخصائص (زمن/تيار) للفواصم بخراطيش من 1 إلى 125 A .

منحنيات الانصهارلخراطيش من نوع aM .



الوثيقة رقم -3-

إختيار المرحل الحراري (وثيقة الصانع Télémécanique)

Zone de réglage du relais	Fusibles à associer			Pour montage sous Contacteur LC1 , LP1	Référence
	aM	gf-gl	BS88		
A	A	A	A		
0,10 - 0,16	0,25	2	-	D09…D32	LR2 D13 01
0,16 - 0,25	0,5	2	-	D09…D32	LR2 D13 02
0,25 - 0,40	1	2	-	D09…D32	LR2 D13 03
0,40 - 0,63	1	2	-	D09…D32	LR2 D13 04
0,63 - 1	2	4	-	D09…D32	LR2 D13 05
1 - 1,6	2	4	6	D09…D32	LR2 D13 06
1,25 - 2	4	6	6	D09…D32	LR2 D13 X6
1,6 - 2,5	4	6	10	D09…D32	LR2 D13 07
2,5 - 4	6	10	16	D09…D32	LR2 D13 08
4 - 6	8	16	16	D09…D32	LR2 D13 10
5,5 - 8	12	20	20	D09…D32	LR2 D13 12
7 - 10	12	20	20	D09…D32	LR2 D13 14
9 - 13	18	25	25	D12…D32	LR2 D13 16
12 - 18	20	35	32	D18…D32	LR2 D13 21
17 - 25	25	50	50	D25…D32	LR2 D13 22
23 - 32	40	63	63	D25…D32	LR2 D23 53
28 - 36	40	80	80	D32	LR2 D23 55

الوثيقة رقم -4-

القاطع العازل

Blocs nus tripolaires

Calibre	Taille des cartouches fusibles	Nombre de contacts de précoupure (1)	Dispositif contre la marche en monophasé (2)	Référence	Masse kg
25 A	10 x 38	1	Sans	LS1-D2531A65 (3)	0,240
		2	Sans	LS1-D253A65 (3)	0,240
50 A	14 x 51	1	Sans	GK1-EK (4)	0,430
			Avec	GK1-EV (4)	0,470
		2	Sans	GK1-ES (4)	0,470
			Avec	GK1-EW (4)	0,510
80 A	22 x 58	1	Sans	DK1-FB23	1,200
			Avec	DK1-FB28	1,200
		2	Sans	DK1-FB13	1,200
			Avec	DK1-FB18	1,200

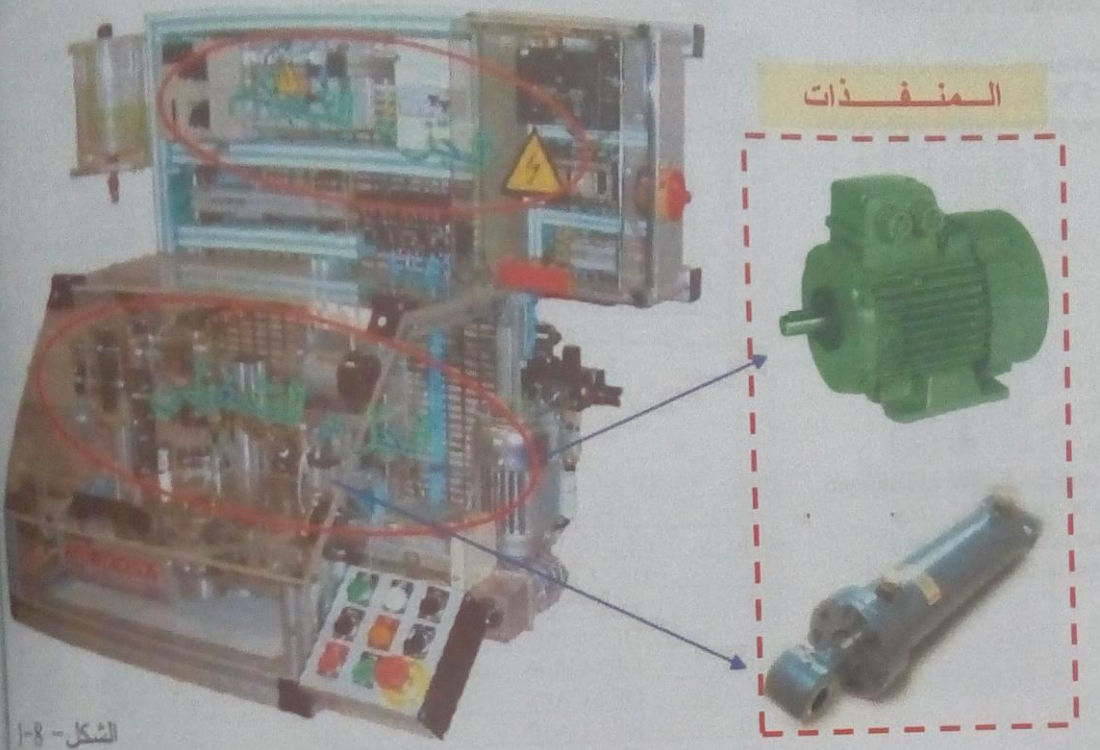
الوثيقة رقم -5-

الفواصم المنصهرة

Cartouches fusibles

	Cartouche-fusible classe aM		Cartouche-fusible classe gF OU gI	
	calibre en A	Référence unitaire	calibre en A	Référence unitaire
Cartouche-fusible cylindrique 5,5 × 31,5 pour porte-fusible DF6-AB08	1	DF2-BA0100	1	DF2-BN0100
	2	DF2-BA0200	2	DF2-BN0200
	4	DF2-BA0400	4	DF2-BN0400
	6	DF2-BA0600	6	DF2-BN0600
	8	DF2-BA0800	8	DF2-BN0800
	10	DF2-BA1000	1	DF2-BN1000
			12	DF2-BN1200
			16	DF2-BN1600
			20	DF2-BN2000
Cartouche-fusible cylindrique 10 × 38 pour séctionneur LS1-D et porte-fusible DF6-AB10	0,16	DF2-CA001		
	0,25	DF2-CA002		
	0,50	DF2-CA005		
	1	DF2-CA01		
	2	DF2-CA02	2	DF2-CN02
	4	DF2-CA04	4	DF2-CN04
	6	DF2-CA06	6	DF2-CN06
	8	DF2-CA08	8	DF2-CN08
	10	DF2-CA10	10	DF2-CN10
	12	DF2-CA12	12	DF2-CN12*
	16	DF2-CA16*	16	DF2-CN16*
	20	DF2-CA20*	20	DF2-CN20*
	25	DF2-CA25*	25	DF2-CN25*
			32	DF2-CN32*

8 وظيفة الإستطاعة

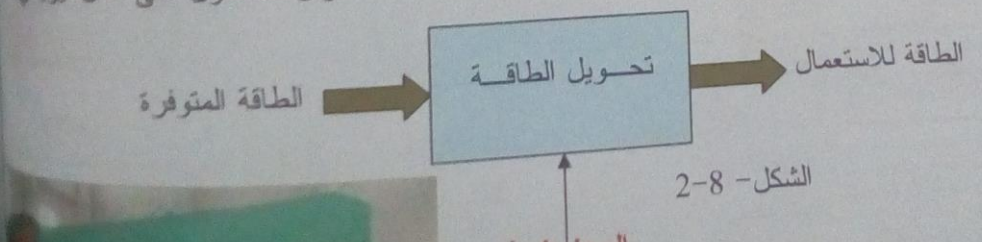


الشكل- 8-1

حسب المعلومات التي يتلقاها جزء التحكم من عناصر تدعى الملتقطات، يقوم بأخذ القرارات المناسبة و التي يرسلها على شكل أوامر للتنفيذ إلى جزء الاستطاعة الذي يتمثل في المنفذات.

تعريف المنفذ

المنفذ هو من مكونات الاستطاعة الذي يقوم بتحويل طاقة إلى طاقة أخرى للحصول على عمل فيزيائي.



الشكل- 8-2

الشكل- 8-3

مثال : آلة – العتاد (machine-outils)

المسارات الخاصة بالأعضاء المتحركة في آلة-العتاد في الاتجاهات الثلاثة للفضاء تكون مستقيمة أو دورانية يكون انتقال الأعضاء المتحركة عن طريق قوة أو قوى صادرة من عنصر محرك الذي يمكن أن يكون:

- كهربائي (محركات كهربائية) : تسمح بالحصول على حركة دورانية .
- هوائي (رافعات): تسمح بالحصول على حركة مستقيمة.

1- المحرك اللاتزامني ثلاثي الطور

1-1 وظيفة المحرك

وظيفة المحرك الكهربائي هي تحويل الطاقة الكهربائية (المقدمة من طرف التغذية الكهربائية) إلى طاقة ميكانيكية (المتوفرة على عمود المحرك).

الشكل- 8-4

الطاقة الكهربائية ⟹ المحرك ⟹ الطاقة الميكانيكية

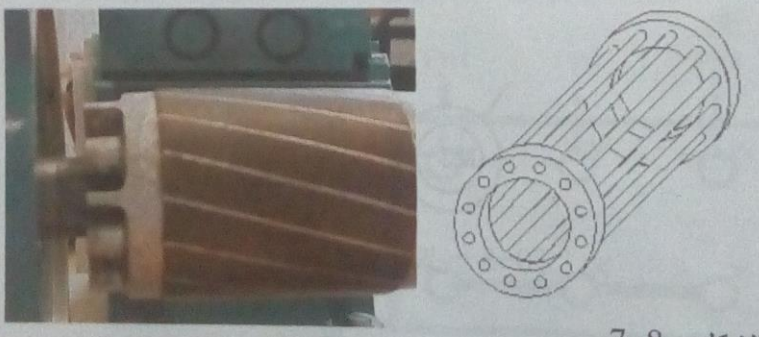
الشكل- 8-5

1-2 التكوين

يتكون المحرك اللامتزامن ثلاثي الطور من جزئين أساسيين:

- الساكن : يمثل الجزء الثابت الذي يحتوي على وشائع التحريض و عددها ثلاثة (3) أو مضاعف ثلاثة، و دوره إنتاج الحقل المغناطيسي الدوار.
- الدوار : يمثل الجزء المتحرك و هو نوعان:
- دوار مقصور (ذو قفص سنجاب) : عبارة عن قضبان من الألمنيوم أو النحاس موصولة ببعضها البعض مكونة قفصا.
- دوار ملفوف : عبارة عن صفائح محددة تحمل لفات معزولة فيما بينها.

الشكل- 8-6



الشكل- 8-7

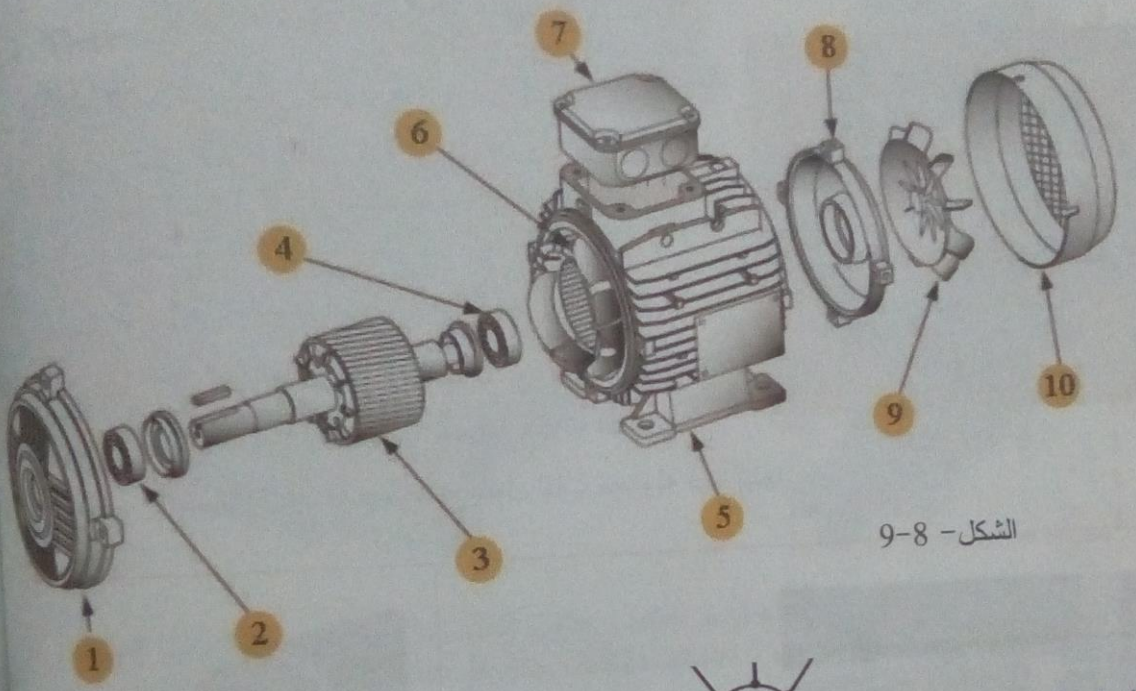
دوار ملفوف | دوار مقصور

الشكل- 8-8

الساكن

3-1 هيكلة محرك لامتزامن ثلاثي الطور

الرقم	التعيين	الرقم	التعيين
1	غطاء	6	لفات الساكن
2	مدحرجات	7	لوحة المرابط
3	الدوار	8	حلقة الحصر
4	مدحرجات	9	مروحة
5	الساكن	10	غطاء المروحة



الشكل- 8-9

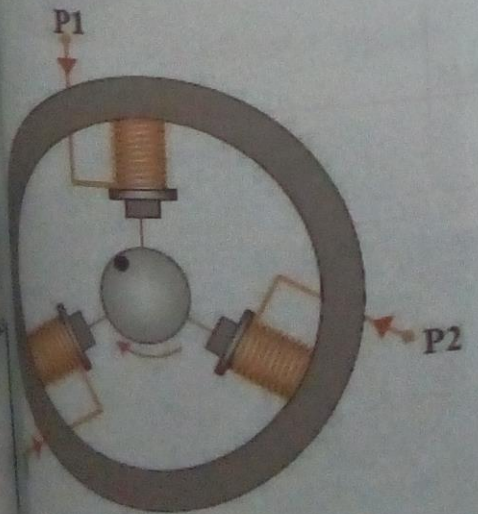
4-1 الرمـــز

الشكل- 8-10

5-1 مبدأ التشغيل

نشاط 1 : نضع قرص معدني في وسط ثلاثة (3) وشائع متماثلة ومتباعدة فيما بينها بزاوية قدرها 120° و مغذاة بتوترات ثلاثية الطور .

- الملاحظة: دوران القرص .
- الاستنتاج: يدور القرص بفعل المجال المغناطيسي الدوار الناتج عن الوشائع الثلاثة .



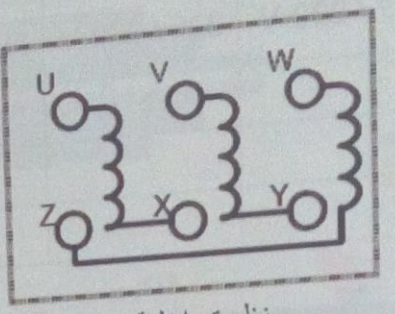
الشكل- 8-11

نشاط 2 : نقوم بتبديل طورين.

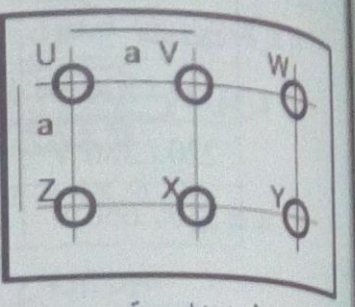
- الملاحظة : يُعكس إتجاه الدوران.
- الاستنتاج : لعكس اتجاه الدوران يكفي عكس طورين.

1-6 لوحة المرابط

تحتوي لوحة المرابط لمحرك لاتزامني ثلاثي الطور دائما على 06 مرابط حيث تمثل U , V , W مداخل الوشائع و Z , X , Y مخارجها . تكون المرابط U , V , W دوما مربوطة بشبكة التغذية.



نظرة داخلية



نظرة خارجية

الشكل- 8-12

1-7 إقران لفات الساكن

الإقران هو عملية ربط الوشائع فيما بينها .

تصنع كل لفة بحيث تتحمل توترا أقصى الذي لا يجب تجاوزه لتفادي انهيارها، حسب التوتر المركب لشبكة التغذية المستعملة، تربط لفات الساكن بالشبكة على مستوى لوحة المرابط حيث يتم اختيار نوع الإقران نجمي (Y) أو مثلثي (Δ) حسب خصائص المحرك و الشبكة المتوفرة.

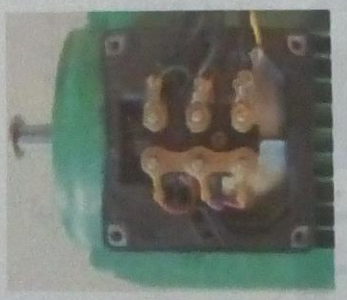
تعطي اللوحة الإشارية لمحرك لامتزامن دائما توترين للتشغيل بحيث :

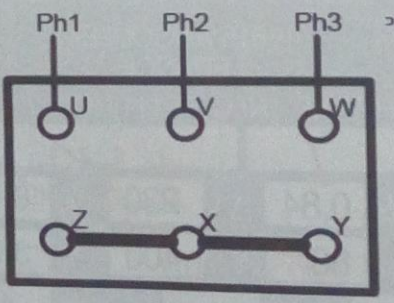
- إذا كان توتر التغذية للشبكة يساوي التوتر الأكبر للمحرك يكون الإقران نجمي
- إذا كان توتر التغذية للشبكة يساوي التوتر الأصغر للمحرك يكون الإقران مثلثي

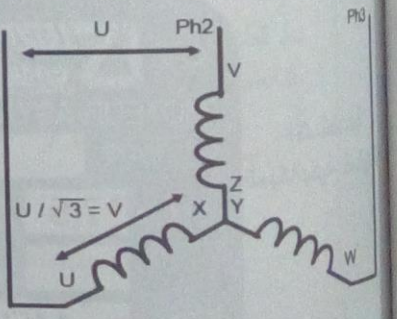
• **الإقران النجمي :**

- الرمز : Y أو ⅄

- المبدأ: الوشائع الثلاثة لها نقطة مشتركة X , Y , Z ثم تربط الأطوار الثلاثة بالأطراف U , V , W .







الشكل- 8-13

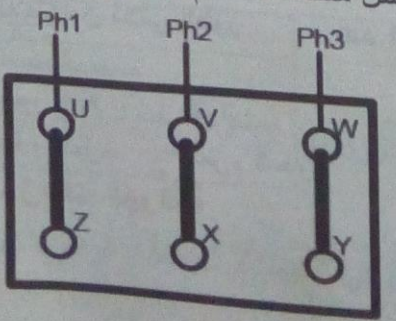
في حالة الإقران النجمي تخضع الوشائع للتوتر البسيط " V "

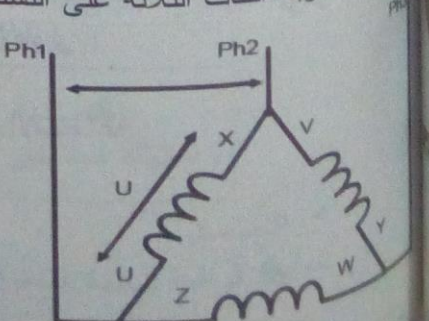
• **الإقران المثلثي :**

- الرمز : D أو Δ

- المبدأ : تربط اللفات الثلاثة على التسلسل مشكلة مثلثا ثم توصل الأطوار الثلاثة برؤوس المثلث.

الشكل- 8-14





في حالة الإقران المثلثي تخضع الوشائع للتوتر المركب " U "

نشاط1: أوجد نوع الإقران في الحالات التالية :

المحركات / الشبكات	127 / 220 V	220 / 380 V	380 / 660 V
127 / 220 V			
220 / 380 V			
380 / 660 V			

نشاط2 :

قم بقياس سرعة دوران محرك لامتزامن ثلاثي الطور باستعمال جهاز القياس stroboscope مع تغيير الحمولة

الملاحظة : تغيير سرعة الدوران.
النتيجة : الحمولة تؤثر على سرعة دوران المحرك.

ملاحظة : سرعة دوران الحقل الدوار ثابتة.

1-8 لوحة البيانات لمحرك لامتزامن ثلاثي الطور

نجد على المحركات اللاتزامنية ثلاثية الطور لوحة التعليمات التي تحمل البيانات التالية :

- المميزات الكهربائية
- المميزات الميكانيكية
- المميزات التجارية

الشكل- 8-15

1-9 كيفية اختيار المحرك اللامتزامن ثلاثي الطور

يتم اختيار المحرك حسب :

- الشبكة : - التيار المسموح به - التوتر
- الحمولة : - الاستطاعة و العزم - العزم المقاوم - الاستطاعة

2- الرافعات و الموزعات الهوائية

2-1 الرافعات

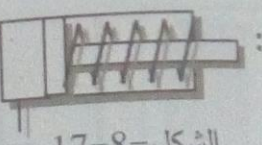
4-1-1 تعريف

الرافعة الهوائية هو جهاز يقوم بتحويل الطاقة الهوائية إلى طاقة ميكانيكية (حركية) و تستعمل كلما احتجنا إلى حركة مستقيمة و إلى سرعات متغيرة عند الانتقال ، و إلى ليونة كبيرة عند الحركة و هي نوعان:

4-1-2 أنواع الرافعات

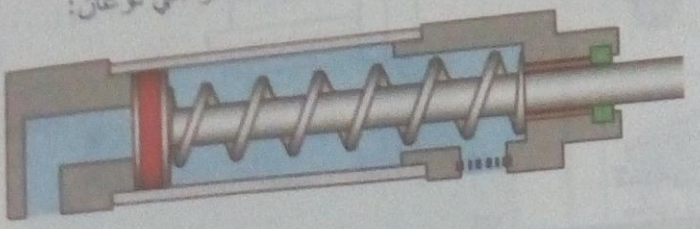
أ) الرافعة بسيطة المفعول

- **الرمز :**

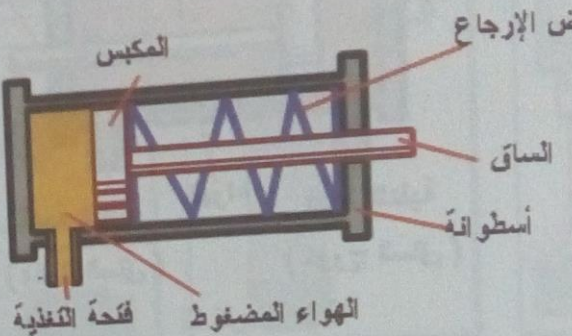


الشكل-8-17

- **التكوين :**



الشكل-8-16



الشكل-8-18

- **التشغيل :**

①	②
الضغط الناتج عن إدخال الهواء يؤثر في المكبس بواسطة قوة مما يؤدي إلى انتقال المكبس و الساق (خروج الساق) و تقليص النابض . يبقى الساق في حالة " خروج " مادام الهواء المضغوط مطبقا .	عند قطع التغذية بالهواء المضغوط ، يتمدد النابض و يسمح بإعادة المكبس و الساق إلى وضعيته الأولى (دخول الساق) .

الشكل-8-19

ملاحظة :

لا تغذى الرافعة بسيطة المفعول إلا من جهة واحدة و بالتالي لا يمكنها توفير جهد إلا في اتجاه واحد ، نظرا لوجود نابض الإرجاع.

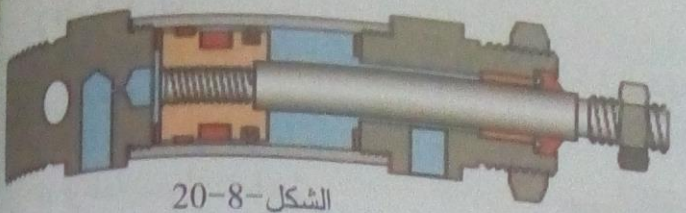
- **السلبيات و الإجابيات :**

الإجابيات	السلبيات
إقتصادية (تستهلك قليلا من الهواء)	صعوبة ضبط السرعة المشوار محدود (من 100mm إلى 200mm)

- **الاستعمال :**

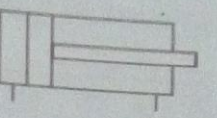
تستعمل الرافعة بسيطة المفعول في التثبيت ، الضغط ، الرفع ، التموضع .....

ب) الرافعة مزدوجة المفعول



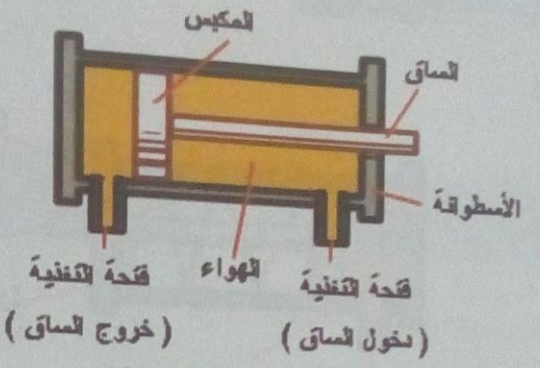
الشكل-8-20

- الرمز :



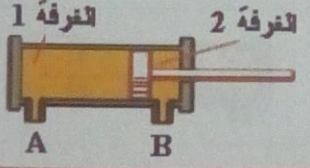
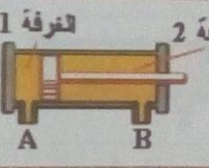
الشكل-8-21

- التكوين :



الشكل-8-22

- التشغيل :

①	②
	
الضغط الناتج عن إدخال الهواء من خلال الفتحة A المؤدية إلى الغرفة 1 يؤثر في المكبس مما يؤدي إلى خروج الساق. الهواء المخزن في الغرفة 2 ينصرف بدون ضغط من خلال الفتحة B .	عند قلب التغذية ، يدخل الهواء المضغوط من خلال الفتحة B المؤدية إلى الغرفة 2 و يؤثر على المكبس مما يؤدي إلى دخول الساق (الوضعية الأولى). الهواء المخزن في الغرفة 1 ينصرف بدون ضغط من خلال الفتحة A .

الشكل-8-23

ملاحظة :

استهلاك الهواء المضغوط في الرافعة مزدوجة المفعول يساوي ضعف الاستهلاك في الرافعة بسيطة المفعول.

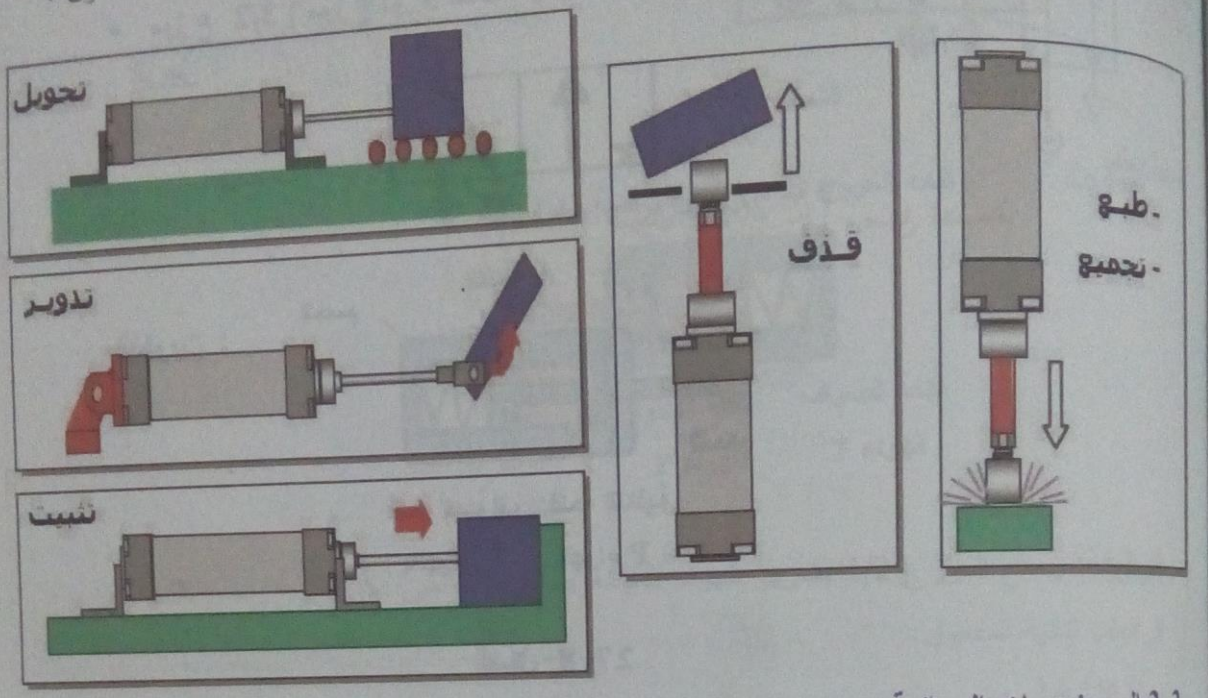
- **السلبيات و الإجابيات:**

الإجابيات	السلبيات
سهولة الاستعمال	تكلفة مرتفعة نسبيا .
إمكانية التحكم في سرعة حركتي الساق بضبط كمية انسياب الهواء من الطرفين .	
المشوار أطول .	

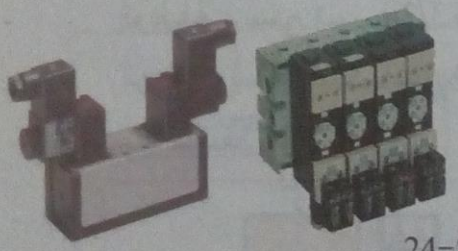
- **الاستعمال:**

تستعمل الرافعة مزدوجة المفعول في التطبيقات الهوائية التي لا تتطلب الرجوع إلى الوضعية الابتدائية عند انعدام الضغط . أو الحصول على أشواط أطول من التي يمكن الحصول عليها في الرافعات بسيطة المفعول .

2-1-3 أمثلة حول استعمال الرافعات الهوائية



2-2 الموزعات الهوائية



الشكل-8-24

لايمكن أن تتصل الطاقة الهوائية بصفة دائمة بغرف الرافعات لذلك نحتاج إلى أجهزة قطع الطاقة أو توزيعها من غرفة إلى أخرى ، من بين هذه الأجهزة نجد الموزعات الهوائية :

2-2-1 تعريف

الموزعات هي منفذات متصدرة دورها هو توزيع أو منع مرور الهواء المضغوط في اتجاه إحدى غرفتي الرافعة.

2-2-2 التكوين

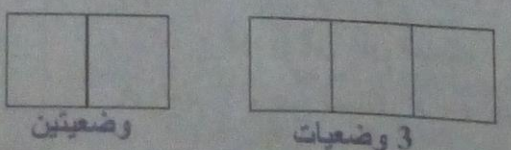
يتكون الموزع الهوائي أساسا من :

الشكل-8-25

- جسم
- درج
- فتحات دخول و خروج الهواء
- التحكم في القيادة (المظلات) les pilotes

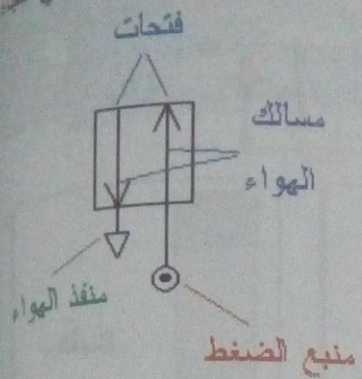
2-2-3 أنواع الموزعات

تصنف الموزعات الهوائية حسب :



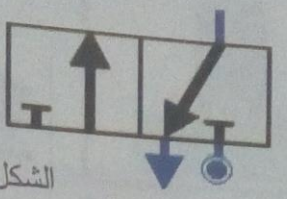
- عدد الوضعيات (عامة 2 أو 3)
- عدد الفتحات (2 ، 3 ، 4 ، أو 5)
- نوع التحكم (يدوي ، كهربائي ، هوائي ، كهروهوائي)

يرمز لوضعيات الموزعات بواسطة مربعات داخل هذه الأخيرة تبين مسالك الهواء بأسهم حيث تعطي اتجاه مرور الهواء ، كما نرمز للفتحة المغلقة بـــ T .



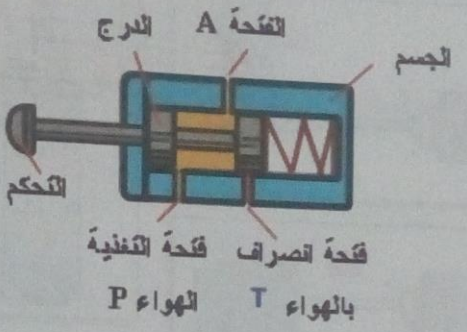
- **موزع 3/2 (موزع ذو 3 فتحات و وضعيتين) :**

الرمز :



الشكل-8-26

التكوين :

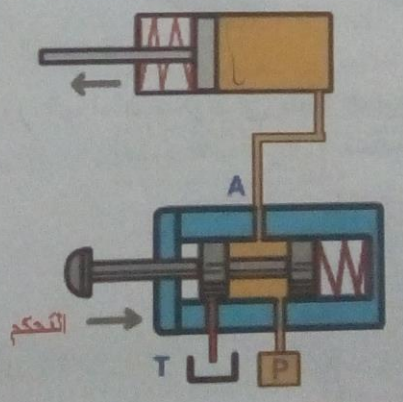
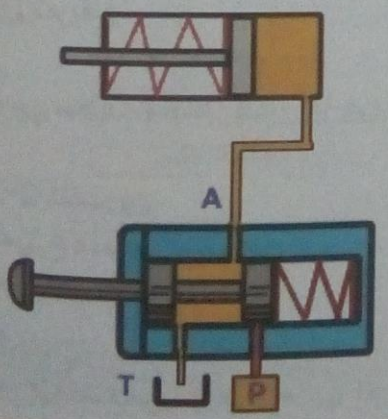


الشكل-8-27

الوظيفة : يسمح الموزع 3/2 بتمرير الهواء المضغوط في اتجاه و يمنعه في الاتجاه الأخر .

هو موزع يسمح بالتحكم في الرافعات أحادية المفعول.

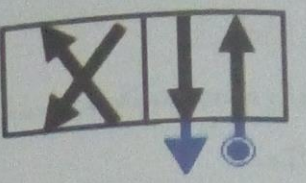
مبدأ التشغيل :

	
الوضعية-2- (حالة العمل) : عند تطبيق إشارة التحكم على الموزع ، يدفع الدرج فيؤدي إلى غلق المسلك A ← T و فتح المسلك P ← A مما يؤدي إلى خروج ساق الرافعة .	الوضعية-1- (حالة الراحة) : في هذه الوضعية يغلق درج الموزع فتحة التغذية بالهواء المضغوط P و يسمح بالمرور من A ← T

الشكل-8-28

• موزع 4/2 (موزع ذو 4 فتحات و وضعيتين) :

الرمز :



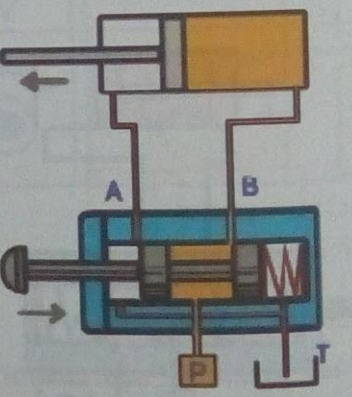
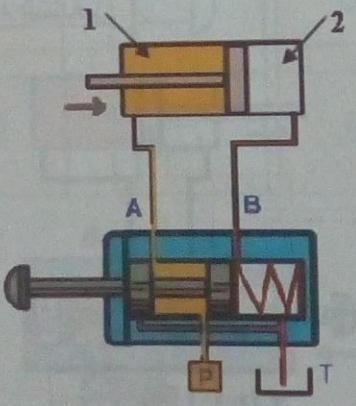
الشكل-8-29

التكوين :

الشكل-8-30

الوظيفة: يسمح الموزع 4/2 بتمرير الهواء المضغوط في الاتجاهين .هو موزع يسمح بالتحكم في الرافعات ثنائية المفعول.

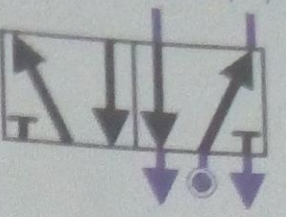
مبدأ التشغيل :

	
الوضعية-2- (حالة العمل) : عند تطبيق إشارة التحكم على الموزع ، يدفع الدرج ليغير وضعيته فتصبح فتحة التغذية P متصلة بالفتحة B مما يضمن مرور الهواء إلى الغرفة 2 للرافعة (خروج الساق) في نفس الوقت يتسرب الهواء الموجود في الغرفة 1 بدون ضغط عبر الفتحتين A و T .	الوضعية-1- (حالة الراحة) : في هذه الوضعية يكون درج الموزع موضوعا بحيث تكون فتحة التغذية P متصلة بالفتحة A مما يضمن مرور الهواء إلى الغرفة 1 للرافعة (دخول الساق) في نفس الوقت يتسرب الهواء الموجود في الغرفة 2 بدون ضغط عبر الفتحتين B و T .

الشكل-8-31

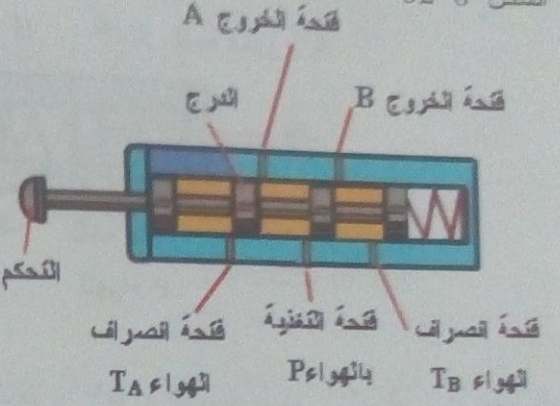
- موزع 5/2 (موزع ذو 5 فتحات و وضعيتين) :

الرمز :



الشكل-8-32

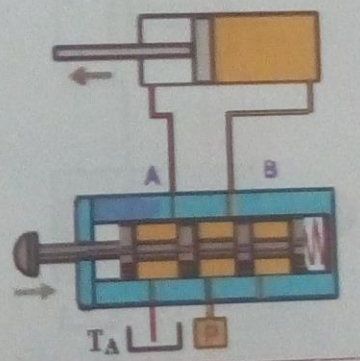
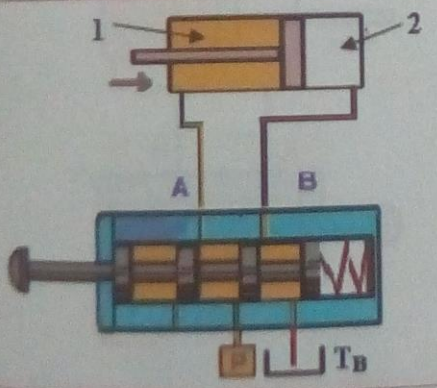
التكوين :



الشكل-8-33

الوظيفة : يسمح الموزع 5/2 بتمرير الهواء المضغوط في الاتجاهين. هو موزع يسمح بالتحكم في الرافعات ثنائية المفعول.

مبدأ التشغيل :

	
الوضعية-2- (حالة العمل) : عند تطبيق إشارة التحكم على الموزع ، يدفع الدرج ليغير وضعيته فتصبح فتحة التغذية P متصلة بالفتحة B مما يضمن مرور الهواء إلى الغرفة 2 للرافعة (خروج الساق) في نفس الوقت يتسرب الهواء الموجود في الغرفة 1 بدون ضغط عبر الفتحتين A و T_A .	الوضعية-1- (حالة الراحة) : في هذه الوضعية تكون فتحة التغذية P متصلة بالفتحة A مما يضمن مرور الهواء إلى الغرفة 1 للرافعة(دخول الساق) في نفس الوقت يتسرب الهواء الموجود في الغرفة 2 بدون ضغط عبر الفتحتين B و T_B .

الشكل-8-34

2-2- 4 طرق التحكم في الموزعات

حسب طريقة التحكم المستعملة نميز عائلتين من الموزعات:

- **أحادية الإستقرار**

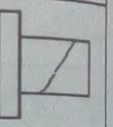
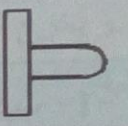
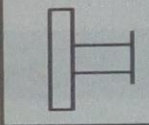
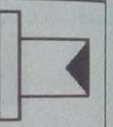
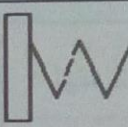
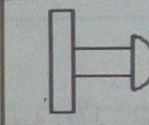
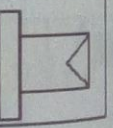
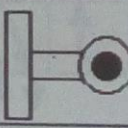
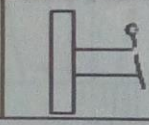
هذه الموزعات لها وضعية مستقرة واحدة ، بحيث يرجع الموزع إلى حالة الراحة عن طريق نابض الإرجاع عند غياب إشارة التحكم.

- **ثنائية الإستقرار**

لها وضعيتان مستقرتان بحيث يبقى الموزع في وضعية معينة حتى عند غياب إشارة التحكم .

إشارة التحكم في الدرج يمكن أن تكون : يدوية ، ميكانيكية ، هوائية ، كهربائية ، أو كهروهوائية .

يبين الجدول التالي بعض الأساليب المستعملة في تحكم الموزعات:

تحكم عن بعد		تحكم ميكانيكي		تحكم يدوي	
كهرومغناطيس		ضاغط		علم	
هيدروليكي		نابض		زر ضاغط	
هوائي		أكرة		ذراع	

2-3 تطبيقات

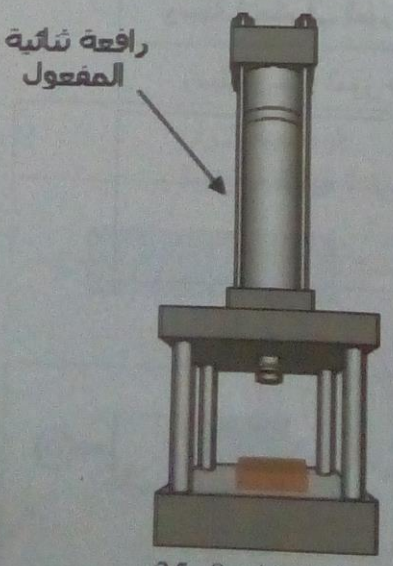
- دورة نواسية

مثال : "ضاغطة هوائية " (presse pneumatique)

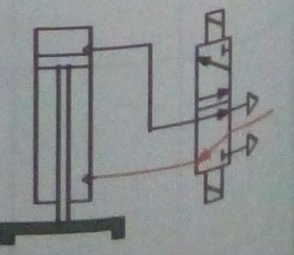
اضغط على زر بداية الدورة Dcy تنزل الضاغطة إلى الأسفل ثم تصعد و تواصل بحركة نواسية .

1- أعط مسار (مخطط) الحركة ؟

2- أرسم الوضعية الثانية للدارة ؟



الشكل-8-35



• دورة "1"

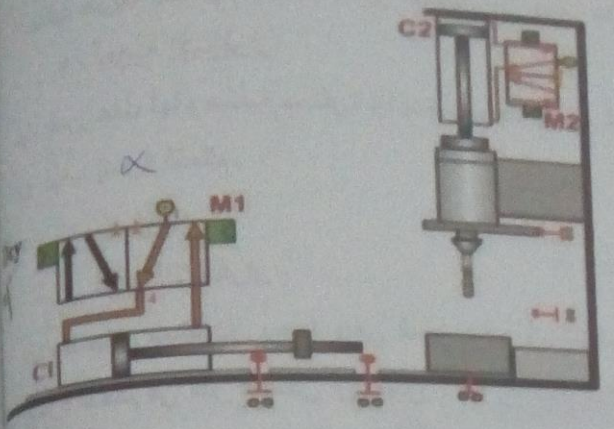
مثال : "مركز ثقب آلي"

- عند الضغط على زر بداية التشغيل Dcy يخرج ذراع الرافعة C1 لتثبيت القطعة .
- تنزل الرافعة C2 للثقب .
- عند نهاية رجوع الثاقب ترجع الرافعة C1 إلى الخلف فتحرر القطعة و تنتهي الدورة .

1- أعط مسار (مخطط) الحركة

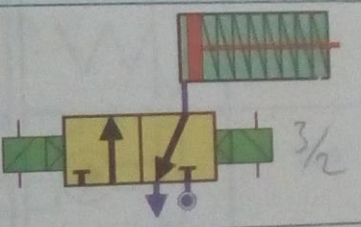
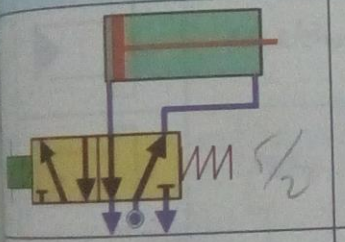
1- أذكر :

- نوع الرافعات المستعملة
- نوع الموزعات المستعملة ، نوع التحكم و الإرجاع.



الشكل-8-36

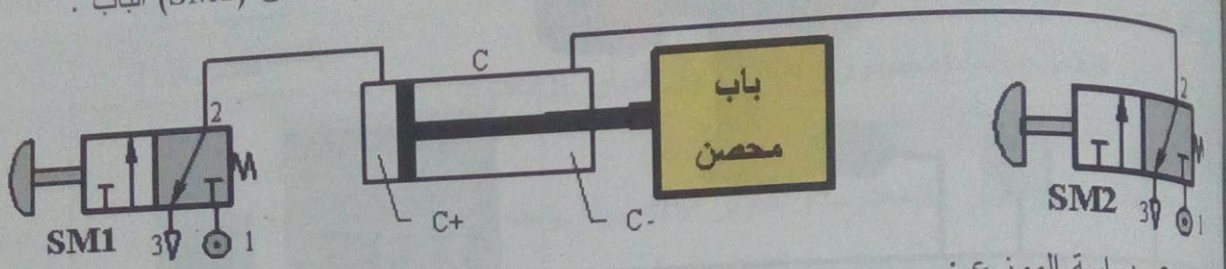
نشاط : إملأ الجدول التالي :

	التركيب -1-	التركيب -2-
الوضعية الأولى للدارة		
نوع الرافعة		
نوع الموزع		
وسيلة التحكم في الموزع		
وسيلة إرجاع الموزع		
الوضعية الثانية للدارة		

تمارين

تمرين 01 :

يمثل التركيب التالي جزءا من منشأة صناعية لصناعة " مسخنات الماء " الكهربائية و تستعمل أساسا الطاقة الهوائية . دور الرافعة " C" هو فتح و غلق باب محصن الذي يسمح بعـزل مشغل المنشأة عن نظام الاختبارات أين يمكن حدوث إنفجارات . يتحكم المشغل عن بعد لفتح (SM1) و غلق (SM2) الباب .



• دراسة الموزع :

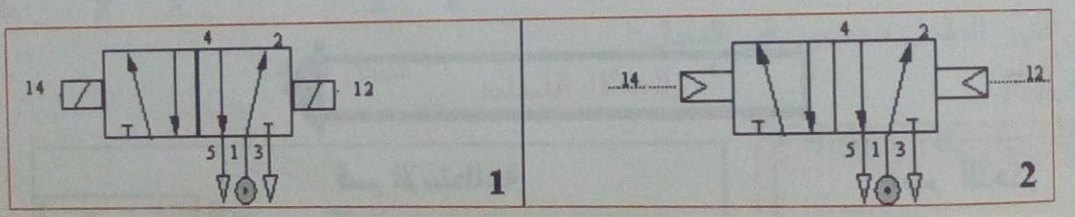
- يتم التحكم في الموزع SM1 بواسطة ..... . يحتوي على ..... وضعيات .

- يدخل الهواء من الفتحة رقم ..... و يخرج من الفتحة رقم .....

- تسمح الفتحة رقم ..... بتغذية رافعة .

• التحكم في الموزعات :

هناك عدة طرق للتحكم في الموزعات منها :



- أذكر نوع التحكم : تحكم ..... تحكم .....

- أعط المعلومات الكاملة الخاصة بالموزع " 2 " .

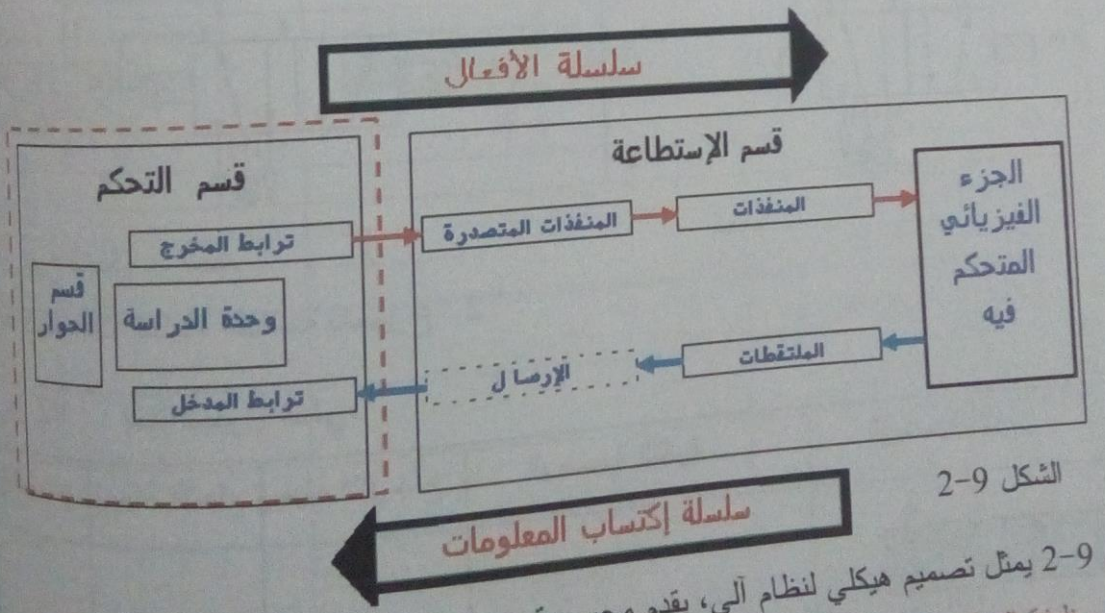
تمرين 02 : إملأ الجدول التالي:

نوع الموزع	وسيلة التحكم	وسيلة الإرجاع	الوضعية الثانية	الوضعية الأولى

9 وظيفة التحكم

الشكل 9-1

صورة الشكل 9-1 تلخص نظام آلي مصغر، و من خلاله تظهر الأجهزة التي نتحكم فيها انطلاقا من جزء التحكم.



الشكل 9-2

الشكل 9-2 يمثل تصميم هيكلي لنظام آلي، يقدم مجموعة من الوظائف و الأفعال، نقتصر في هذا المحور دراسة وظيفة التحكم، التي يمكن من خلالها إستعمال المقاحل في حالة التبديل للتحكم في عناصر الاستطا

1- عملية التبديل

التبديل هو توفير أو قطع التيار بشكل مفاجئ عن دارة كهربائية.

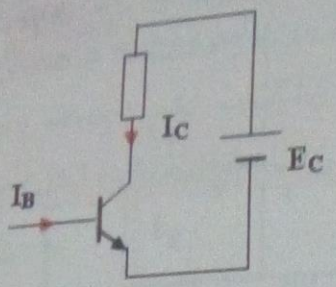
1-2 المقحل في النظام التبديلي

في النظام التبديلي لا يستطيع المقحل أن يُحقق إلا حالتين للتشغيل :

مانع/محصور) (BLOQUE) أو مشبع(SATURE)

التنقل من حالة إلى أخرى يجب أن يتحقق بأقصى سرعة ممكنة

في التركيب الموضح بالشكل 9-3



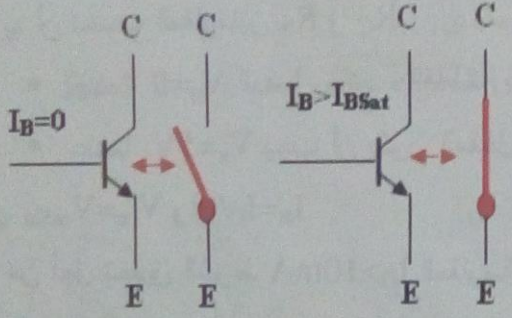
الشكل 9-3

• يكون المقحل مانعا (محصور) عندما يكون التيار I_B معدوما

شرط المنع (الحصر) (BLOCAGE) : $I_B=0$

في هذه الحالة يكون التيار I_C معدوما و التوتر $V_{ce}=E_C$ ومنه فإن

ثنائي القطب C-E يكافئ قاطعة مفتوحة الشكل 9-4



الشكل 9-4

• يكون المقحل مشبعا عندما يكون التيار I_C

أعظم ، و يساوي عمليا $I_{CSat}=E_C/R_C$ ،

أما التوتر $V_{ce}=V_{ceSat}$ و الذي يساوي تقريبا الصفر.

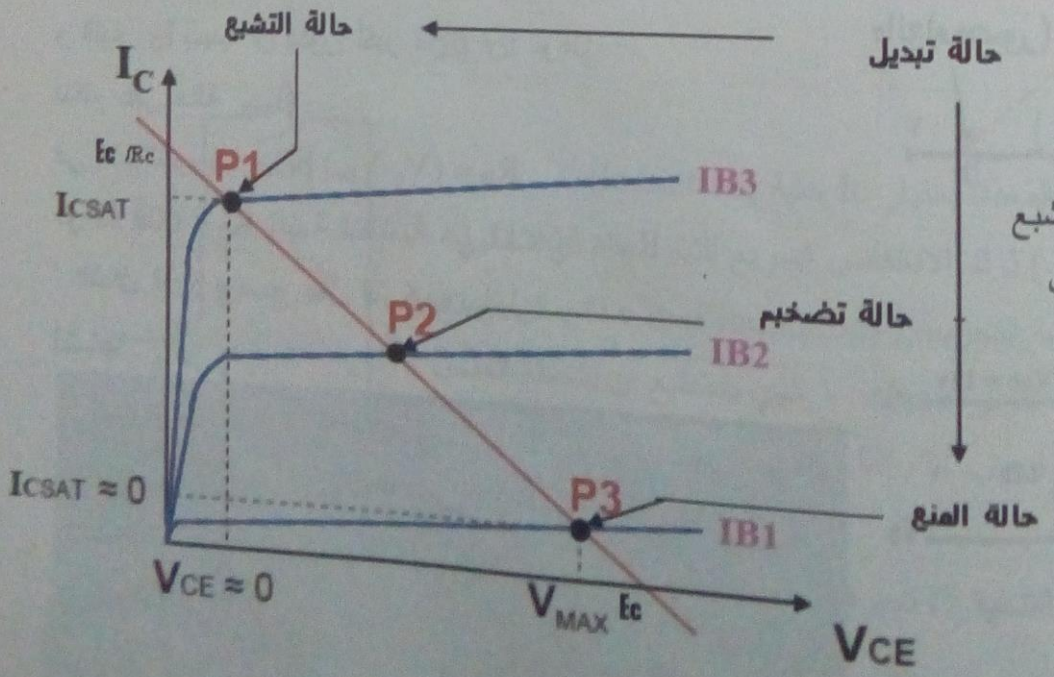
للحصول على هذه الحالة يجب أن يكون التيار

I_B أكبر من القيمة $I_{BSat}= I_{CSat}/\beta$.

التضخيم في التيار للمقحل محصور في المجال:

$\beta_{min} < \beta < \beta_{max}$

شرط التشبع : $I_B>E_C/(R_C\,\beta_{min})$



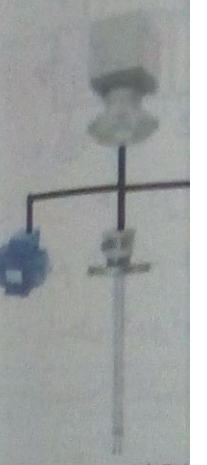
الشكل 9 5-

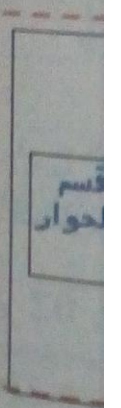
نلاحظ على ميزة الخروج

حالتي المنع (الحصر) و التشبع

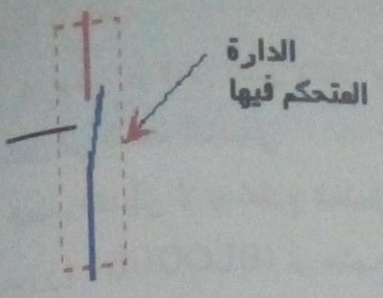
التضخيم، وللانتقال بينها يجب

تحقق الشروط السابقة





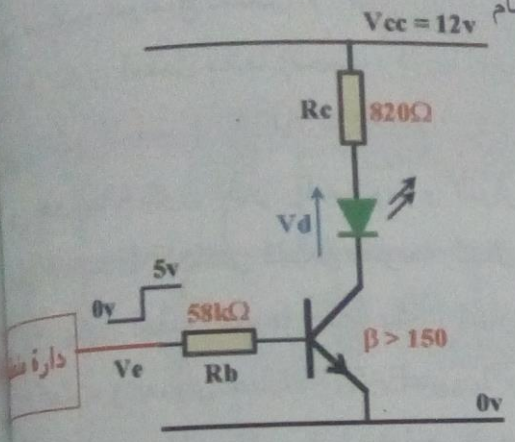
- يمكن تمثيل المقحل في النظام التبديلي بقاطعة نتحكم فيها عن طريق تيار القاعدة I_B والذي يُعتبر تيارا ضعيفا الشكل9-6
- الاستطاعة المستهلة من طرف المقحل في كلتي الحالتين (حصر، تشبع) عمليا مهملة أي $P=V_{ce}.I_c=0$ ولذلك يستعمل هذا النوع من التشغيل في إلكترونيك الاستطاعة



الشكل 9-6

مثال

تركيب الشكل 9-7 يُعطي مثالا عن استعمال المقحل في النظام التبديلي ويتعلق بالتحكم في ثنائي ضوئي (LED) انطلاقا من إشارة منطقية تأخذ القيمتين 0 V-5V.



الشكل 9-7

نعطي $V_d=2V, V_{ceSat}=1V$

التيار $I_D>10mA$

نُريد أن نحسب المقاومتين R_b و R_C

- عندما $V_e=0$ المقحل مانع ، القاطعة مفتوحة
- عندما $V_e=5V$ يجب أن يكون المقحل مشبعا

أي $V_{ce}=V_{ceSat}$ و $I_B=I_C/\beta$

و من أجل تحقيق الشرط $I_D>10mA$ المقاومة R_C يجب أن تكون أقل من $(V_{cc}- V_{ceSat}- V_d)/I_D$

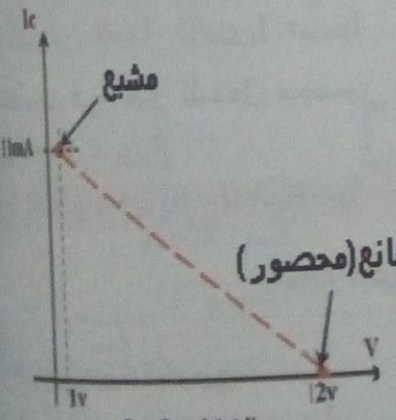
أي أن $R_C<900\Omega$ القيمة النظامية (Normalisée) للمقاومة Rc هي $R_C=820\ \Omega$

و التيار I_B يجب أن يكون أكبر من I_C/β ،وهنا نتكلم على حالة β_{min} .

في هذه الشروط $R_B=(V_e-V_{be})\ \beta/I_C$

أي $R_B<60k\ \Omega$ القيمة النظامية هي $R_B=56k\ \Omega$

الشكل 9-8 يوضح عمل التركيب بيانيا



الشكل 9-8

نشاط

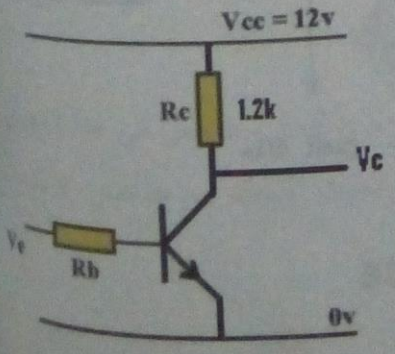
التركيب الممثل بالشكل 9-9 يعمل في النظام التبديلي يمكن للمقحل أن يشغل حالتين: مشبع: $V_{ce}<0.2V$ و $V_{be}>=0.6\ V$

مانع : $V_{be}<0.4V$

β = 100 إلى 200

1-أحسب تيار الجامع I_C.

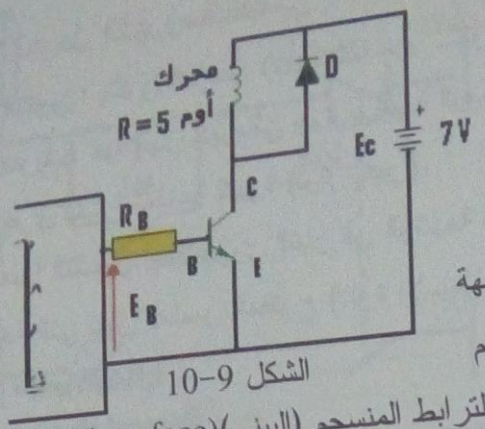
2-أختر المقاومة R_b التي تسمح بمرور تيار قادر على تشبع المقحل عندما $V_i=5V$



الشكل 9-

مثال

لف محرك خطوة خطوة مقاومته 5 Ω يُغذى بواسطة
بطاريات مُقدمة من طرف منطق تحكم .
تغذية المحرك 7V.
عندما يُغذى الملف يستهلك تيارا I=1.4 A .
. لا يستطيع منطق التحكم تقديم تيار بهذه القيمة ،و من جهة
أخرى لا يأخذ توتر خروجه إلا قيمتين 0V و 5V ، و للتحكم
في ملف المحرك، يكون من الضروري إضافة دارة تسمى الترابط المنسجم (البيني)(interface) موجهة لتحقيق
تشغيل المحرك .



الشكل 9-10

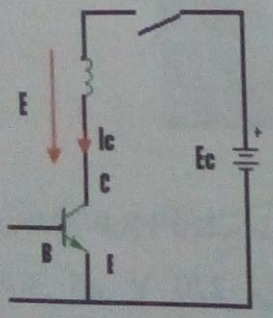
- هذه الدارة ممثلة في الشكل 9-10 و تستعمل مقحل ثنائي القطب.
- يجب أن يتحمل المقحل المستعمل تيار جامع Ic=1.4A والقادر على تشغيل المحرك .
- عندما يكون E_B معدوما يكون المقحل مانعا و المحرك غير مغذى.
- أما عندما E_B=5 V يجب أن يكون المقحل مشبعا، مما يجعل المحرك مغذى تحت توتر Ec=7 V
- يستعمل المقحل تضخيما في التيار قدره β=150
- تيار I_B الضروري لتشبيع المقحل I_B=Ic/β أي I_B=11.2mA
- المقاومة R_B التي تكافئ هذا التيار لها القيمة :

R_B=383 Ω أي R_B=(E_B-V_{BE})/I_B

قيمة هذه المقاومة تكافئ حد تشبع المقحل، و القيمة المستعملة تكون أقل (بمرتين) بحيث تُحقق بصفة أكيدة تشبع المقحل .

ثنائي D (الشكل 9-10)

- عندما تكون الحمولة المُغذاة بالتيار Ic حثية (Inductive)
(عمود ، ملف محرك ...) يُولد الانخفاض السريع للتيار Ic في الحمولة
قوة محركة كهربائية ذاتية التحريض (f e m d'induction)،يمكن أن تكون
كبيرة فإذا تجاوزت قيمة التوتر Vcemax الذي يستطيع أن يتحمله المقحل
فإنها تؤدي إلى إفساده، لذلك و لتجنب هذه الظاهرة، نضع على التفرع مع الوشيعة
ثنائية تسمى العجلة الحرة.
في حالة منع المقحل الثنائية D تحد قيمة القوة المحركة الكهربائية عند 0,7V ، وبالتالي تحمي المقحل.



الشكل 9-11

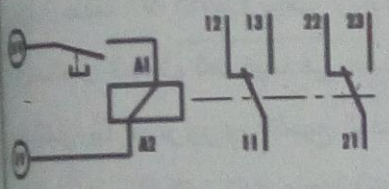
2 ـ المرحل الكهرومغناطيسي

2-1 التكوين: يتكون المرحل (Relais) من ـ وشيعة ـ ملامس ـ دارة مغناطيسية ـ حامل

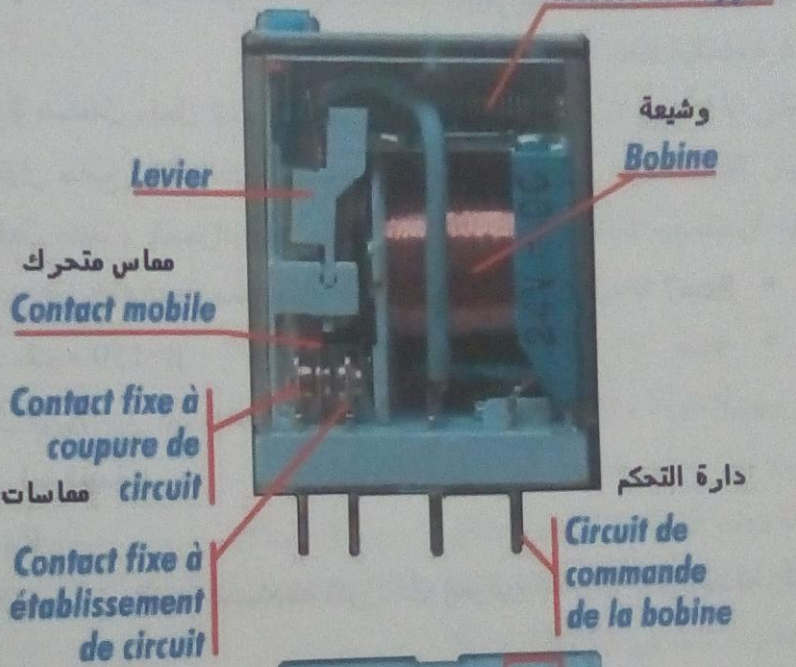
2-2 تعريف: هو جهاز كهربائي يقوم بوظيفة الربط بين دارة التحكم ذات إستطاعة ضعيفة (توتر صغير) و دارة أخرى ذات إستطاعة كبيرة (توتر كبير).

2-3 مبدأ التشغيل: عند مرور التيار في الوشيعة تتمغنط (دارة التحكم)، تمغنط الوشيعة يؤدي إلى جذب الصفيحة التي تغلق الملمس المفتوح (دارة الإستطاعة) و تفتح الملمس المغلوق.

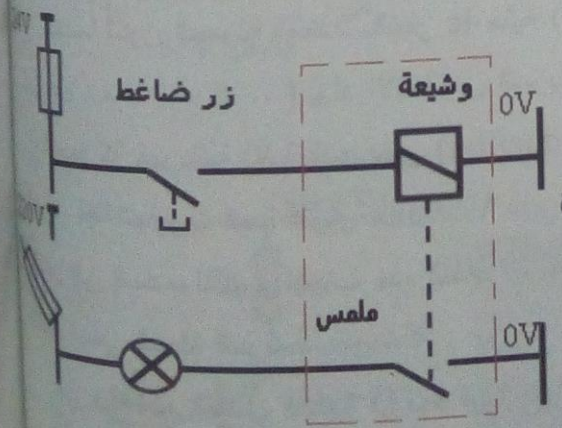
الشكل 9-12



الشكل 9-13



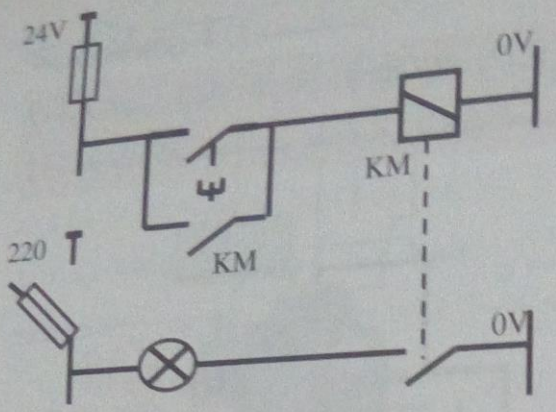
الشكل 9-14



الشكل 9-15

مثال

التركيب شكل 9-15 يُوضح طريقة التحكم في توهج مصباح تحت توتر كبير 220 V بواسطة توتر صغير 24V باضغط على الزر الضاغط تتمغط الوشيعة فتجذب إليها الملمس الذي يغلق دارة المصباح الكهربائية فيتوهج المصباح .



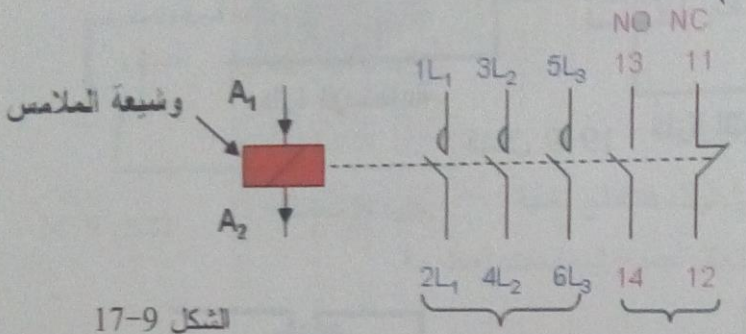
الشكل 9-16

في التركيب الأول الشكل 9-15 أن المصباح
ينطفئ عندما نحرر الزر، فإذا أردنا أن نبقي
المصباح متوهجا نُضيف للتركيب ذاكرة
عند تحرير الزر يبقى المصباح متوهجا بفضل
عمل الإحتفاظ K M (الذي يلعب دور الذاكرة)
الذي يبقي الوشيعة تحت التوتر 24v.

7- الملامس

يستعمل في الاستطاعات الكبيرة (المحركات)

7-1 التكوين:

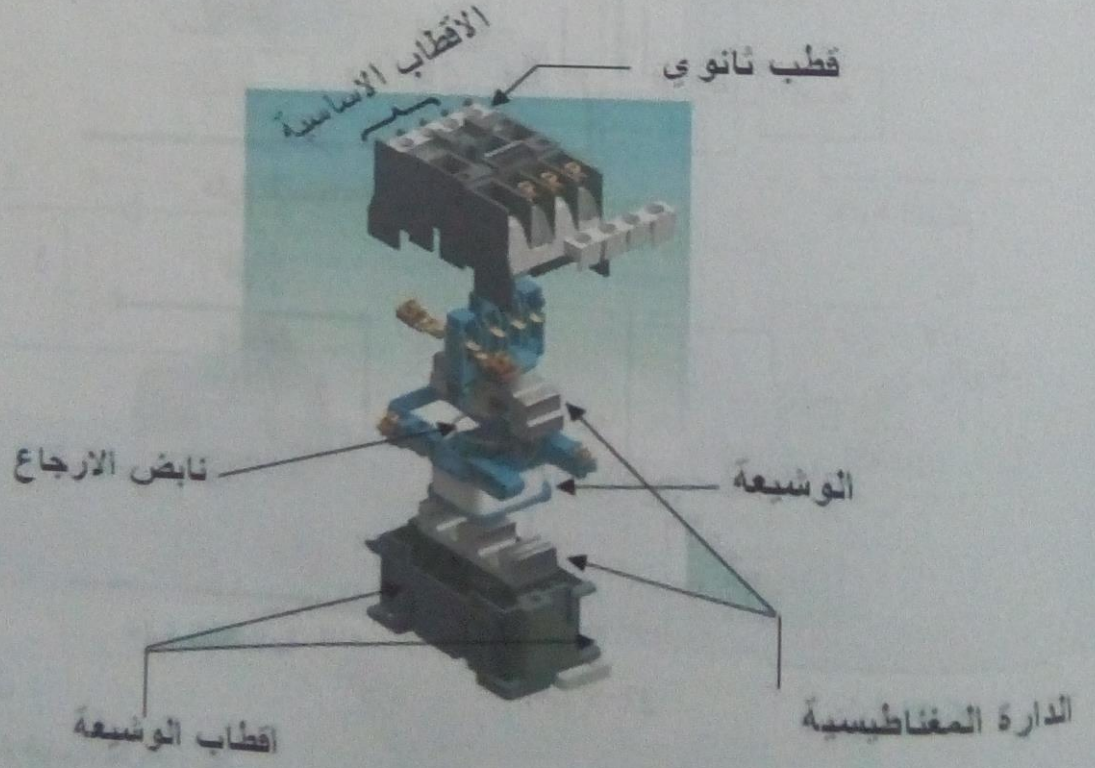


الشكل 9-17

الملامس الكهربائي هو جهاز كهربائي
يحتوي على وشيعة ودارة مغناطيسية،
تتكون هذه الأخيرة من جزئين أحدهما
ثابت و الآخر متحرك ملتصق مع مماسات
كهربائية للغلق أو للفتح

أقطاب دارة التحكم أقطاب دارة الاستطاعة

أنظر الأشكال 9-17 و 9-18



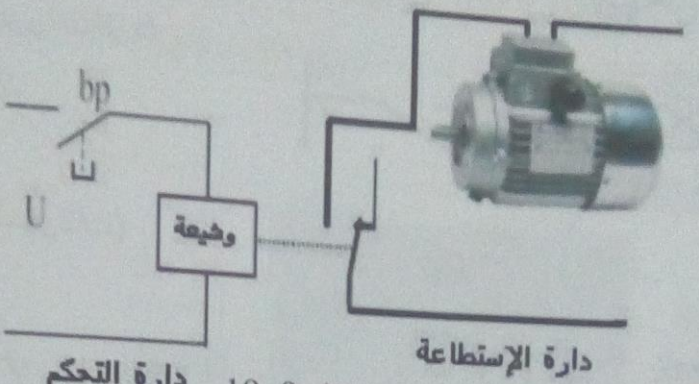
الشكل 9-18

تمرين تطبيقي 1

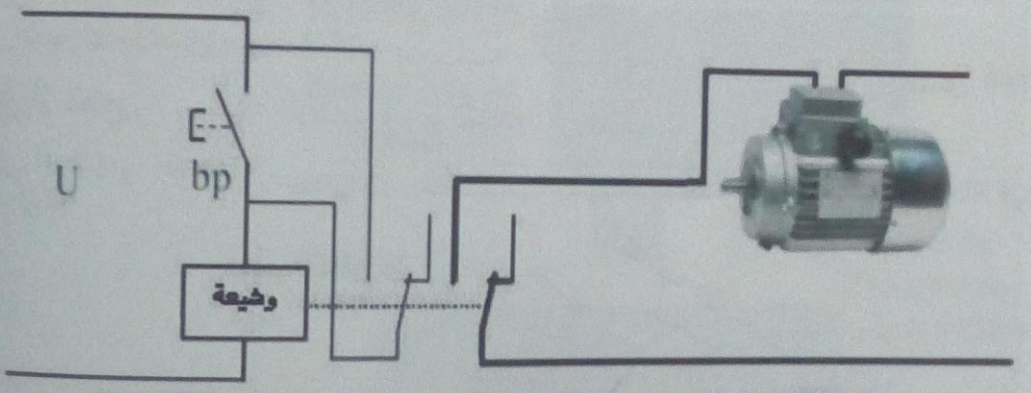
لاحظ تراكيب الأشكال 9-19، 9-20، 9-21، 9-22 والتي تمثل أربعة أنواع للتحكم في محرك أحادي الـ

1- ماهو التركيب المناسب للتحكم في تشغيل المحرك بصفة جيدة، مع التعليل ؟

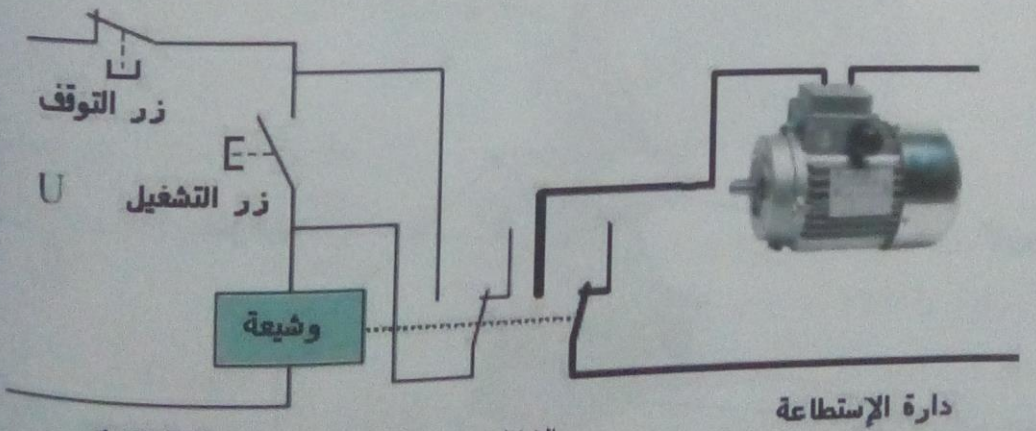
الشكل 9-20



الشكل 9-19



الشكل 9-21



الشكل 9-22

الحل :

تركيب الشكل 9- 22

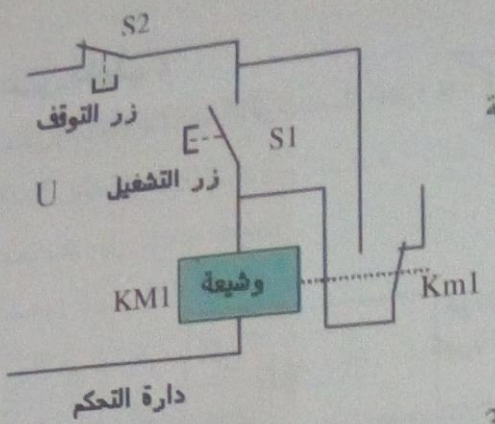
التعليل: يمكن تجزئة التركيب إلى جزئين:

1- دارة التحكم

تتكون من زر للتشغيل S1 ، عند الضغط عليه تتغذى الوشيعة KM1 فتغلق مماس الاحتفاظ Km1 ، بعد تحرير الزر لضاغط S1 تبقى الوشيعة تحت التوتر الشكل9-23.

الوشيعة و مماس الاحتفاظ ينتميان إلى الملامس، الذي يحتوي كذلك على ثلاث مماسات أخرى تنتمي إلى دارة الاستطاعة.

تتغذى الوشيعة بتوتر 24V لتتحكم في توتر 220V أو 380V



الشكل 9-23

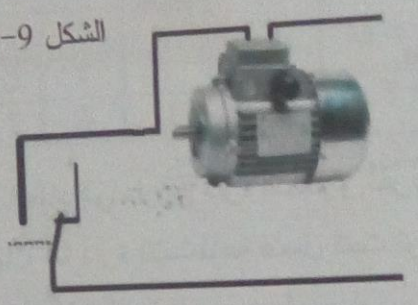
2- دارة الاستطاعة

تحتوي على المحرك الذي يتغذى بتوتر قدره 220V.

عند تغذية الوشيعة ينغلق مماس الاحتفاظ

ومماس آخر لتغذية المحرك الشكل9-24.

ولتوقيف المحرك نقوم بالضغط على الزر S2، فتنقطع تغذية الوشيعة، فتفتح جميع المماسات المغلقة وتنغلق جميع المماسات المفتوحة.



الشكل 9-24

نشاط1

ليكن التركيب الشكل 9-25

وشيعة المرحل لها مقاومة Rc=100 Ω

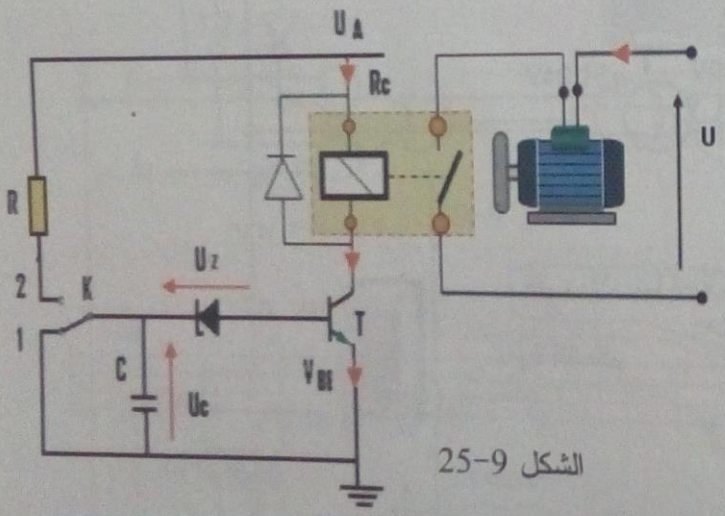
المقحل T من السيليسيوم له تضخيم في التيار UA=10v, β=150

ثنائي زينر له توتر قدره Uz=4.3V

1- يعمل المقحل في النظام التبديلي .عبّر عن تشغيل التركيب في حالتي المبدلة K

2- أوجد القيمة العظمى التي تستطيع أن تأخذها R من أجل أن يعمل المقحل في النظام التبديلي

3- ثبت قيمة R عند 5kΩ، احسب قيمة المكثفة C من أجل أن يتغذى المرحل 5 ثواني من بعد مرور المبدلة k إلى الوضعية 2.

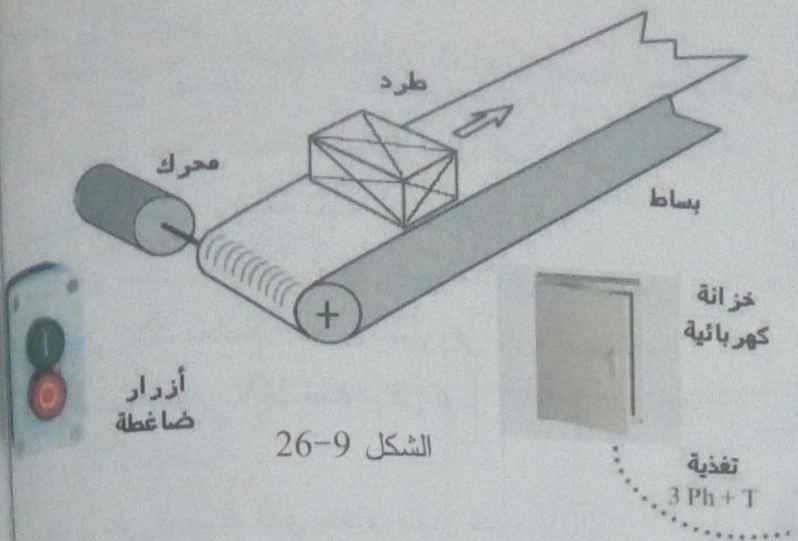


الشكل 9-25

تمرين تطبيقي 2

لدينا البساط المتحرك التالي الممثل بالشكل 9-26 نتحكم فيه بزرين ضاغطين أحدهما للعمل S2 والآخر للتوقف S1

- اعط دارة التحكم ودارة الاستطاعة لهذا النظام؟

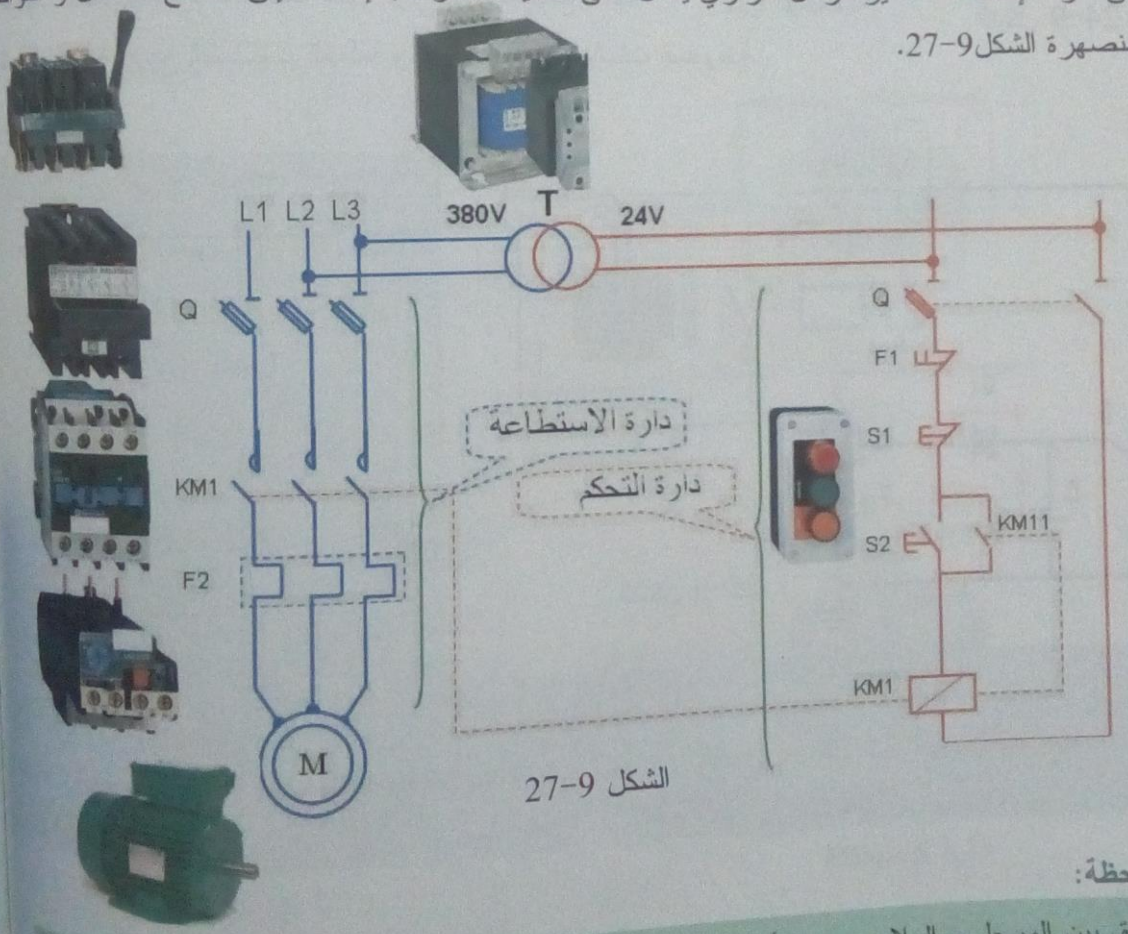


الشكل 9-26

الحل

تجزئة النظام إلى دارتين دارة للتحكم و أخرى للاستطاعة، مع العلم أن دارة التحكم تستعمل التوتر 24V في تشغيلها ، أما دارة الإستطاعة فتعمل تحت توتر ثلاثي الطور قدره 380V.

على دارة الإستطاعة نميز مرحل حراري يعمل على حماية المحرك بالإضافة إلى القاطع الفاصل و الفواصم المنصهرة الشكل9-27.



الشكل 9-27

ملاحظة:

الفرق بين المرحل و الملامس، هو أن الأول لا يحتوى على مماسات الاستطاعة والحماية ضد القوس الكهربائي أما الثاني فهو مزود بمعدات خاصة تؤهله للاشتغال في الاستطاعات الكبيرة.

تمرين تطبيقي 3

نريد التحكم في محرك كهربائي أحادي الطورذو إستطاعة صغيرة بواسطة المعادلة المنطقية التالية :

$$S = \bar{a}.b + a.\bar{b}$$

1- أوجد جدول الحقيقة؟

2- أوجد التصميم المنطقي للدالة بإستعمال البوبات المنطقية؟

3- أعط التصميم الكهربائي الكامل للدارة التحكم و الإستطاعة؟

الحل :

جدول الحقيقة

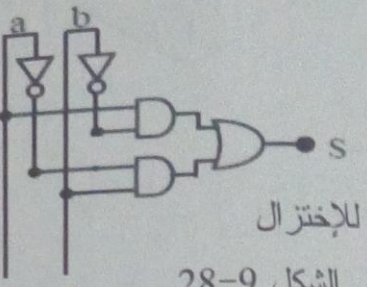
b	a	S	M
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0

$M = a \oplus b$

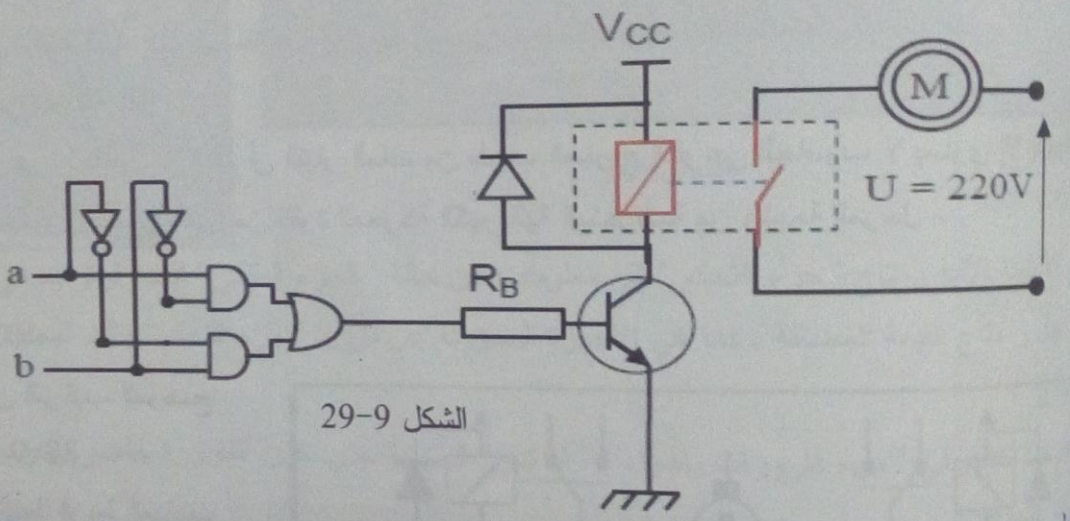
الشكل 9-28

الدالة غير قابلة للإختزال

التصميم المنطقي الشكل 9-28



التصميم الكهربائي الكامل يظهره الشكل9-29



الشكل 9-29

نشاط

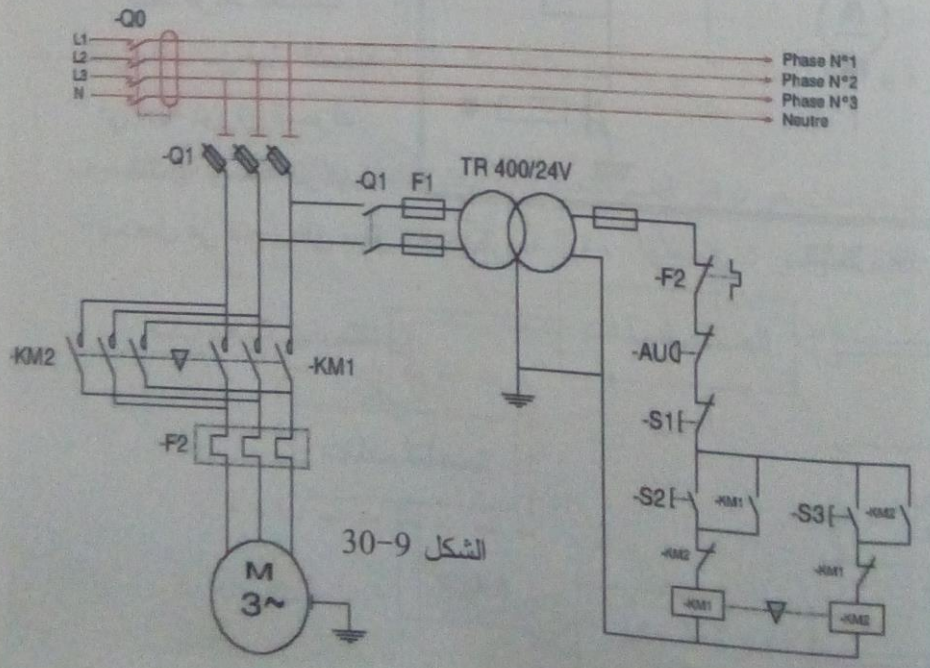
تمثل الدارة الكهربائية الممثلة بالشكل 9-30

1- ماذا يمثل التركيب؟

2- حدد على التركيب دارة التحكم ودارة الإستطاعة؟

3- استنتج توتر دارة التحكم و دارة الإستطاعة ؟

4- حدد الأجهزة المستعملة في الدارة ؟



الشكل 9-30

تمارين

تمرين 01:

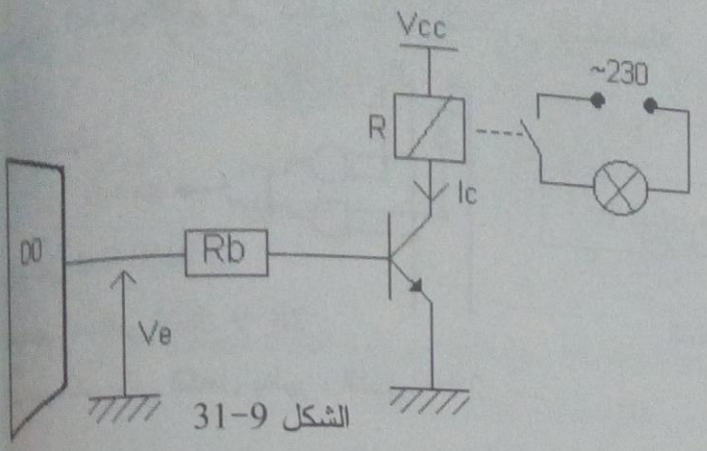
نريد التحكم في مصباح انطلاقا من المخرج التفرعي للحاسوب (PC)

نعطي $R=100\Omega$ ، $Vcc=10V$

(مقاومة المرحل) ، $Vcesat=0,2V$

$Ve=5V$ ، $Vbesat=0,7V$

$100<\beta<160$



الشكل 9-31

1- ضع المقادير Vce، Vbe و Ib على التركيب الشكل9-31

2- احسب قيمة التيار Ic ثم استنتج التيار Ib ؟

4-احسب المقاومة Rb ؟

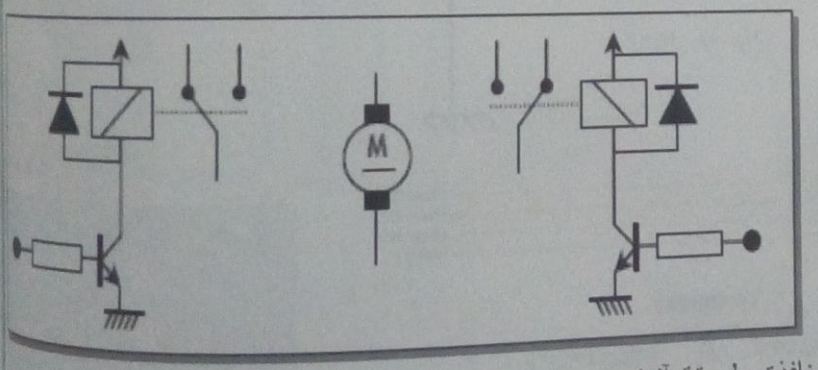
5-علل وجود المقحل مع العلم أن التيار المقدم من طرف المخرج التفرعي للحاسوب لا يساوي إلا 15mA

6- كيف يمكن حماية المقحل من القوة المحركة الكهربائية المتحرضة من وشيعة المرحل .

تمرين 02:

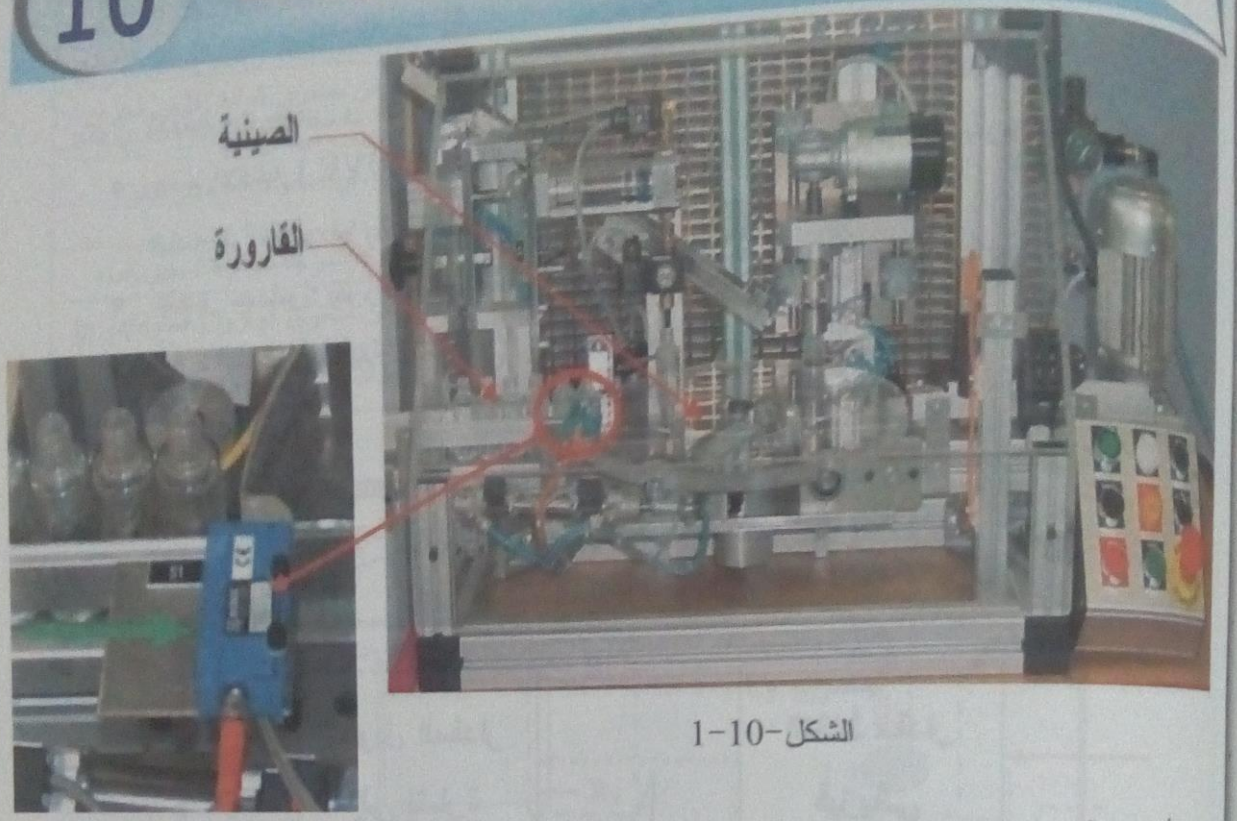
ليكن التركيب الموضح بالشكل 9-32

- أعط الربط المناسب للمرحلات من أجل التحكم في جهة دوران المحرك
- لعلمك أن هذا التركيب يستعمل في فتح وغلق ستار نافذة بطريقة آلية .



الشكل 9-32

10 وظيفة إكتساب المعلومات



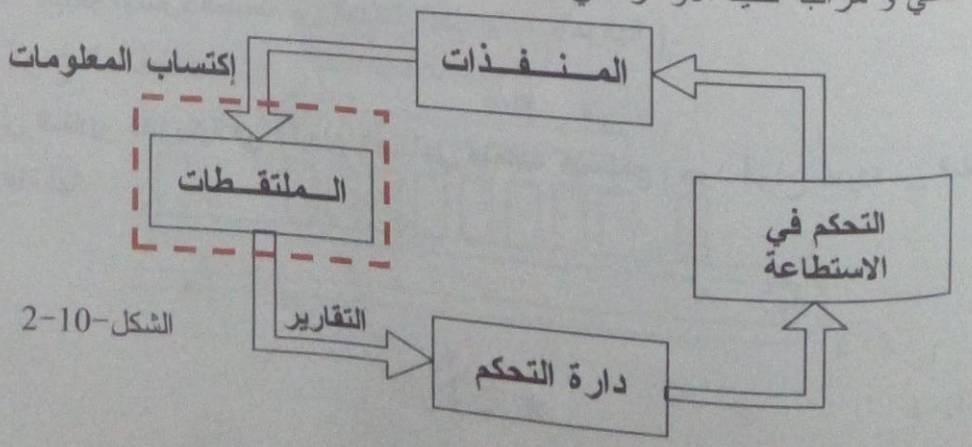
الشكل-10-1

في الأنظمة الآلية يحتاج " جزء التحكم " إلى معلومات عن حالة " الجزء العملي " ليتخذ قرارات كي يستمر في العمل و إنتاج القيمة المضافة ، فما هي الأجهزة المسؤولة عن تزويد " جزء التحكم " بتلك المعلومات و التقارير ؟

يمثل هذا النظام في " ملء قارورات بالدواء " . لا تدور الصينية حتى تكون القارورة حاضرة فكيف يتم الكشف عنها ؟

يتم الكشف عن حضور القارورة بواسطة جهاز الذي يضمن وظيفة إكتساب المعلومات و هو الملتقط .

إن الهدف من وظيفة اكتساب المعلومات هو توفير لقسم التحكم معلومات خاصة بحالة النظام، أي التصرف الحظي للقسم العملي و مراقبة تنفيذ الأوامر التي يبعثها.



الشكل-10-2

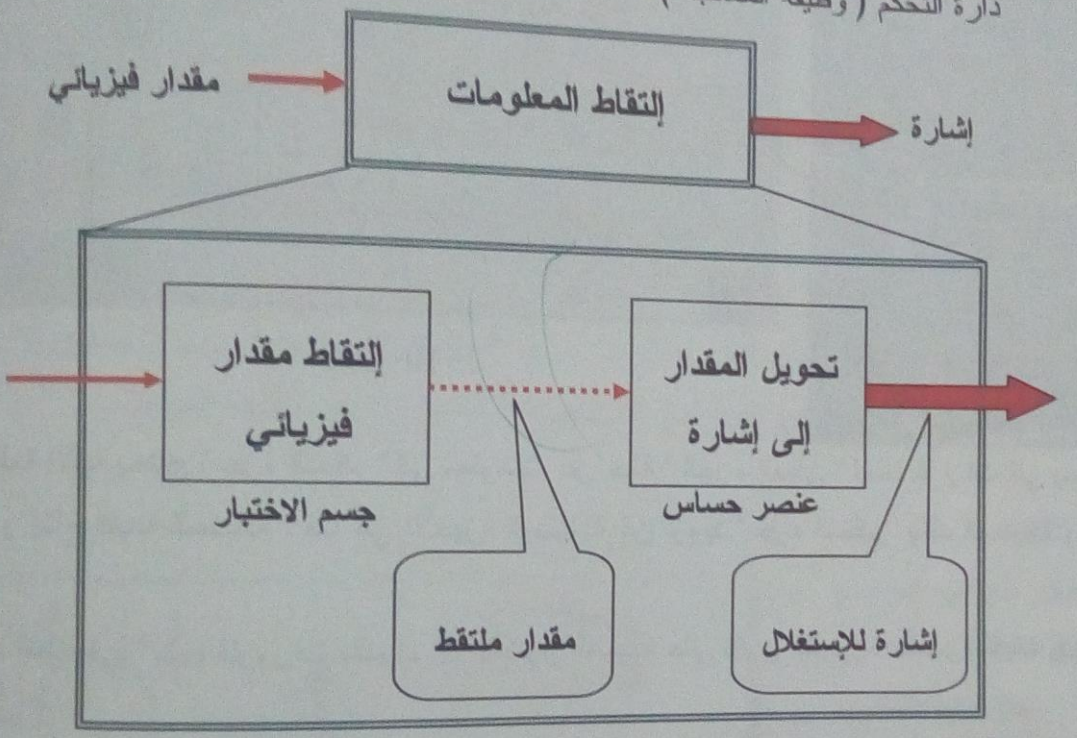
1- تعريف

الملتقط هو جهاز يقوم بتحويل مقدار فيزيائي إلى إشارة (كهربائية ، هوائية).

2- تكوين الملتقطات

يتكون الملتقط من جزئين و هما:

- جسم الاختبار(CORPS D'EPREUVE): هو عنصر ميكانيكي يقوم بتحويل المقدار المراد قياسه إلى مقدار فيزيائي قابل للقياس.
- عنصر حساس: يقوم بتحويل المقدار الفيزيائي إلى إشارة التي تمثل إشارة المخرج ثم يبعثها إلى دارة التحكم (وظيفة المعالجة) .



الشكل -10-3

3- تصنيف الملتقطات

تصنف الملتقطات حسب :

- طبيعة المقدار الفيزيائي الملتقط (سرعة ، مستوى ، ضغط ، حرارة ....) .
- طبيعة الإشارة المنبعثة من الملتقط (كهربائية ، هوائية).

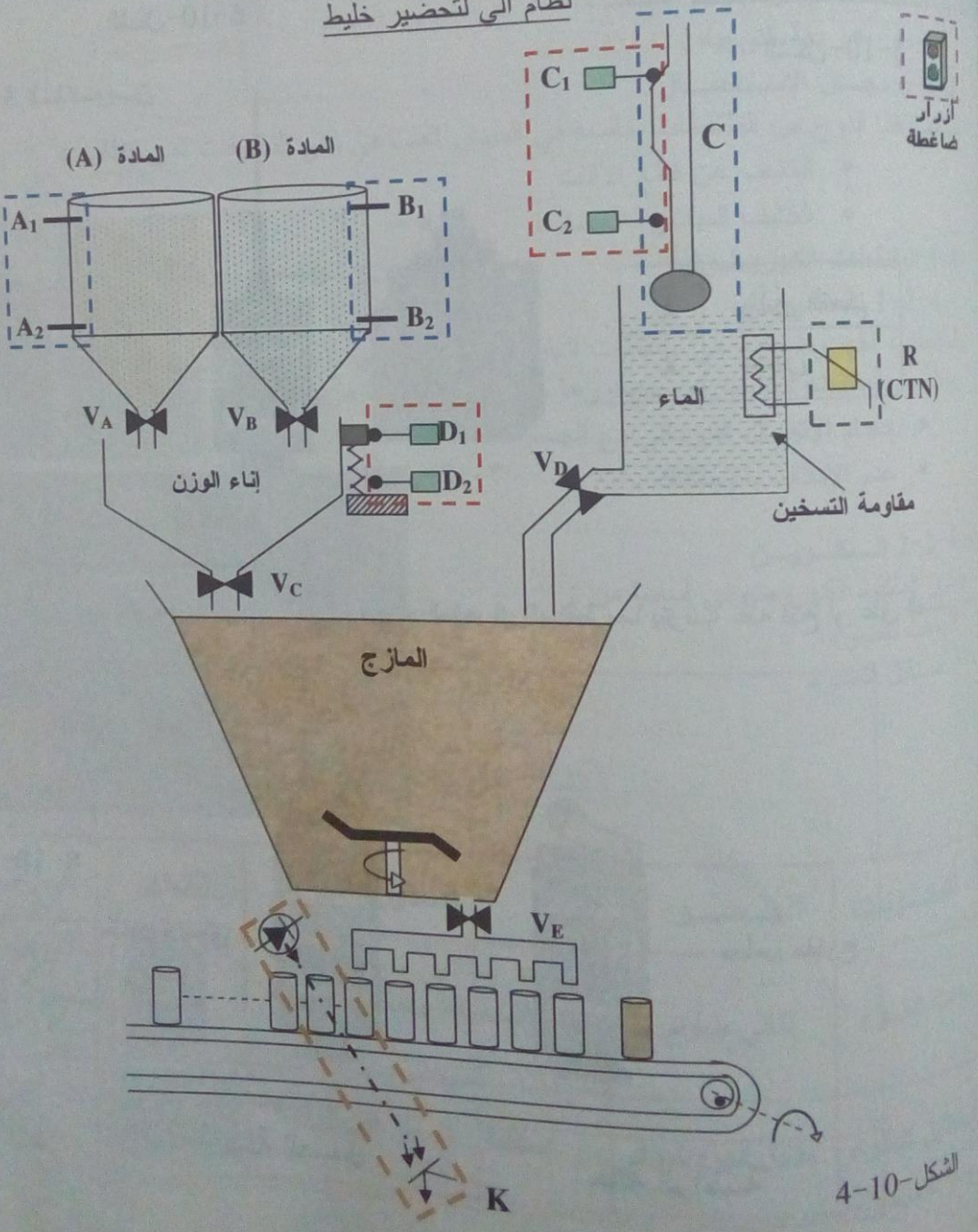
4- أنواع الملتقطات

بما أن المقادير الفيزيائية في الميدان الصناعي متعددة فنستنتج وجود أنواع عديدة من الملتقطات الموافقة لها.

مثال : نظام آلي لتحضير خليط (الشكل-10-4)

	الملتقطات	النوع	الدور
خزان المادة (A)	A_1 A_2	المستوى	الكشف عن مستوى المادة "A" في الخزان
خزان المادة (B)	B_1 B_2	المستوى	الكشف عن مستوى المادة "B" في الخزان
خزان الماء	C	المستوى	الكشف عن مستوى الماء في الخزان
	C_1 C_2	نهاية الشوط	
	R	حراري بمقاومة CTN	الكشف عن درجة حرارة تسخين الماء
إناء الوزن	D_1 D_2	نهاية الشوط	الكشف عن مستوى الوازن (مملوء/فارغ)
البساط	K	كهروضوئي	الكشف عن حضور العلب

نظام آلي لتحضير خليط



الشكل-10-4

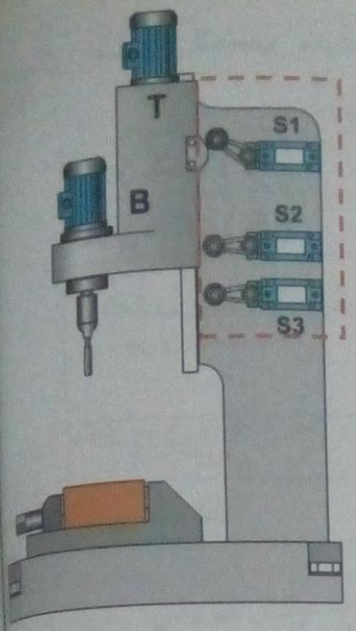
4-1 الملتقطات نهاية الشوط

4-1-1 تعريف

الملتقط " نهاية الشوط " عبارة عن مبدلة ، يتكون من عنصر متحرك موصول ميكانيكيا بمماس . يستعمل في الأنظمة الآلية لضمان وظيفة إلتقاط الوضعيات(حضور جسم) بالإتصال المباشر ما بين هذا الجسم و الملتقط .

مثال : وحدة الثقب الممثلة في الشكل -10-5

الملتقط نوعان كهربائي أو هوائي .



الشكل-10-5

4-1-2 الرمز

الشكل-10-6

4-1-3 التكوين

1	رأس التحكم
2	مماس

الشكل-10-7

4-1-4 مبدأ التشغيل

التأثير على رأس الملتقط يؤدي إلى تحرك الجزء المتحرك للملتقط مما يترتب عنه فتح أو غلق المماس .

الشكل -10-8

يمكن أن يرفق عضو التحكم بأنواع مختلفة من الرؤوس: رأس ذو حركة مستقيمة، دائرية، أو متعددة الإتجاهات (أنظر صور الشكل -10-9).

حركة دائرية

حركة مستقيمة

حركة متعددة الإتجاهات

الشكل -10-9

4-1-5 كيفية إختيار رأس التحكم : يتم إختيار رأس التحكم حسب :

- شكل الجسم الملتقط .
- مسار الجسم الملتقط .
- دقة التوجيه .

4-1-6 مجال الإستعمال

يستعمل هذا النوع من الملتقطات خاصة في الميدان الصناعي وفي التطبيقات التي تتطلب :

- الكشف عن قطع الآلات .
- الكشف المباشر للأجسام .

الشكل-10-10

4-2 الملتقطات الكهروضوئية

4-2-1 تعريف

الملتقطات الكهروضوئية هي ملتقطات الجوار أي لا تستدعي الإتصال بالأجسام الملتقطة للكشف عن حضورها مما يجعل لها عدة مزايا منها :

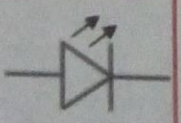
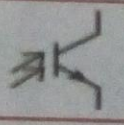
- إنعدام الإتصال الفيزيائي مع الجسم الملتقط .
- عدم الإتلاف بالإحتكاك .

الشكل-10-11

4-2-2 التكوين

يتكون الملتقط الكهروضوئي أساسا من :

- باعث للضوء
- مستقبل للضوء

المكونات	العضو	الدور	الشكل	الرمز
باعث للضوء	ثنائي ضوئي	بعث الأشعة الضوئية غير مرئية		
مستقبل للضوء	مقحل كهروضوئي	إستقبال الأشعة الضوئية		

4-2-3 مبدأ التشغيل

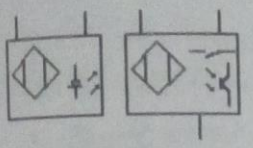
تسمح هذه الملتقطات بكشف حضور جسم عبر حزمة ضوئية ، عند قطع الجسم للحزمة الضوئية يحدث تبديل في دارة المخرج حيث تحول الإشارة المنبعثة من مصدر الضوء إلى إشارة كهربائية .

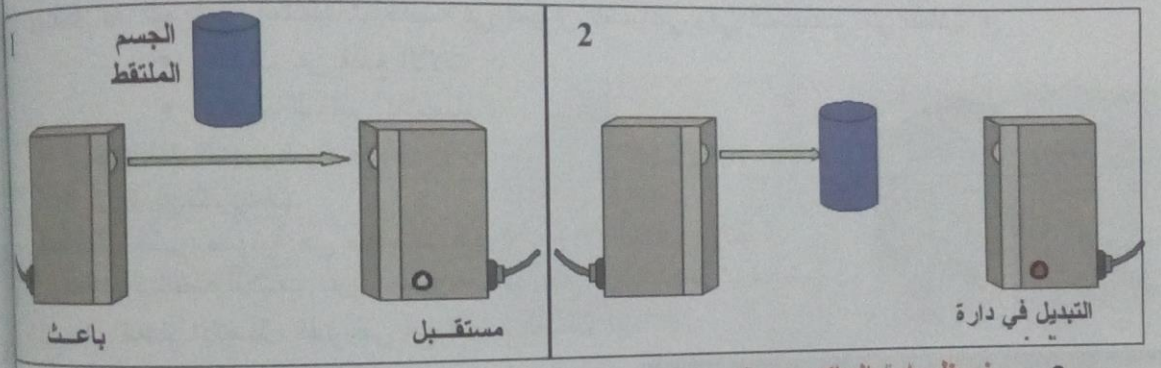
4-2-4 الإستعمال

- الكشف عن القطع في ميدان الآلي .
- الكشف عن الأشخاص والسيارات ..... إلخ

4-2-5 أنماط الكشف: لتحقيق الكشف عن الأجسام في مختلف التطبيقات ، هناك 3 أنظمة قاعدية :

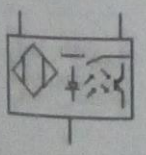
- **نظام " السد "**

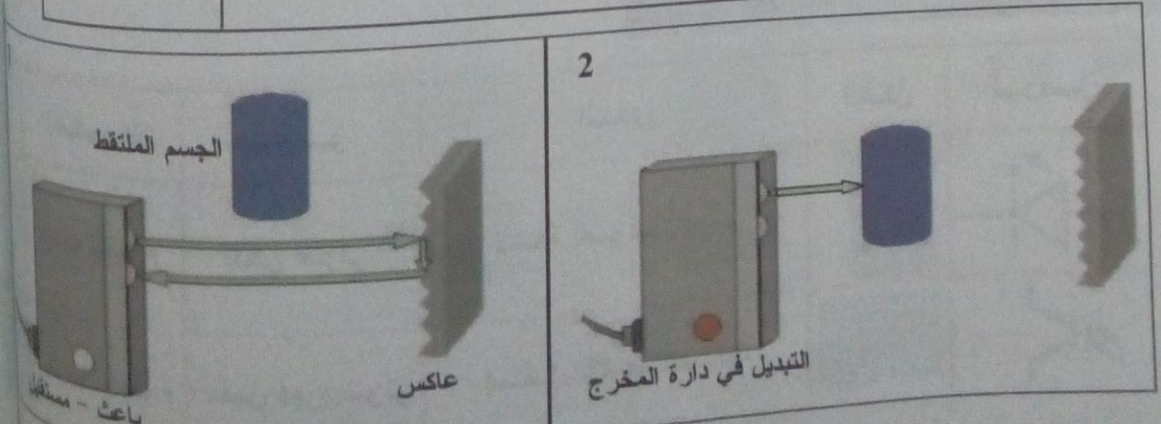
عدد العلب	المدى	الخصائص	الرمز
2 (الباعث و المستقبل منفصلين)	50 m	ـ إمكانية الكشف عن القطع العاكسة ـ صعوبة البناء الكهربائي ـ إلتقاط كل الأجسام ما عدا الشفافة ـ التكلفة كبيرة ـ المدى كبير	



الشكل-10-12

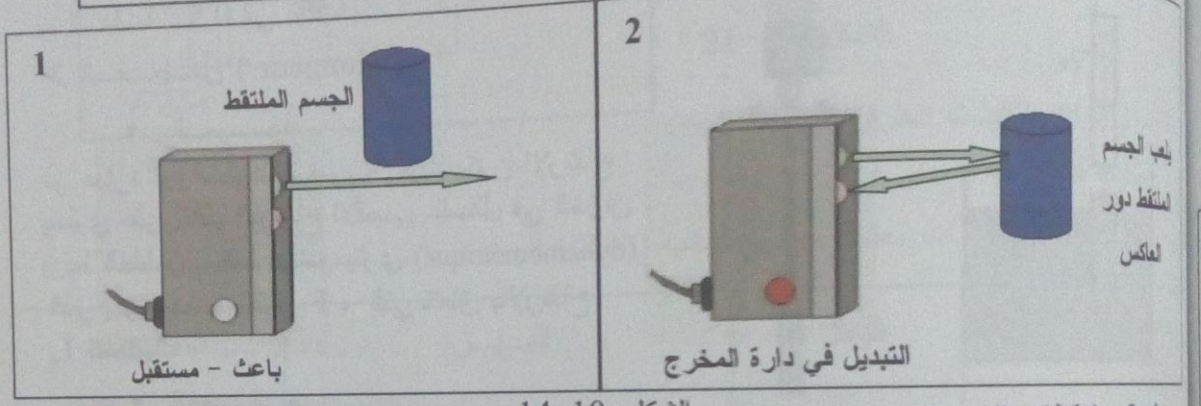
- **نظام" العاكس "**

عدد العلب	المدى	الخصائص	الرمز
1 (الباعث و المستقبل في علبة واحدة)	8 m	ـ إلتقاط كل الأجسام ما عدا الشفافة و العاكسة ـ المدى قصير	



الشكل-10-13

عدد العلب	المدى	الخصائص	الرمز
1 (الباعث و المستقبل في علبة واحدة)	2m يتعلق بلون الجسم (اللون البارد يلتقط جيدا)	– إمكانية إلتقاط الأجسام العاكسة – إلتقاط كل الأجسام ما عدا الشفافة – المدى قصير	



الشكل-10-14

3-4 ملتقطات المستوى

لمستويات الملتقطة عديدة بتعدد و إختلاف المواد فنجد منها الصلبة ، السائلة، العازلة و الناقلة .لذا نجد عدة أنواع من هذه الملتقطات.

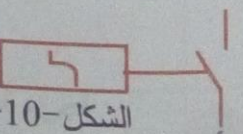
سؤال: مراقبة المستوى الأدنى و الأعلى لخزان الماء المتصل بمضخة إلى البئر .

1-3-4 تعريف

ملتقطات المستوى هي أجهزة مخصصة لمراقبة و ضبط مستوى معين فهي تحول كل تغير في المستوى إلى إشارة كهربائية

الشكل-10-15

2-3-4 الرمز



الشكل-10-16

3-4 المبدأ

تعتمد أولى طرق قياس و مراقبة مستويات السوائل على الخواص الهيدروستاتيكية للسوائل (الضغط الهيدروستاتيكي ، دافعة أرخميدس). بالنسبة لسائل متجانس معين ، الضغط النسبي في قعر الخزان و مستوى هذا الأخير يتناسبان طردا . لذا يشير قياس الضغط مباشرة إلى مستوى السائل الذي يتعلق بالكتلة الحجمية للسائل. نميز عدة أنواع من مبادئ القياس منها :

الشكل-10-17

➢ الـطـافـي (flotteur)

• الـمـبـدأ:

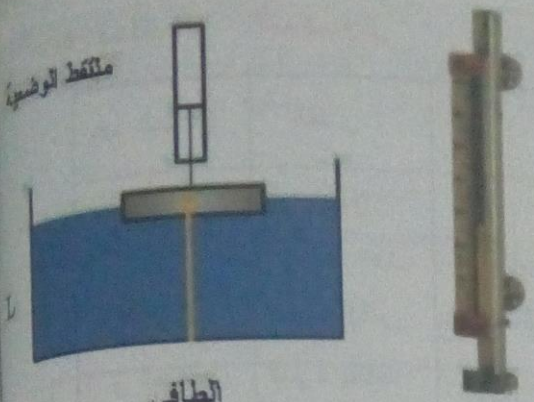
يوضع الطافي على سطح السائل و يكون مرتبط بملتقط الوضعية الذي يعطي إشارة كهربائية الموافقة للمستوى. لا ترتبط وضعيته بالكتلة الحجمية للسائل .

• الخصـائـص:

– هذا الملتقط لا يـوافق السوائل المائعة جدا لأن هذه الأخيرة يمكنها تغيير الثقل و بالتالي العمق فيكون القياس خاطئ.

– مجال القياس : 10 mm إلى عدة أمتار (30 m).

– الـدقـة : 0.5 إلى 5%.



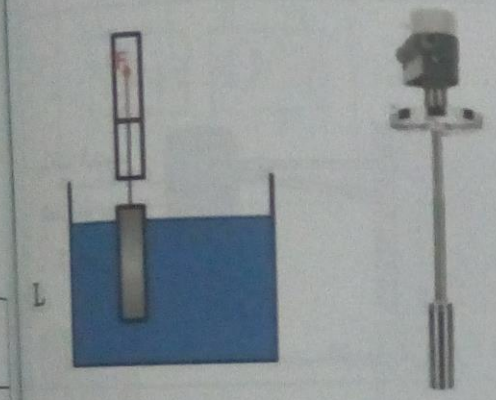
الطافي

الشكل-10-18

➢ الـغـاطـس (plongeur)

• الـمـبـدأ

هو عبارة عن أسطوانة مغموسة بحيث يكون الإرتفاع يساوي على الأقل الإرتفاع الأقصى للسائل في الخزان . يربط الغاطس بملتقط ديناموميتري (dynamométrique) الذي يكون خاضع لقوة F ، التي تتعلق بالإرتفاع L للسائل .



الشكل -10-19

• الخصـائـص

– مجال الإستعمال : يناسب قياس مستوى السوائل المائعة جدا.

– مجال القياس : 30 cm إلى 6 m على الأقصى.

– الـدقـة : حوالي 0.5 % .

4-4 الملتقطات الـحـراريـة

درجة الحرارة هي مقدار فيزيائي متغير لذا يتطلب مراقبته بصفة دائمة، هذه المراقبة تشترط إستعمال ملتقطات حرارية . هذه الأخيرة تتأثر بتغير درجة الحرارة في الوسط الموجود حولها .

توجد عدة أنواع من الملتقطات الحرارية حسب الإستعمال المطلوب و تصنف إما ملتقطات المراقبة أو التنبيه.

• المقـاومات الحـرارية (THERMISTANCES)

4-4-1 تعريف

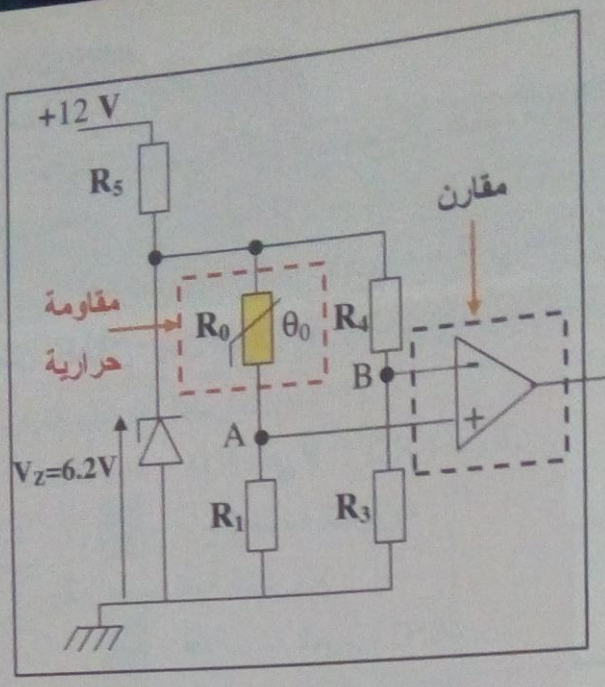
المقاومة الحرارية هي مقاومة غير خطية لها خاصية التغير بدلالة درجة الحرارة و هذه الأخيرة تتغير مع:

• مرور التيار في العنصر.

• تغير درجة حرارة المحيط.

الشكل -10-20

مـثـال : يسمح التركيب التالي بتنبيه المستعمل عند وصول درجة حرارة فرن إلى 80°C بواسطة إشارة صوتية .



الشكل-10-21

2-4-ب أنواع ملتقطات الحرارة

المقاومة الحرارية نوعان :

أ) مقاومة حرارية ذات معامل حراري سالب (CTN)

تعريف	الرمز	الميـــزة	التطبيقات
ر مقاومة تتناسب عكسا مع درجة الحرارة .	R - θ	R[Ω] θ(°C)	ــ قياس و مراقبة درجة الحرارة . ــ تحديد طلب التيار . ــ التعويض الحراري في دارات المقاحل.

ملاحظة : تغيرات معامل الحرارة غير خطية .

ب) مقاومة حرارية ذات معامل حراري موجب (CTP)

تعريف	الرمز	المميزات	التطبيقات
ر مقاومة تتناسب طردا مع درجة الحرارة .	R +θ	R[Ω] θ(°C)	ــ حماية خط (التوترات المفرطة ، الدارات القصيرة) ــ التعويض الحراري في دارات المقاحل.

ملاحظة :

- في حالة درجة حرارة منخفضة ، المقاومة CTP لها معامل حراري معدوم أو سالب ، عند ارتفاع الحرارة يصبح المعامل موجب و ذو قيمة كبيرة قد يصل إلى حوالي 150°C .
عند تجاوز هذه القيمة الأخيرة ، يتناقص المعامل و يصبح سالب .

مثال تطبيقي: يمثل الشكل 10-22 ميزة المقاومة الحرارية R_0 للتركيب شكل 10-21

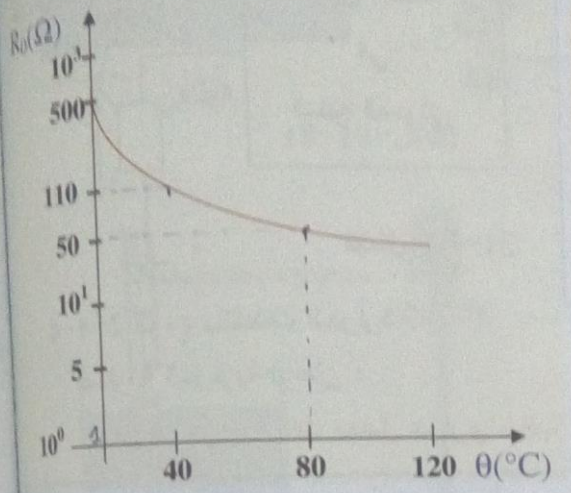
$R_1 = 52\ \Omega$ ، $R_2 = 1\ K\Omega$ ، $R_3 = 1\ K\Omega$.

1) إستنتج نوع المقاومة الحرارية .

2) أحسب قيمة التوتر V_A :

- عند درجة الحرارة 40°C .
- عند درجة الحرارة 80°C

3) أحسب التوتر V_B .



الشكل-10-22

الحـــل

1) مقاومة حرارية ذات معامل حراري سالب (CTN).

2) حساب قيمة التوتر V_A . من المنحنى نستنتج أن:

- عند $\theta = 40°C$ ، $R_0 = 110\ \Omega$ ، $V_A = \dfrac{V_Z \cdot R_1}{R_1 + R_0}$

$$V_A = \frac{6.2 \times 52}{110 + 52} \qquad \boxed{V_A = 2\ V}$$

- عند $\theta = 80°C$ ، $R_0 = 50\ \Omega$ ، $V_A = \dfrac{6.2 \times 52}{52 + 52}$ $\boxed{V_A = 3.16\ V}$

3) حساب قيمة التوتر V_B .

$$V_B = \frac{V_Z \cdot R_3}{R_2 + R_3} \quad ، \quad V_B = \frac{6.2 \times 1}{1 + 1} \quad ، \quad \boxed{V_B = 3.1\ V}$$

4-5 ملتقطات الـوضعية الزاوية

مراقبة الوضعية الزاوية مهمة جدا بالنسبة لعدة ميكانيزمات مثل مراقبة دوران الآلات الدوارة.

4-5-1 تعريف

ملتقطات الوضعية الزاوية تسمح بمراقبة الوضعية الزاوية لمتحرك و ذلك بالتقاط صورة لزاوية مقاسة.

الشكل -10-23

4-5-2 أنواع ملتقطات الـوضعية الزاوية

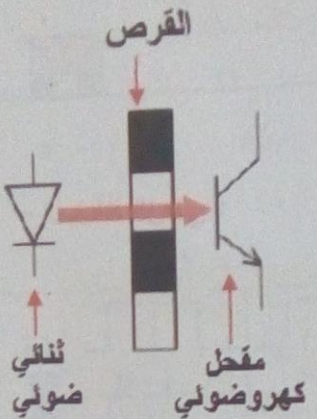
يمكن للمعلومة الزاوية المقاسة أن تكون على شكل رقمي أو تماثلي لذلك نميـز نوعين من ملتقطات الزاوية: - ذات مخرج تماثلي - ذات مخرج رقمي

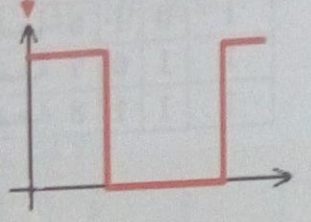
3-1-3 : ملتقطات الوضعية الزاوية الرقمية

مثال : القرص المرمز هو ملتقط يسمح بإعطاء معلومة الزاوية
عرق قياس دوران حول محور الدوران، فهو يحول حركة دورانية
إشارة قابلة للاستغلال .

القرص المرمز هو عبارة عن قرص دوار (يحتوي على فتحات) أمام
كهروضوئية التي تسمح بتوليد نبضات تتناسب طردا مع سرعة الدوران .
عملية معالجة النبضات (العد) خلال مدة زمنية معينة تسمح باستنتاج السرعة

الشكل-10-24



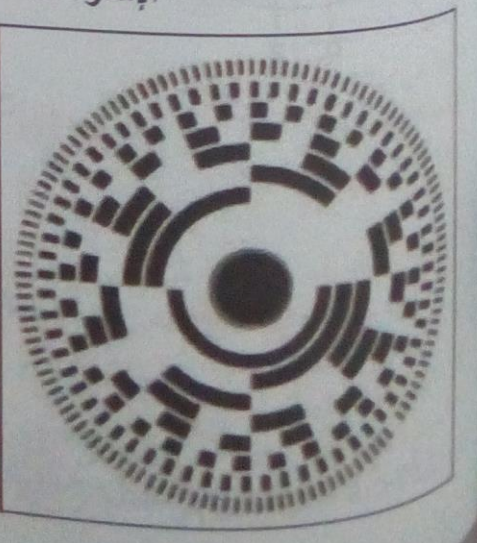


الشكل-10-25

القرص المشفر :

الشكل-10-26

الشكل-10-27



الشكل-10-28

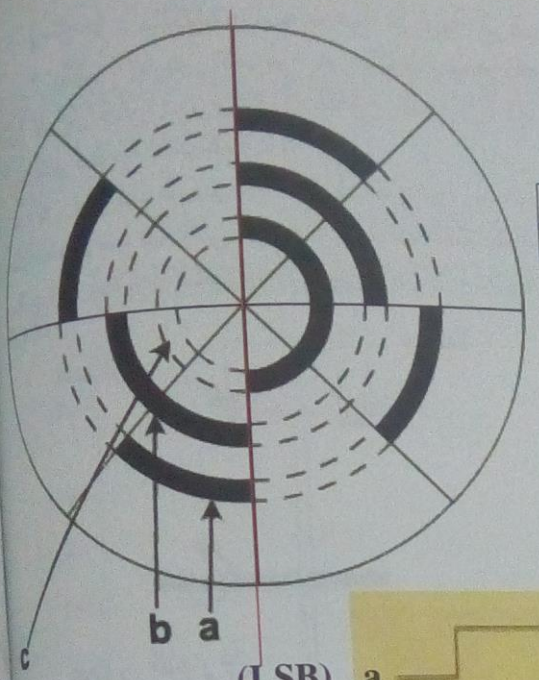
تمرين تطبيقي : لتكن العجلة المشفرة التالية:

- أعط جدول الحقيقة الموافق ؟
- أرسم المخطط الزمني ؟
- استنتج نوع التشفير ؟

الحـــل:

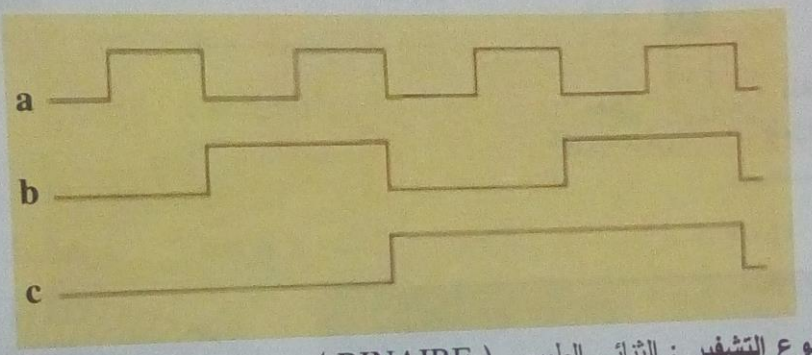
- **جدول الحقيقة :**

الوضعية	a	b	c
الوضعية 1	0	0	0
الوضعية 2	1	0	0
الوضعية 3	0	1	0
الوضعية 4	1	1	0
الوضعية 5	0	0	1
الوضعية 6	1	0	1
الوضعية 7	0	1	1
الوضعية 8	1	1	1



الشكل-10-29

- **المخطط الزمني :**

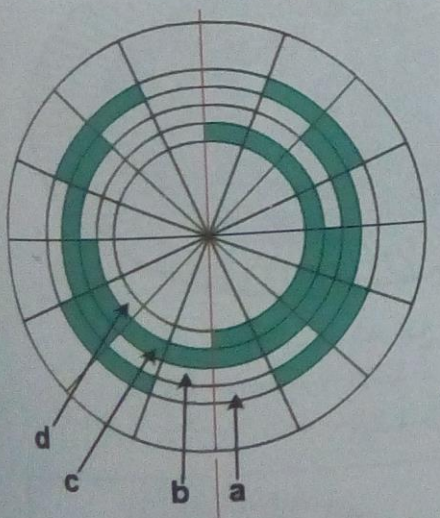


- **نوع التشفير** : الثنائي الطبيعي (BINAIRE)

نشاط :

لتكن العجلة المشفرة التالية:

- أعط جدول الحقيقة الموافق ؟ - أرسم المخطط الزمني ؟
- استنتج نوع التشفير ؟



الشكل-10-30

5- كيفـــية إختـــيار المـــلتقـــطات

يتم إختيار الملتقطات حسب:

- شروط الإستغلال التي تتميز بـــ طبيعة و كتلة و سرعة الجسم المتحرك المراد مراقبته.
- الجهد الضروري للتأثير على المماس .
- طبيعة المحيط من حيث درجة الحرارة و الرطوبة ...إلخ.
- مستوى الحماية المطلوب ضد الصدمات.
- عدد دورات التشغيل.
- طبيعة الدارة الكهربائية.
- عدد و طبيعة المماسات.
- المكان المتوفر لوضع و تثبيت و ضبط الجهاز .
- الطريقة المتبعة لإختيار الملتقط المناسب :

1- تعيين عائلة الملتقطات الموافقة للتطبيق .

2- تعيين نوع و مرجع الملتقط المطلوب : (المحيط ، منبع التغذية ، إشارة الخروج ، نوع الربط)

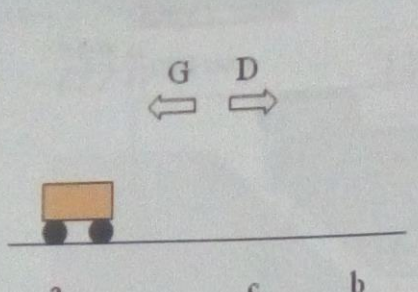
تمارين

تمرين 01 : الشكل-10-31

ليكن النظام الممثل في الشكل المقابل .

1/ أضف إلى الشكل الملتقطات الموافقة للتشغيل الموالي : بعد إعطاء أمر الإنطلاق بالضغط على " S " ، تتنقل العربة إلى غاية " b " ثم ترجع إلى " c " ، فتعود نحو " b " و أخيرا إلى " a " .

2/ أذكر نوعها ؟



الشكل-10-31

تمرين 02 : الشكل-10-32

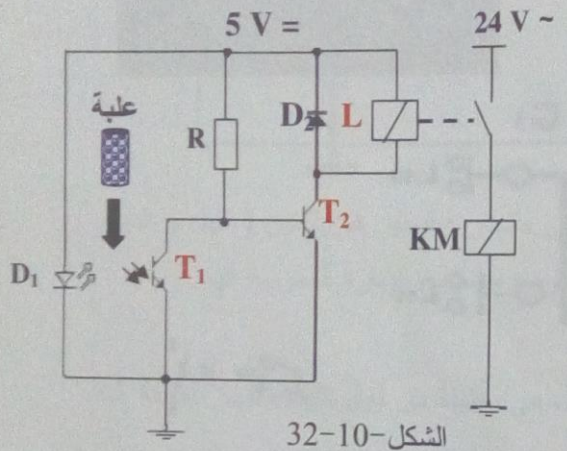
دارة الكشف عن العلب :

1- ما هو نوع الملتقط المستعمل ؟

2- أذكر العناصر المكونة لهذا الملتقط و دورها ؟

3- إشرح كيفية إشتغال دارة الكشف ضمن الحالتين (عدم مرور علبة ، مرور علبة) محددا في كل مرة حالة كل من " T_1 " ، " T_2 " ، " L " ؟

4- عند الكشف عن العلبة : أحسب شدة التيار المار في قاعدة المقحل " T_2 " ؟

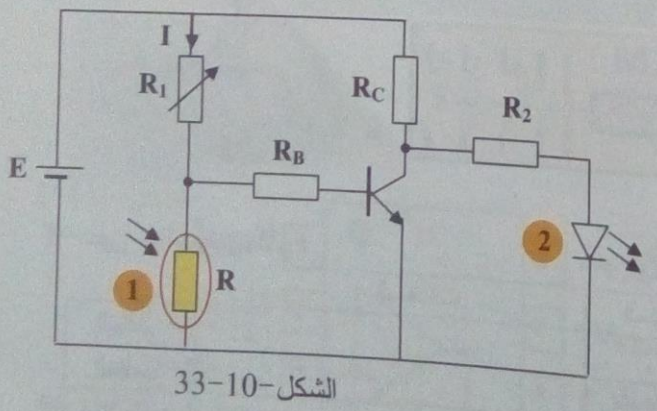


الشكل-10-32

تمرين 03 : الشكل-10-33

$R_1 = 5.5\ K\Omega$, $R_2 = R_C = 330\ \Omega$

$R_B = 1\ K\Omega$, $E = 9\ V$



الشكل-10-33

1) أذكر إسم العنصر (1) ؟ و العنصر (2) .

• حالة تعرض التركيب للضوء :

2) كيف يتصرف العنصر (1) في هذه الحالة .

3) حدد حالة المقحل .

4) ما هي حالة العنصر (2) .

5) أحسب شدة التيار المار في العنصر (1) إذا كانت $R = 400\ \Omega$.

• حالة حجب الضوء عن التركيب :

6) كيف يتصرف العنصر (1) في هذه الحالة .

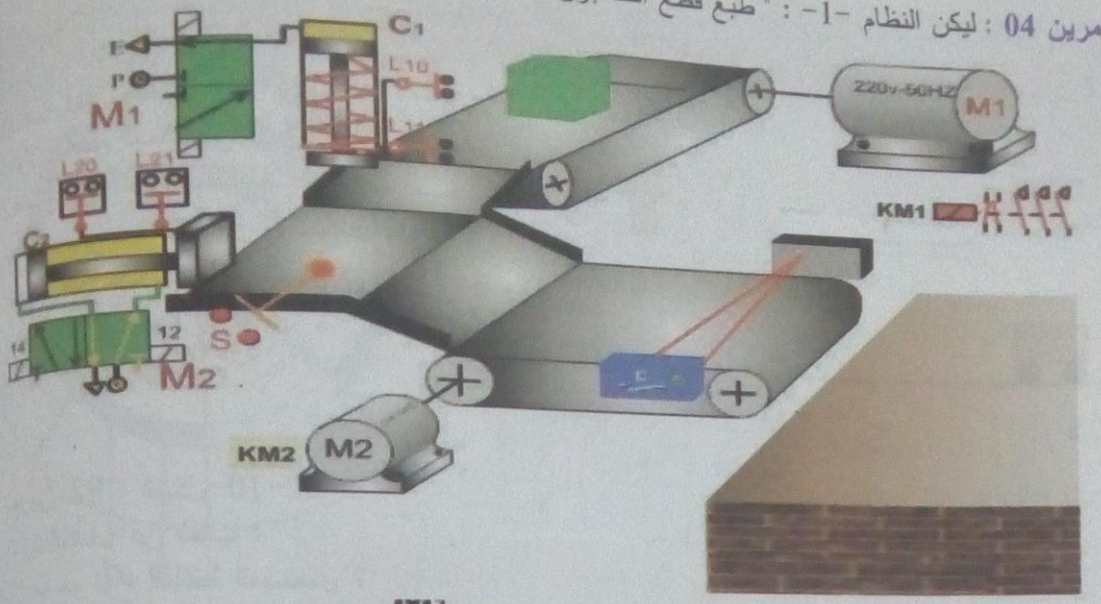
7) حدد حالة المقحل .

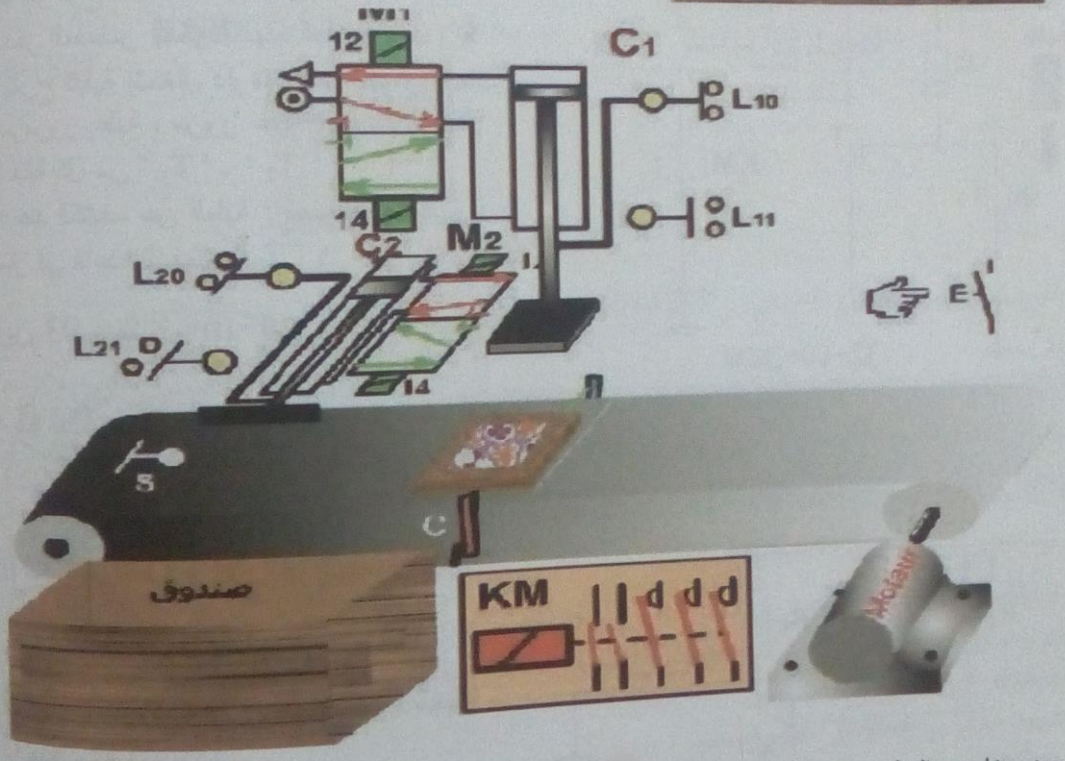
8) ما هي حالة العنصر (2) .

9) أحسب شدة التيار المار في العنصر (1) إذا كانت $R = 1M\Omega$.

10) أحسب شدة التيار المار في العنصر (2) .

تمرين 04 : ليكن النظام -1- : "طبع قطع الصابون " و النظام -2- : " زخرفة قطع خشبية "





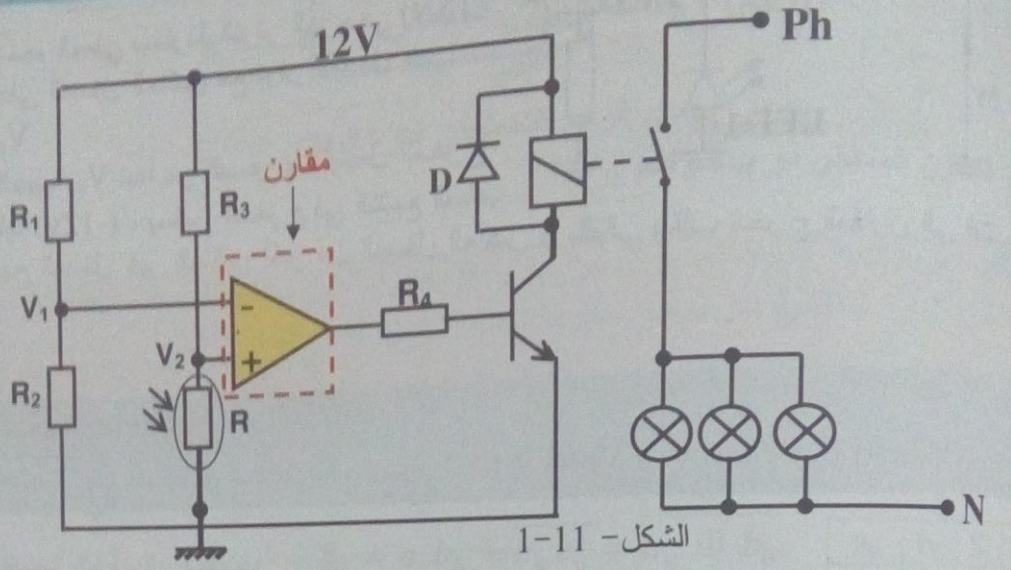
1- عين عناصر النظام :

	المنفذات		
النظام -1-		المنفذات المتصدرة	الملتقطات
النظام -2-			

2- إملأ الجدول التالي :

	النظام -1-	النظام -2-
الملتقطات بالتلامس		
الملتقطات بدون تلامس		

11 وظيفة مقارنة المعلومات



الشكل- 11-1

يسمح هذا النظام بالتحكم في الإنارة العمومية الذي يعتمد على مقارنة قيمتين فيزيائيتين (الليل و النهار)

- النهار: انطفاء مصابيح الإنارة العمومية آليا، - الليل: توهج مصابيح الإنارة العمومية آليا

تحقق هذه الوظيفة عن طريق المقارن

1- ضرورية المقارنة في النظام : مقارنة المعلومات هي وظيفة من أجل تشغيل جهاز بصفة آلية.

2- تعريف المقارن

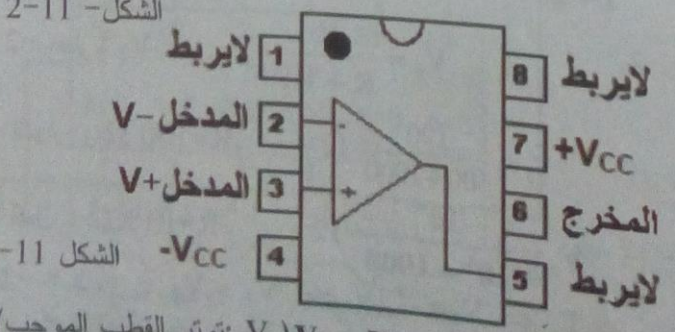
هو عنصر إلكتروني يسمح بمقارنة المقادير الفيزيائية (درجة حرارة ، توتر ، ضغط ، سرعة .....إلخ).

3 أنواع المقارنات

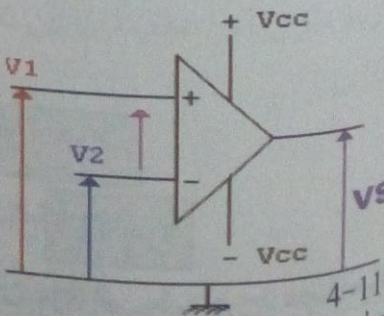
3-1 المقارن التماثلي

الشكل- 11-2

يشمل المقارن التماثلي المضخم العملي في النظام التبديلي و هو عبارة عن دارة متكاملة مستقطبة بمولدين متناظرين .



الشكل 11-3



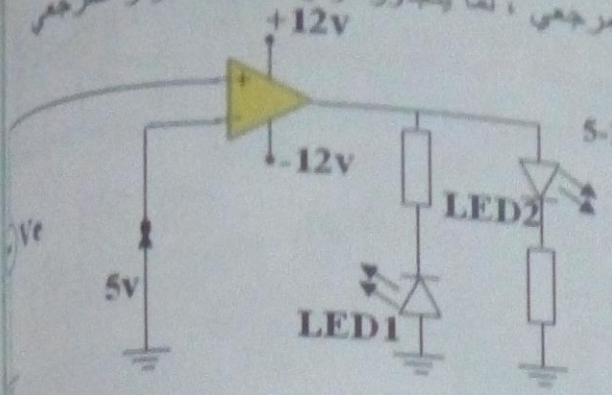
الشكل 11-4

المضخم العملي في النظام التبديلي يتميز بمايلي :

$V_1 > V_2 \Rightarrow Vs = + Vcc$ (V_1: توتر القطب الموجب)

$V_1 < V_2 \Rightarrow Vs = - Vcc$ (V_2 : توتر القطب السالب)

يعتمد المقارن التماثلي على مقارنة توتر المدخل بتوتر مرجعي ، لما يتجاوز توتر المدخل التوتر المرجعي ينقلب المخرج.



الشكل -11-5

مثـــال:

يقوم المضخم العملي بمقارنة التوتر المرجعي (5 v) المطبق على المدخل العاكس مع توتر المدخل غير العاكس V_e .

الإشارة الجيبية V_e تبدأ من الصفر مما يجعل المخرج مشبع سالبا (-12v) ، يستمر المخرج في التشبع السالب حتى يصبح المدخل غير العاكس أكبر من المدخل العاكس و بالتالي ينقلب مخرج المقارن إلى التشبع الموجب (+12v)

نشاط :

ليكن التركيب الموضح بالشكل-11-5

ما هي الثنائية التي تتوهج و لماذا في الحالات التالية : Ve=4 v ، Ve=6 v ، Ve=10 v ، Ve=-3 v

تمرين تطبيقي :

ليكن التركيب الموضح في الشكل 11-1: "دارة التحكم في الإنارة العمومية بواسطة خلية ضوئية" :

المقاومة الضوئية لها الخاصية التالية: في النهار : R= 100 Ω . في الليل : R=10 KΩ

$R_1=R_2=R_3=1\ K\Omega$

1- إستخرج عبارة V_1 ؟ ثم أحسب V_1 ؟

2- إستخرج عبارة V_2 ؟ ثم أحسب V_2 في الحالتين (النهار ، الليل)؟

3- إستنتج حالة المصابيح في (النهار ، الليل) ؟

4- ما هو دور الثنائية D ؟

5- ماذا تمثل المقاومة R_4 بالنسبة للمقحل ؟

الحـــل:

1- عبارة V_1 : $V_1=\frac{R_2}{R_2+R_1}\cdot V_{CC}$ $\quad \mathbf{V_1=\frac{1}{1+1}\cdot 12}$ $\quad V_1=6\ V$

2- عبارة V_2 : $\mathbf{V_2=\frac{R}{R+R_3}\cdot V_{CC}}$

النهار : R=100 Ω ، $V_2=\frac{100}{100+1000}\cdot 12$ $\quad V_2=1V$

الليل : R=10 KΩ ، $\mathbf{V_2=\frac{10^4}{10^4+1000}\cdot 12}$ $\quad V_2=11V$

3- • النهار : $V_1 > V_2 \Leftarrow V_S=-12V \Leftarrow$ T : محصور ⇐ المرحل مفتوح ⇐ المصابيح منطفئة

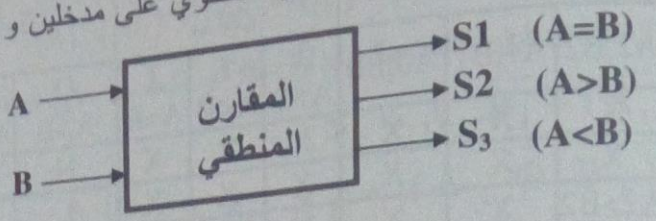
• الليل : $V_1 < V_2 \Leftarrow V_S=+12V \Leftarrow$ T : مشبع ⇐ المرحل مغلق ⇐ المصابيح متوهجة

4- دور الثنائية : حماية المقحل من تيار تفريغ الوشيعة .

3- تمثل المقاومة R_4 حماية بالنسبة للمقحل.

2-3 المقارن المنطقي

* عبارة عن دارة منطقية تقوم بمقارنة عددين ثنائيين ، تحتوي على مدخلين و ثلاث مخارج .



الشكل 11-6 الرسم التخطيطي لدارة المقارن

◄ المقارن المنطقي ذو بيت واحد :

تمرين تطبيقي : نريد إنجاز مقارن لعددين ثنائيين A و B يحتويان على بيت واحد،حيث $A = a_0$ و $B=b_0$

- إستخرج الدارة المنطقية التي تسمح بمقارنة العددين حيث يشير المخرج إلى :

$$A=B \Rightarrow S_1 \quad ، \quad A>B \Rightarrow S_2 \quad ، \quad A<B \Rightarrow S_3$$

الحل :

- جدول الحقيقة :

a_0	b_0	S_1	S_2	S_3
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	1	0
1	1	1	0	0

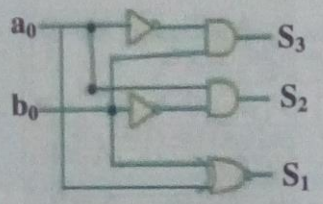
- إستخراج معادلات من جدول الحقيقة :

$$S_1 = a_0 b_0 + \overline{a_0}\,\overline{b_0} = \overline{a_0 \oplus b_0}$$

$$S_2 = a_0 \overline{b}_0$$

$$S_3 = \overline{a_0} b_0$$

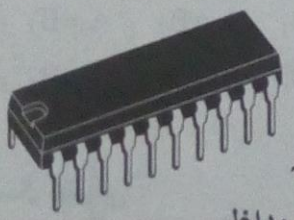
- التصميم المنطقي لدارة المقارن بإستعمال البوابات المنطقية :



◄ دارة المقارن المندمج :

يوجد المقارن على شكل دارات مندمجة منها : SN 7485 , CD4585

- الدارة المندمجة " SN 7485 "



الشكل 11-7

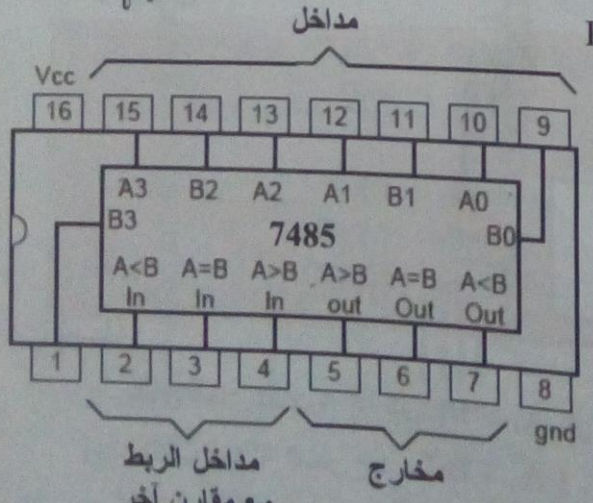
عبارة عن مقارن لعددين ثنائيين ذو 4 بيت (4 bits)

حيث : $A=(A_3\ A_2\ A_1\ A_0)$ ، $B=(B_3\ B_2\ B_1\ B_0)$

يحتوي أيضا على 3 مداخل إضافية :

A=B و A>B و A<B

مخصصة لربط مقارن آخر لمقارنة عددين ذات 8 أو 12 أو 16 بيت ...



الشكل- 11-8

- جدول الحقيقة للدارة المندمجة 7485 :

× : مهما كان (0 أو 1) ، H : الحالة 1 ، L : الحالة 0

Entrées de comparaison مداخل المقارنة				Entrées de mise en Cascade مداخل			sorties مخارج		
A3,B3	A2,B2	A1,B1	A0,B0	I A>B	I A<B	I A=B	O A>B	O A<B	O A=B
A3>B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3<B3	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A3=B3	A2>B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2<B2	X	X	X	X	X	L	H	L
A3=B3	A2=B2	A1>B1	X	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1<B1	X	X	X	X	L	H	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0>B0	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0<B0	X	X	X	L	H	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	H	L	L	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	L	H	L	L	H	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	L	L	H	L	L	H

➢ يكون العدد A و B متساويان (A=B) إذا كان :

$A_3=B_3$ و $A_2=B_2$ و $A_1=B_1$ و $A_0=B_0$

➢ يكون العدد A أكبر من B (A>B) إذا كان :

$A_3>B_3$

أو $A_3=B_3$ و $A_2>B_2$

أو $A_3=B_3$ و $A_2=B_2$ و $A_1>B_1$

أو $A_3=B_3$ و $A_2=B_2$ و $A_1=B_1$ و $A_0>B_0$

➢ يكون العدد A أصغر من B (A<B) إذا كان :

$A_3<B_3$

أو $A_3=B_3$ و $A_2<B_2$

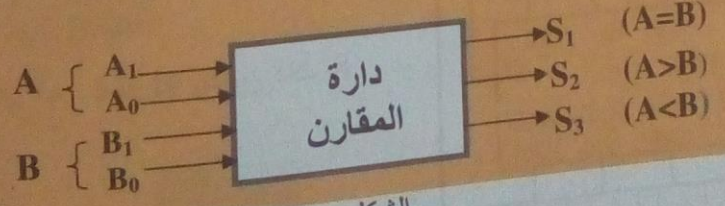
أو $A_3=B_3$ و $A_2=B_2$ و $A_1<B_1$

أو $A_3=B_3$ و $A_2=B_2$ و $A_1=B_1$ و $A_0<B_0$

مثـــال تطبيقي :

ليكن عددان A و B ممثلين في النظام الثنائي يحتويان على بيتين $A(A_1, A_0)$ ، $B(B_1,B_0)$

1- أنجز الدارة المنطقية الموافقة للمقارن .



الشكل- 11-9

الحـــل :

- يكون العدد $A > B$ إذا كان $A_1 > B_1$ أو $A_1 = B_1$ و $A_0 > B_0$.

ومنه تكتب معادلة المخرج : $S_2 = (A_1 > B_1) + (A_1 = B_1) \cdot (A_0 > B_0)$

- يكون العدد $A = B$ إذا كان $A_1 = B_1$ و $A_0 = B_0$.

إذن تكتب معادلة المخرج : $S_1 = (A_1 = B_1) \cdot (A_0 = B_0)$

يكون العدد $A < B$ إذا كان $A_1 < B_1$ أو $A_1 = B_1$ و $A_0 < B_0$.

بين تكتب معادلة المخرج $S_3 = (A_1 < B_1) + (A_1 = B_1) \cdot (A_0 < B_0)$

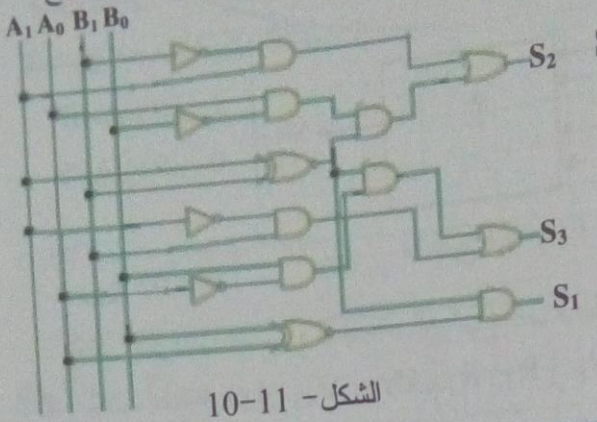
من جدول الحقيقة للمثال السابق وباستعمال جداول كارنو نتحصل على المعادلات المنطقية للمخارج:

$$S_2 = A_1.\overline{B_1} + \overline{(A_1 \oplus B_1)}.\overline{(A_0.B_0)}$$

$$S_1 = \overline{(A_1 \oplus B_1)} \cdot \overline{(A_0 \oplus B_0)}$$

$$S_3 = \overline{A_1}.B_1 + \overline{(A_1 \oplus B_1)}.\overline{(A_0.B_0)}$$

- التصميم المنطقي :



الشكل- 11-10

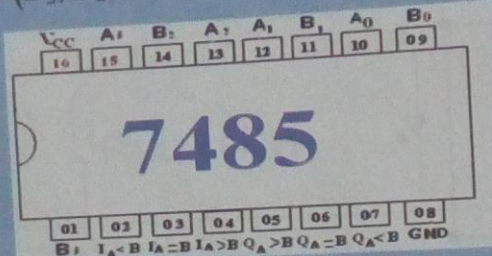
نشاط :

ليكن A و B عددان ثنائيان ممثلان بواسطة 4 أبيات $A(A_3, A_2, A_1, A_0)$ ، $B(B_3, B_2, B_1, B_0)$

مهمة دارة المقارن للعددين .

1- باستعمال البوابات المنطقية.

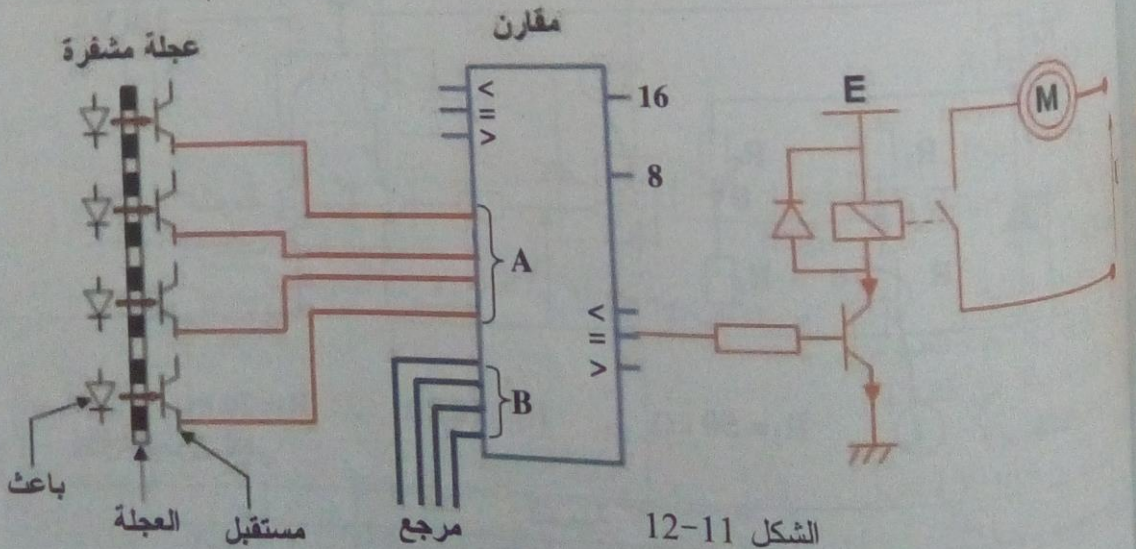
2- باستعمال الدارة SN 7485.



الشكل- 11-11

تطبيق :

تتحكم في مرحل بمقارنة عددين ثنائيين باستعمال عجلة مشفرة (عندما يكون A=B)

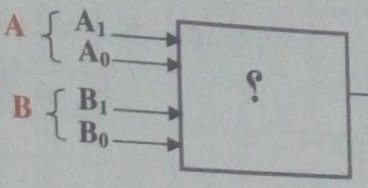


الشكل 11-12

تمارين

تمرين 01 :

ليكن A و B عددان ثنائيان ممثلان بواسطة بيتين $A(A_1, A_0)$ ، $B\ (B_1,B_0,)$، أنجز دارة المقارن للعددين حسب الشكل التالي :



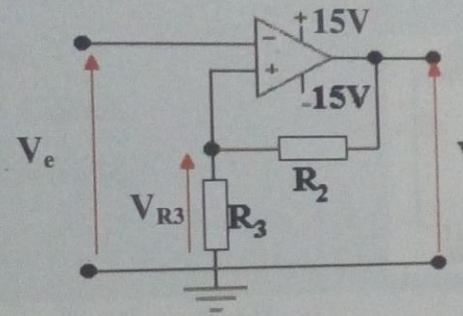
الشكل-11 – 13

تمرين 02 :

نعتبر التركيب التالي ، المضخم العملي مثالي و يشتغل كمقارن ، توترات التشبع هي ± 15v

1- أكتب عبارة التوتر V_{R3} بدلالة R_2 , R_3 و V_S .

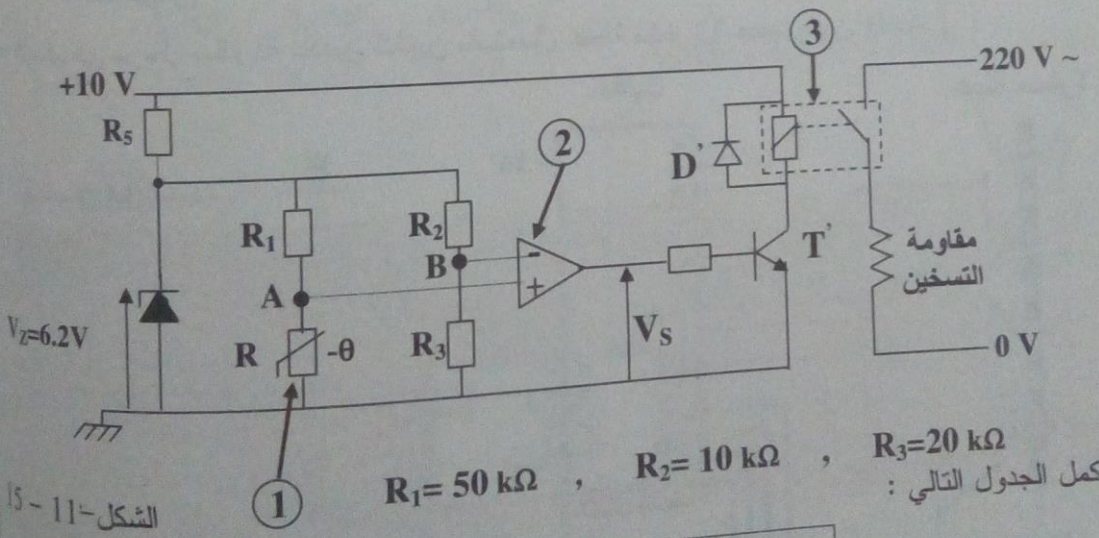
2- إستنتج عبارة توتر الخروج V_S ، ثم حدد متى يكون مشبعا موجبا و سالبا .



الشكل-11 – 14

تمرين 03 :

* نظام تسخين الخليط : يسمح النظام التالي بالتحكم في تسخين خليط :



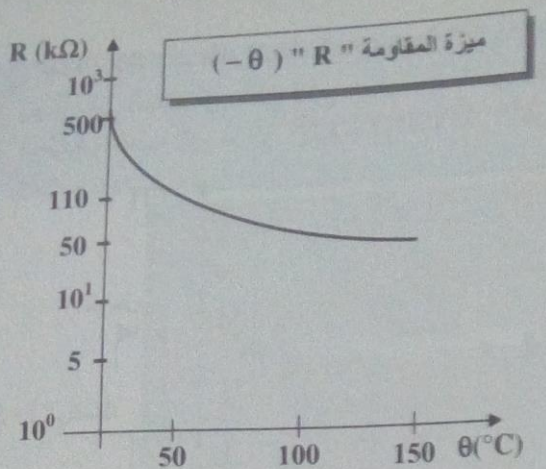
الشكل-11- 15

R_1= 50 kΩ , R_2= 10 kΩ , R_3=20 kΩ

1- أكمل الجدول التالي :

التسمية	الدور
العنصر 1	
العنصر 2	
العنصر 3	

2- احسب قيمة التوتر V_B ؟
3- احسب قيمة التوتر V_A
- عند درجة الحرارة $50^\circ c$
- عند درجة الحرارة $100^\circ c$
4- استنتج قيمة التوتر V_s عند $50^\circ c$ ثم $100^\circ c$ ؟
5- ما هي تسمية الثنائي " D " ؟ ثم اذكر دوره ؟



الشكل-11 - 16

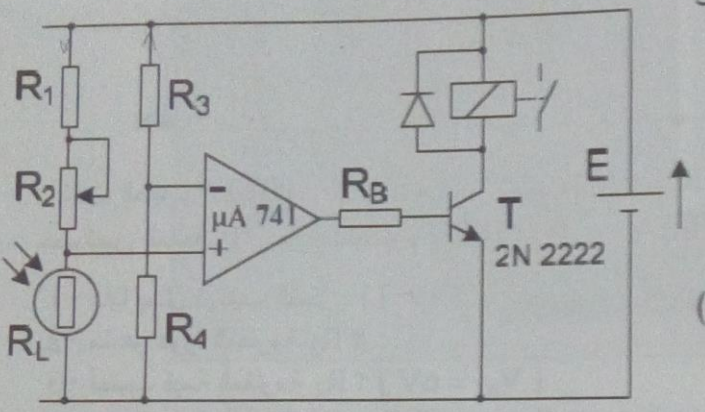
تمرين 04 : الشكل-11 - 17

لتكن دارة الخلية الكهروضوئية التالية للكشف عن القطع :

R_2 قابلة للتغيير من $0K\Omega$ إلى $47K\Omega$.

مقاومة الخلية : $R_L=4,7K\Omega$ تحت الضوء

$R_L=33K\Omega$ في الظلام



1- شرح مبدأ تشغيل الخلية ؟
2- عين مجال تغيير المقاومة (القيم الممكنة) للمقاومة R_2 عند الكشف عن القطعة ؟
3- أحسب قيمة المقاومة R_B ؟

$E=12v$ $R_1=5K\Omega$ $R_3=8K\Omega$ $R_4=12K\Omega$

الشكل-11 - 17

تمرين 05 : الشكل-11 - 18

لتكن دارة الخلية الكهروضوئية التالية للكشف عن القطع :

$E= 12V$

$R_1= 8\ K\Omega$

$R_2= 12\ K\Omega$

$R_3= 5\ K\Omega$

R_4 : قابلة للتغيير من $0K\Omega$ إلى $47K\Omega$

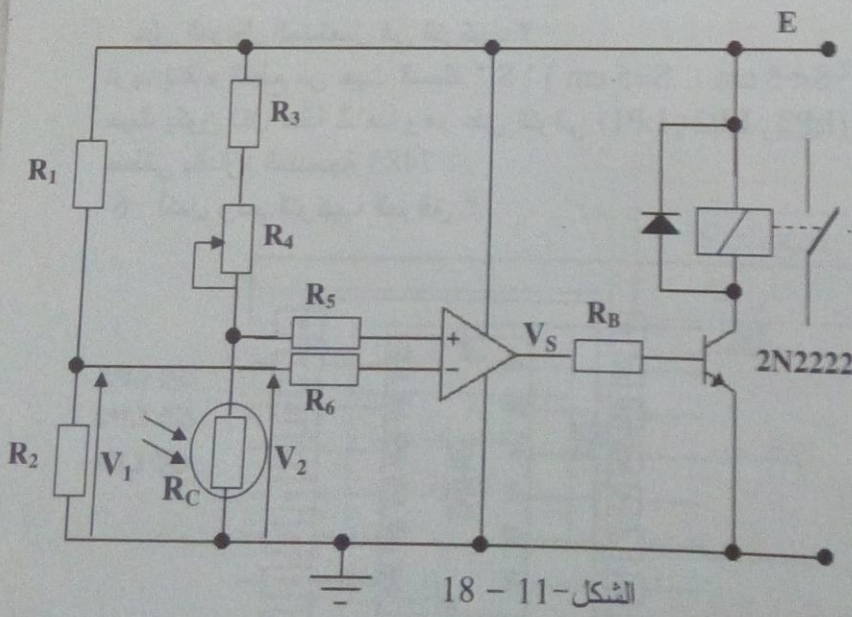
R_C : مقاومة الخلية

$R_C = 4,7\ K\Omega$ تحت الضوء

$R_C = 33\ K\Omega$ في الظلام

$V_{BE}=0,6\ v$

$I_C= 150\ mA$ ، $\beta = 100$

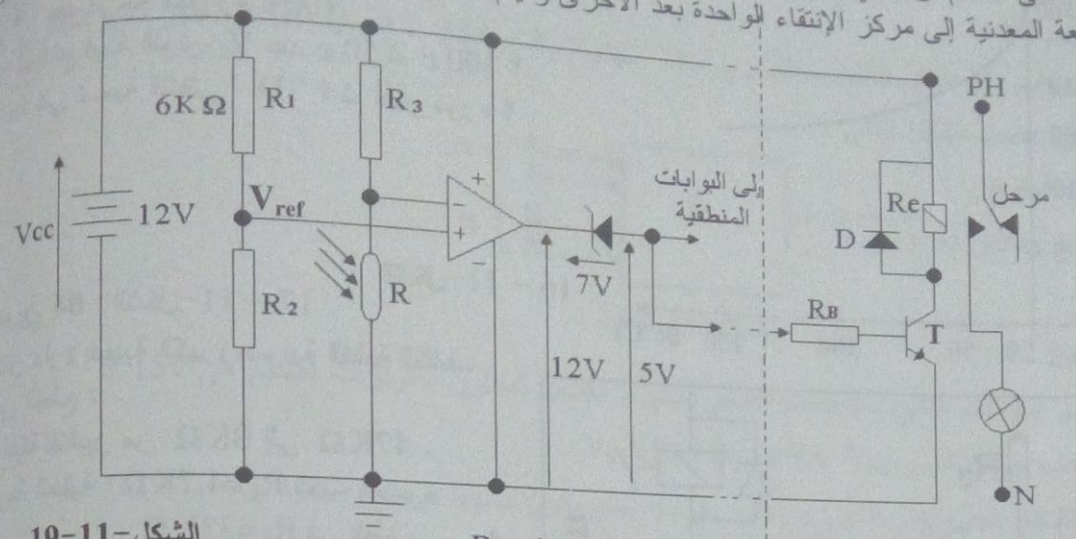


الشكل-11 - 18

1- أوجد عبارة V_1 ثم أحسب V_1 .
2- أوجد عبارة V_2 .
3- أحسب قيمة التوتر V_S عند الكشف عن القطعة ($R_4=10K\Omega$) .
4- أحسب قيمة المقاومة R_B في مخرج المضخم العملي .
5- استنتج حالة المرحل في الحالتين (الظلام - الضوء) .

تمرين 06 : نـظام لإنتقاء قطع معدنية

يجب على النظام أن ينتقي قطع معدنية قادمة من مكان التجهيز و توجيهها إلى المكان المعين لها حيث تقدم القطعة المعدنية إلى مركز الإنتقاء الواحدة بعد الأخرى و يتم الكشف عنها بالدارة الممثلة في الشكل-11-19:



الشكل-11-19

تحت الضوء : $R = 400\ \Omega$ / في الظلام : $R = 1\ M\Omega$

خصائص المقحل T : من السليسيوم ، $\beta = 100$ ، $I_{C0} = 30mA$ ، $V_{CE0} = 7V$

1- ماذا يمثل تركيب الشكل-11-19 ؟

2- ما هو دور المقاومة R_2 ؟

3- أحسب قيمة المقاومة R_2 ؟ ($V_{ref} = 6V$)

4- عيّن قيمة التوتر V_s (في مخرج المضخم العملي) : - في الضوء - في الظلام ؟

5- لدينا ثلاث مرحلات كهرومغناطيسية تحمل الخصائص التالية :

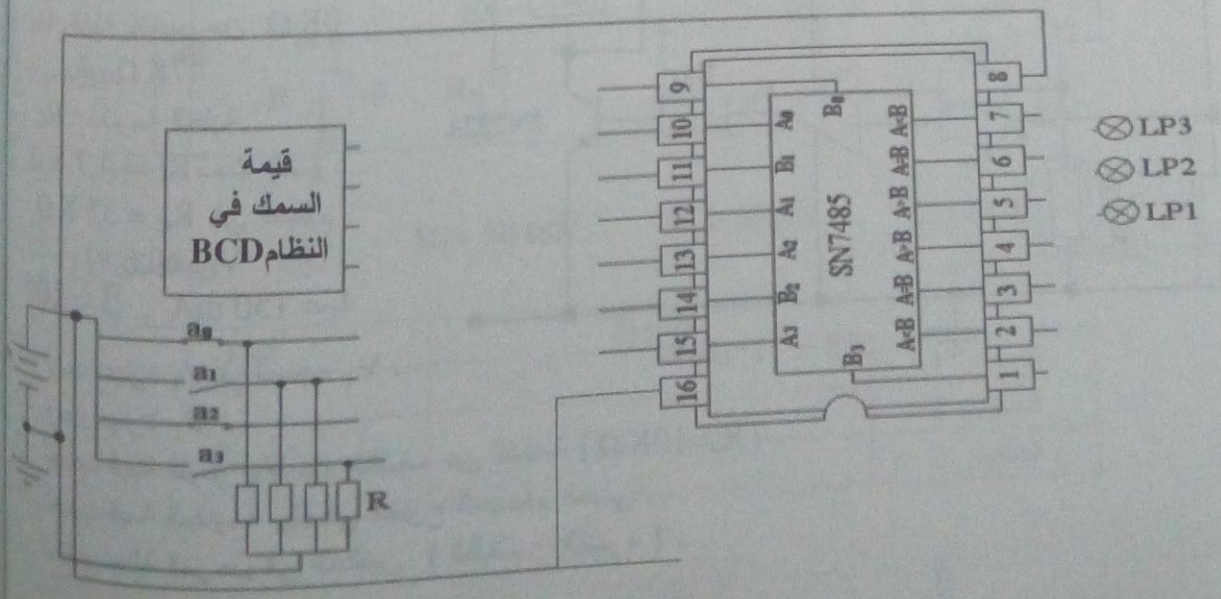
المرحل الأول : (30mA , 5V) / المرحل الثاني : (30mA , 7V) / المرحل الثالث : (50mA , 7V)

عيّن المرحل المستعمل في التركيب ؟

نريد إنتقاء القطع من حيث السمك " S " (S=5 cm ، S< 5 cm ، S> 5 cm)

حيث يكون لكل حالة شاهدا وهم على التوالي (LP1 , LP2 , LP3) لذلك نقترح تركيب باستعمال مقارن منطقي بالدارة المندمجة 7485 .

6- أكمل رسم التركيب الموافق ؟



12 وظيفـــــة التضخيـــم

الشكل12-1

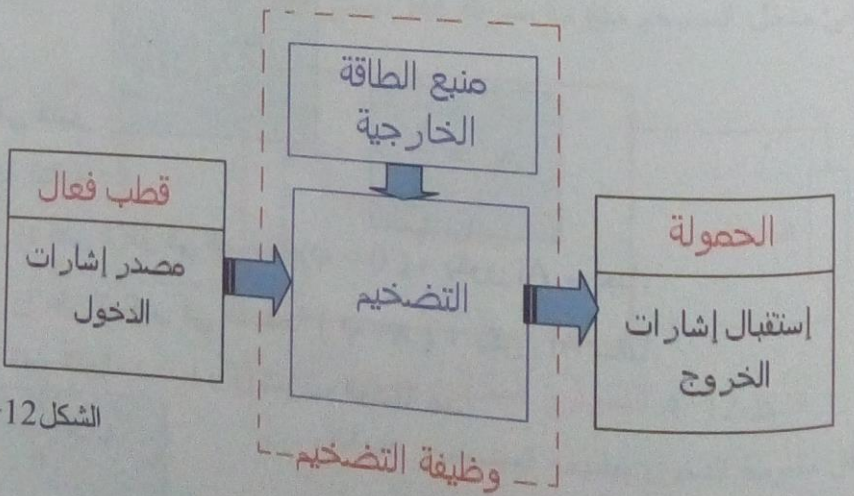
عندما تكون استطاعة المصدر ضعيفة يلزم إضافة مضخم لرفع من الاستطاعة المقدمة للحمولة .

فعندما تريد أن توصل صوتك إلى الجميع فلابد من استعمال مضخم الصوت الشكل 12-1

1- مفهوم وظيفة التضخيم

التضخيم هو عملية رفع مطال الإشارات .

- التركيب المبدئي لوظيفة التضخيم الشكل-12-2.



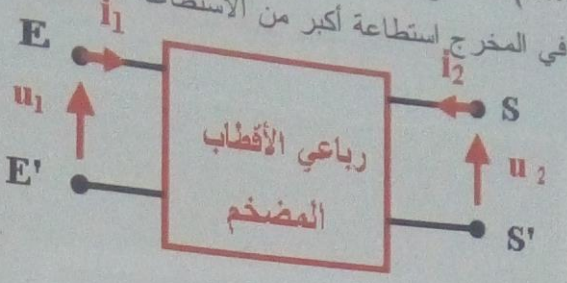
الشكل12-2

2- تكوين المضخم

- المضخم هو رباعي أقطاب يحتوي على عدد من العناصر الإلكترونية (مقاحل ، دارة مندمجة

مقاومات .....) ، تحتاج عند تشغيلها لطاقة خارجية تسمى بتغـذية المضخم (تهيئة المضخم) الشكل12-3

- يعطي في المخرج استطاعة أكبر من الاستطاعة الممتصة في المدخل.



الشكل12-3

- و يمثل بأربع أقطاب أساسية هي : قطبا دخول E و 'E و قطبا خروج S و 'S لذ لك سمي برباعي الأقطاب، تشغيله مُعرف بأربع مقادير :

- توتر u_1 و تيار i_1 الدخول .
- توتر u_2 و تيار i_2 الخروج .

اصطلاحا : نتبع اتجاه التيارات و التوترات الممثلة في الشكل 12-3

2- 1 مميزات المضخم : يتميز المضخم بخمس مقادير هامة هي:

2-1-1 التضخيم في التوتر

يعرف بالعلاقة التالية:

$$A_V = \frac{u_2}{u_1}$$

- عندما يكون u_1 و u_2 على توافق في الصفحة ($\varphi = 0$) ، يكون Av موجبا.
- عندما يكون u_1 و u_2 على تعاكس في الصفحة ($\varphi = \pi$) ، يكون Av سالبا.
- إذا كانت U_1 وU_2 القيم الفعالة لـ u_1 و u_2 تعرف النسبة بـ :

$$|A_V| = \frac{U_2}{U_1}$$

2-1-2 التضخيم في التيار

$$A_i = \frac{i_2}{i_1}$$

يعرف بالعلاقة التالية :

- عندما يكون i_1 و i_2 على توافق في الصفحة ($\varphi = 0$) ، يكون Ai موجبا.
- عندما يكون i_1 و i_2 على تعاكس في الصفحة ($\varphi = \pi$) ، يكون Ai سالبا.
- إذا كانت I_1 وI_2 القيم الفعالة لـ i_1 و i_2 تعرف العلاقة بـ:

$$|A_i| = \frac{I_2}{I_1}$$

2-1-3 التضخيم في الإستطاعة

يعطى بالعلاقة:

$$A_P = \frac{P_2}{P_1}$$

و تكون دوما موجبة.

عندما يكون مدخل المضخم و الحمولة عبارة عن مقاومات ، يمكن كتابة الاستطاعات كما يلي:

$P_1 = U_1.I_1$ ، $P_2 = U_2.I_2$

و منه :

$$A_P = |A_V| \cdot |A_i|$$

- كسب المضخم (le Gain)

التضخيم في الإستطاعة عدد كبير جدا، يمكن أن يتميز المضخم بـالكسب في الاستطاعة G_p يعرف بـ :

$$Gp = 10 \log Ap$$

log : اللوغاريتم العشري.

- وحـدة الكسب هي دسيبال (dB)

بنفس الطريقة يعرف:

- الكسب في التوتر: $Gv = 20 \log Av$
- الكسب في التيار: $Gi = 20 \log Ai$

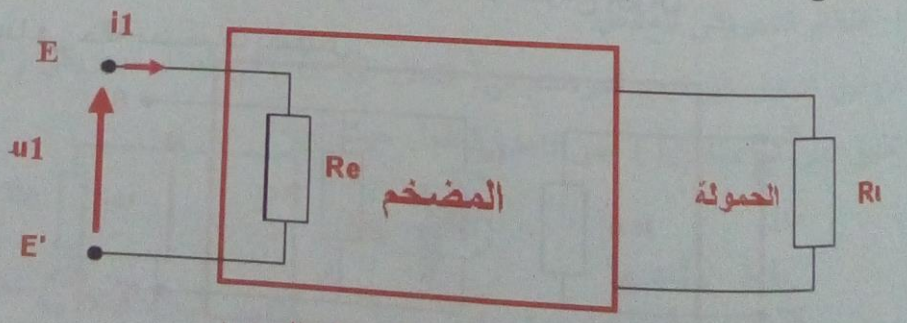
مثـــال :

$$Av = 10^4 \Rightarrow Gv = 20 \log 10^4 = 80 \text{ dB}$$

2-1-4 مقاومة الدخول

بين طرفي القطبين E و E' توتر الدخول u_1 على توافق مع تيار الدخول i_1 .

- يكافئ مدخل المضخم مقاومة صرفة Re تسمى بمقاومة الدخول (شكل-12 -4).



الشكل12-4 النموذج المكافئ لمدخل المضخم

- تتعلق مقاومة الدخول بطبيعة المضخم و حمولته.

2-1-5 مقاومة الخروج

يكافئ مخرج مضخم إما:

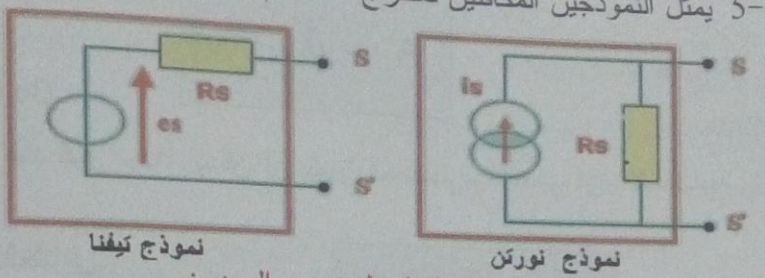
- منبع توتر ذو قوة محركة كهربائية e_s موصول على التسلسل مع مقاومة sR حسب نموذج تيفنين لثنائي قطب فعال.

- منبع تيار is على توازي مع مقاومة Rs حسب نموذج نورتن لثنائي قطب فعال.

تسمى المقاومة Rs في النموذجين بمقاومة خروج المضخم، عندما يكون المدخل في حالة قصر.

تتعلق قيمة هذه المقاومة بطبيعة المضخم و المقاومة الداخلية لمولد التحكم.

شكل-12-5 يمثل النموذجين المكافئين لمخرج المضخم .

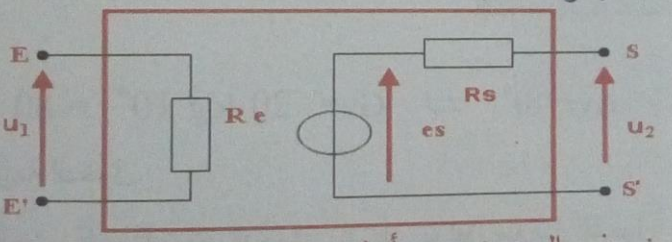


الشكل12-5 النموذجان المكافئان لمخرج المضخم

2-2- النموذج المكافئ للمضخم

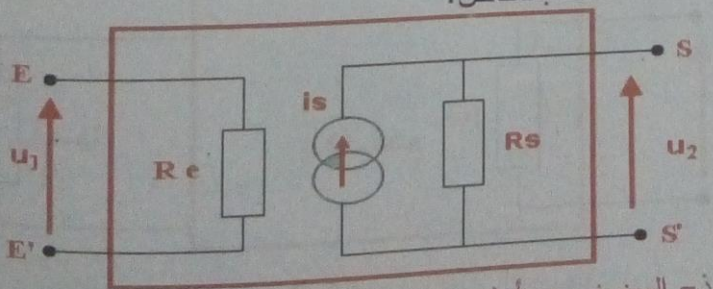
يمكن تمثيل المضخم بطريقتين مختلفتين حسب النموذج المختار لثنائي قطب الخروج.

- المضخمات ذات مقاومة خروج صغيرة (ضعيفة) مقارنة بمقاومة الحمولة تمثل حسب نموذج تيفنين (شكل-12-6)، وهي حالة المضخمات بدارة مندمجة.



الشكل12-6 نموذج المضخم من أجل مقاومة الخروج ضعيفة

- المضخمات ذات مقاومة خروج كبيرة أمام الحمولة تمثل حسب نموذج نورتن (شكل-12-7) ،وهذا في حالة مضخمات بالمقاحل.

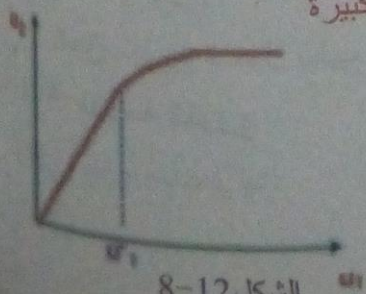


الشكل12-7 نموذج المضخم من أجل مقاومة الخروج كبيرة

3-2 خصائص المضخم

1-3-2 ميزة التحويل : هي منحنى تغيرات u_2 بدلالة u_1 .

- إذا كان $u_1 < u'_1$ فإن u_2 يتناسب طردا مع u_1 : يبقى



الشكل12-8

التضخيم في التوتر ثابتا، و يعمل المضخم في النظام الخطي.

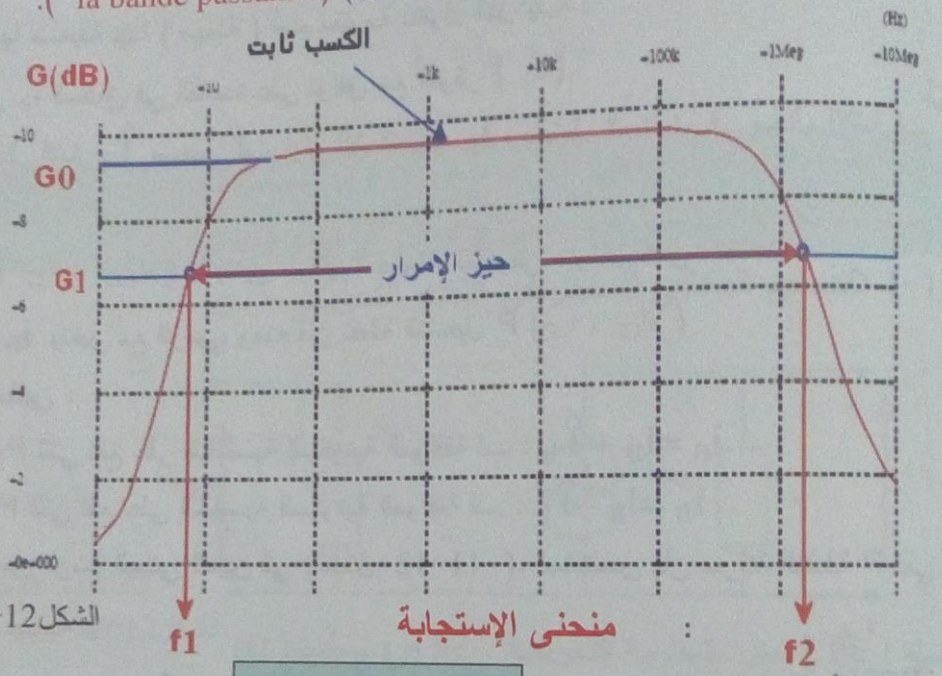
- إذا كان $u_1 > u'_1$ فإن u_2 لا يتناسب مع u_1 أى أن العلاقة بينهما غير خطية : نقول عندها أن المضخم مشبع (إشارة المخرج مشوهة) . (شكل-12-8).

2-3-2 **منحنى الاستجابة** : هو منحنى تغيرات الكسب G بدلالة التردد f الشكل12-9.

$$G = 20 \log |Av|$$

- يكون الكسب G ثابتا داخل المجال المحصور بين (f_1 و f_2) و يتناقص خارج هذا المجال.

- المجال ($f_2 - f_1$) يسمى بحيز الإمرار (نطاق العبور) (la bande passante).



الشكل12-9 : منحنى الإستجابة

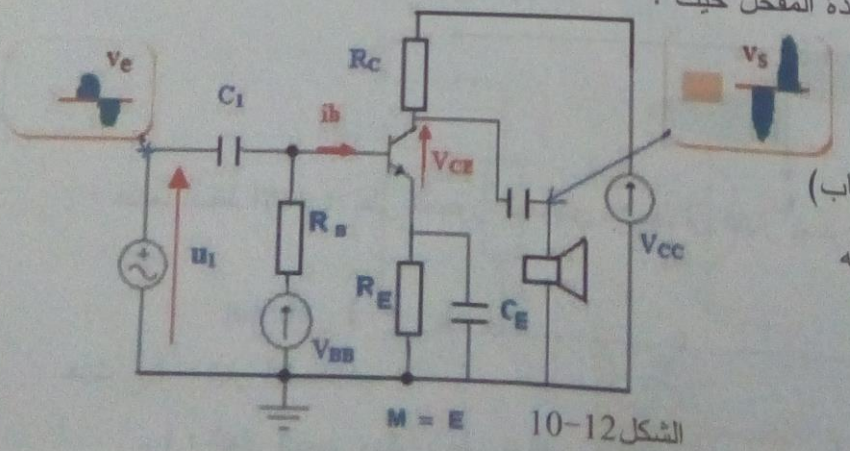
G_0 : الكسب الأعظمي للمضخم.

$$G_1 = G_0 - 3\ dB$$

3- التضخيم بمقحل ثنائي القطب

3-1- النظام التحريكي للمقحل

من أجل تشغيل التركيب الموضح في(الشكل-12-10) في النظام التحريكي (النظام المتناوب) لابد من تطبيق تيار القاعدة (i_B) على قاعدة المقحل حيث :



الشكل12-10

$$i_B = I_B + i_b$$

I_B : تيار ثابت (يسمى تيار الاستقطاب)

i_b : يسمى تيار التحكم وتعطى عبارته على الشكل:

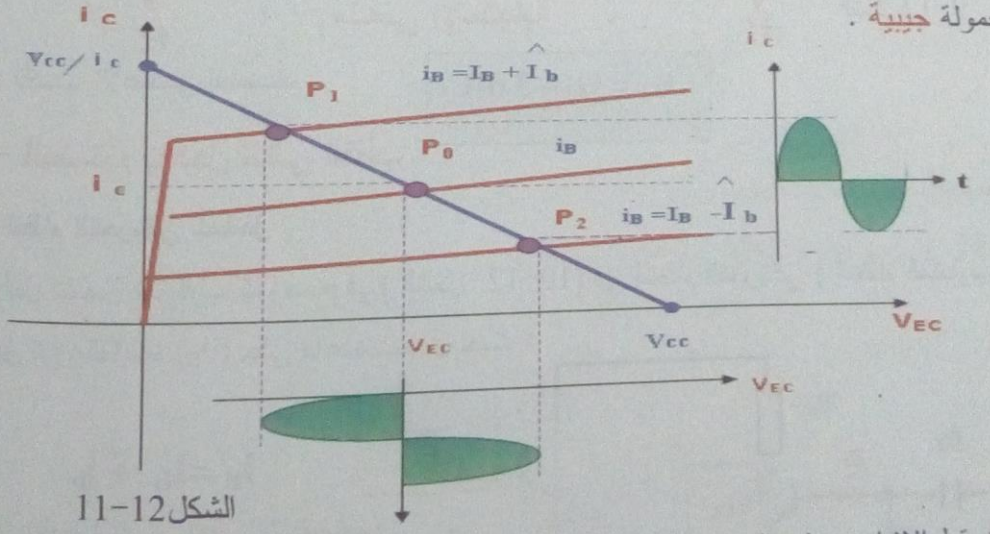
$$i_b = \hat{I}_b \sin \omega t$$

- ومن أجل هذا نربط بين القاعدة (B) و الكتلة (M) مولدا متناوبا يسمى مولد التحكم ، والذي يعطي توترا جيبيا (u_1).
- لمنع تيار الاستقطاب (الناتج عن V_{BB}) من المرور نحو المولد، نربط المكثفة C_1 على التسلسل و تسمى بمكثفة الربط.
- C_E مكثفة الحجب تقوم بقصر المقاومة R_E في حالة المتناوب .

تعطى ممانعة المكثفة : $Z = \frac{1}{C\omega}$

و تكون قيمتها ضعيفة جدا (مهملة) أمام مقاومة دخول التركيب.

- يكون التيار i_b المطبق في القاعدة على توافق مع التوتر (u_1).
- إذا كان مطال التيار $\hat{I}_b$ صغيرا أمام تيار الاستقطاب I_B ، يشتغل المضخم في مجال الإشارات الضعيفة .
- في المعلم (V_{EC} ، i_C) لا يتغير مستقيم الحمولة السكوني ، ولكن تيار القاعدة $i_B = I_B + \hat{I}_b$ يتغير مع الزمن، ومنه فإن نقطة التشغيل P (V_{CE} ، i_C) تتحرك بين نقطتين :
- النقطة P_1 التي تقع على الخاصية السكونية الموافقة لـ : $i_B = I_B + \hat{I}_b$.
- النقطة P_2 التي تقع على الخاصية السكونية الموافقة لـ : $i_B = I_B - \hat{I}_b$.
- انطلاقا من الرسم البياني المبين في (الشكل-12-11)، نستخلص بأن حركة النقطة P على مستقيم الحمولة جيبية .



الشكل12-11

- عندما نسقط الإشارة على المحور العمودي نلاحظ أن التيار يساوي

$$i_C = I_C + \hat{I}_c \sin \omega t$$

حيث I_C : تيار الاستقطاب

i_c : التيار الجيبي ويكون على توافق مع i_b.

- عندما نسقط على المحور الأفقي نلاحظ أن التوتر .

$$v_{CE} = V_{CE} + \hat{V}_{ce} \sin \omega t$$

حيث V_{CE}: توتر الاستقطاب.

v_{ce}: توتر جيبي ويكون على التعاكس مع i_b .

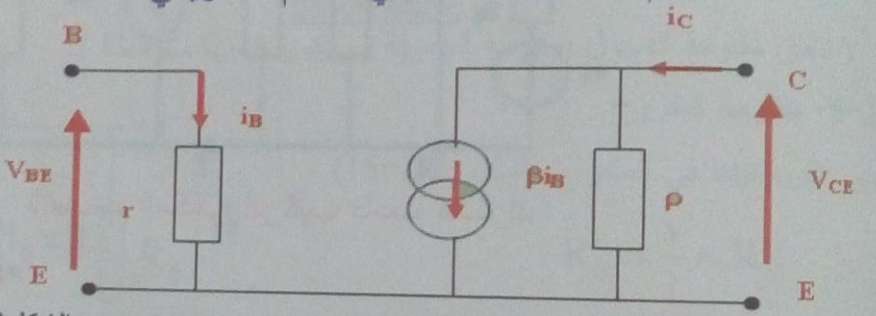
- نقاط التشغيل الحركية هي :

$$v_{EC} = V_{EC} + v_{ce}$$
$$i_C = I_C + i_c$$
$$i_B = I_B + i_b$$

ملاحظة :

حتى يعمل المضخم في النظام الخطي لابد أن تكون الإشارات المطبقة في المدخل ذات مطال صغير، وفي جميع الحالات ، لا يتجاوز توتر الخروج قيمتي التشبع و الحصر.

1-1 التصميم المكافئ للمقحل في النظام التحريكي



التصميم المكافئ للمقحل

الشكل12-12

- الوصلة (BE) تمثل بالمقاومة التحريكية $r = h_{11}$ وحدتها(Ω)

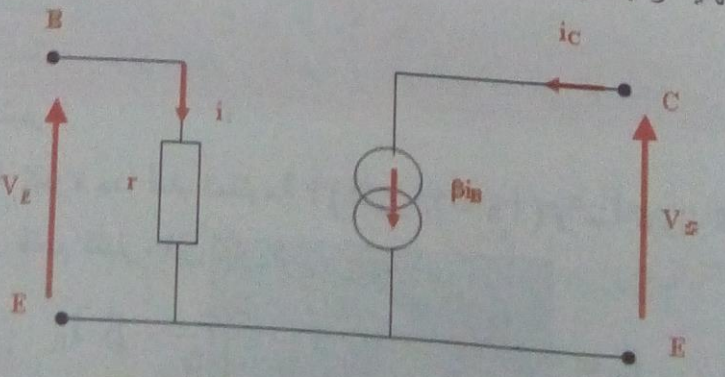
- بين الجامع و الباعث ، فعل المقحل يمثل بمولد التيار ($\beta\, i_B$).

$h_{21} = \beta$ و يمثل تضخيم التيار للمقحل.

- المقاومة $\rho = h_{22}^{-1}$ تمثل مقاومة خروج المقحل (تكون كبيرة تساوي على الأقل 10kΩ) .

في أغلب الأحيان مقاومة الخروج ρ تكون كبيرة مقارنة بمقاومات التركيب الموصولة في دارة الجامع.

و بالتالي تفرض ما لانهاية و يمكن إهمالها في التصميم المكافئ ، فيصبح كالأتي :



التصميم المبسط

الشكل12-13

4- تركيب مضخم باعث مشترك

4-1 التركيب

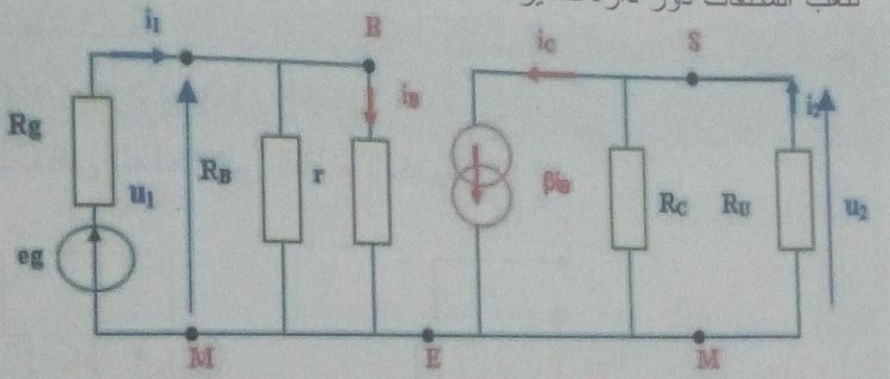
تتمثل عناصر استقطاب المقحل في توتر التغذية V_{CC} و مقاومات R_C و R_B ، تمثل الإشارة الدخول المتناوبة بثنائي قطب الفعال (eg،Rg) ، و تمثل حمولة التركيب بالمقاومة R_U. (الشكل-12-14)

ويسمى تركيب باعث مشترك .

4-2 التصميم المكافئ

في التصميم المكافئ للتركيب (شكل-12-10)

- تعتبر التغذية المستمرة كدارة قصيرة .
- تلعب المكثفات دور دارة قصيرة، ممانعتها مهملة أمام مقاومات التركيب.



الشكل12-14 التصميم المكافئ لتركيب باعث مشترك

4-3 حساب مميزات التضخيم

4-3-1 التضخيم في التوتر

نضع $R = R_C // R_U$ و $i_C = \beta i_B$

$$U_1 = r\ i_B$$

$$U_2 = -i R_C = -R.\beta i_B$$

$$A_V = \frac{u_2}{u_1} = \frac{-R\beta}{r}$$

التضخيم في التوتر مقدار سالب ، توتر الدخول والخروج على تعاكس في الصفحة .

4-3-2- التضخيم في التيار

نفرض أن المقاومة R_B كبيرة جدا أمام المقاومة r (التيار $i_B \approx i_1$) و منه تؤول المقاومة المكافئة إلى المقاومة r . باستعمال قاسم التيار، فإن تيار الخروج يساوي :

$$i_2 = \frac{R_C}{R_C + R_U} \cdot i_C = \frac{R_C}{R_C + R_U} \cdot \beta \cdot i_B$$

$$i_1 = i_B \Rightarrow \boxed{A_i = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\beta R_C}{R_C + R_U}}$$

التضخيم في التيار مقدار موجب ، تيار الدخول والخروج على توافق في الصفحة .

4-3-3- التضخيم في الاستطاعة

$$A_P = |A_V| \cdot |A_i|$$

$$\boxed{A_P = \frac{RR_C\beta^2}{r(R_C + R_U)}}$$

4-3-4 – مقاومة الدخول

$$R_e = \frac{U_1}{i_1}$$

$$U_1 = r \cdot i_B = r \cdot i_1$$

$$\Rightarrow \boxed{R_e = r}$$

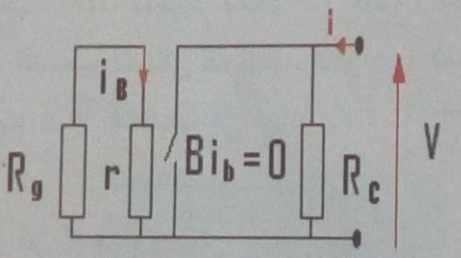
لا تتعلق مقاومة الدخول بمقاومة الحمولة (وتكون قيمتها متوسطة).

4-3-5- مقاومة الخروج

بتطبيق نظرية تيفنا في المخرج (شكل -12-15)

$$R_S = \frac{v}{i} = R_C$$

$$\boxed{R_S = R_C}$$



التصميم المكافئ لحساب مقاومة المخرج الشكل12-15

مقاومة الخروج مستقلة عن المدخل.

تطبيق عددي : تعطى الوسائط الهجينة للمقحل : $\beta = 200$ ، $r = 1K\Omega$

و $R_C = 2K\Omega$ ، $R_U = 3K\Omega$.

$A_i = 80$ ، $R_S = 2K\Omega$ ، $Re = 1K\Omega$ ، $Av = -240$ ، $Ap = 19200$.

يعطى تركيب مضخم باعث مشترك تضخيما كبيرا في التوتر ، و التيار و الإستطاعة.

مقاومتا الدخول والخروج متوسطتان.

- في حالة اعتبار المقاومة R_B كبيرة جدا أمام المقاومة r

نجد : - التضخيم في التوتر:

$$\boxed{A_V = \frac{u_2}{u_1} = -\frac{R\beta}{r}}$$

- التضخيم في التيار :

$$i_2 = \frac{R_C}{R_C + R_U} \cdot \beta i_B$$

باستعمال قاسم التيار ، تيار الدخول يساوي :

$$i_B = \frac{R_B}{r + R_B} \cdot i_1 \quad \Rightarrow \quad i_1 = \frac{r + R_B}{R_B} \cdot i_B$$

$$A_i = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\beta R_B R_C}{(R_C + R_U)(r + R_B)}$$

- مقاومة الدخول : $R_e = \frac{u_1}{i_1}$

$$R_e = \frac{R_B \cdot r}{r + R_B} = r // R_B$$

- مقاومة الخروج : $R_S = R_C$

تمرين تطبيقي1:

لدينا تركيب باعث مشترك (شكل-12-16) ، المقحل مستقطب بالمقاومات R_1، R_2 ، R_E ، R_C .

1- اعط التصميم المكافئ للتركيب. أذكر دور المكثفة C_E

2- احسب : - التضخيم في التوتر .

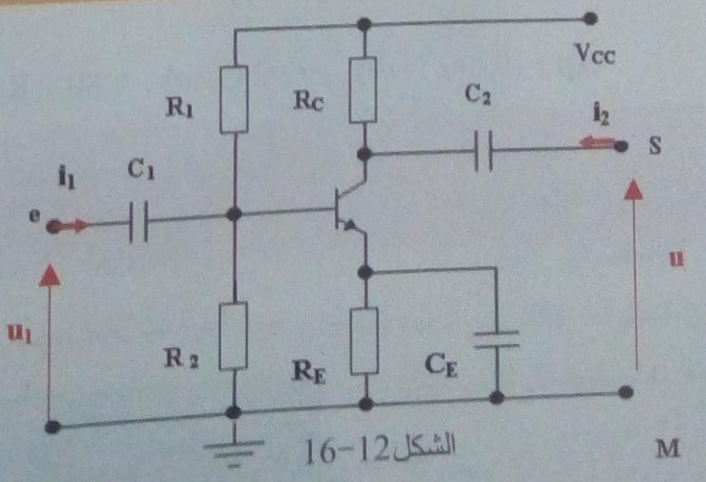
- التضخيم في التيار .

- مقاومتي الدخول و الخروج للتركيب .

تعطى R_1=68 KΩ، R_2=22 KΩ ، R_E= 1KΩ ، R_C =2.2 KΩ .

و الوسائط الهجينة للمقحل : $\beta = h_{21}$ =100 ، $r = h_{11}$ = 1.5K Ω، h_{22} =0.

3- أنجز التركيب. ماذا تلاحظ بالنسبة لتوتر الدخول و توتر الخروج.



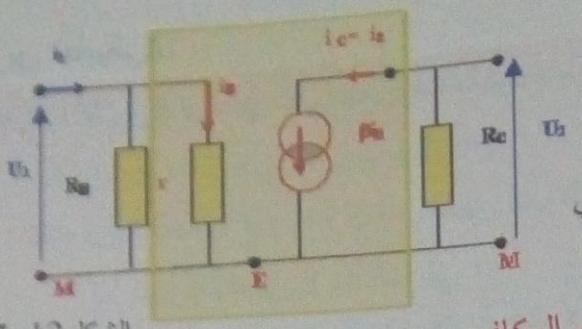
الشكل12-16

الحل :

1- التصميم المكافئ

نفرض $h_{22}=0$ (شكل-12-17)

C_E تسمى مكثفة الحجب ، تلعب دور قصر دارة في النظام التحريكي. المقاومة R_E تقصر بالمكثفة C_E.



الشكل12-17 التصميم المكافئ نضع $R_B = R_1 // R_2$

2- الحساب

- التضخيم في التوتر :

$$u_1 = r \cdot i_B$$

$$u_2 = -R_C\, i_C = -R_C \cdot \beta\, i_B$$

$$\boxed{A_V = \frac{u_2}{u_1} = -\frac{R_C \cdot \beta}{r}}$$

- التضخيم في التيار: $i_2 = i_C = \beta\, i_B$

$$i_B = \frac{R_B}{r + R_B} \cdot i_1 \quad \Rightarrow \quad i_1 = \frac{r + R_B}{R_B} \cdot i_B$$

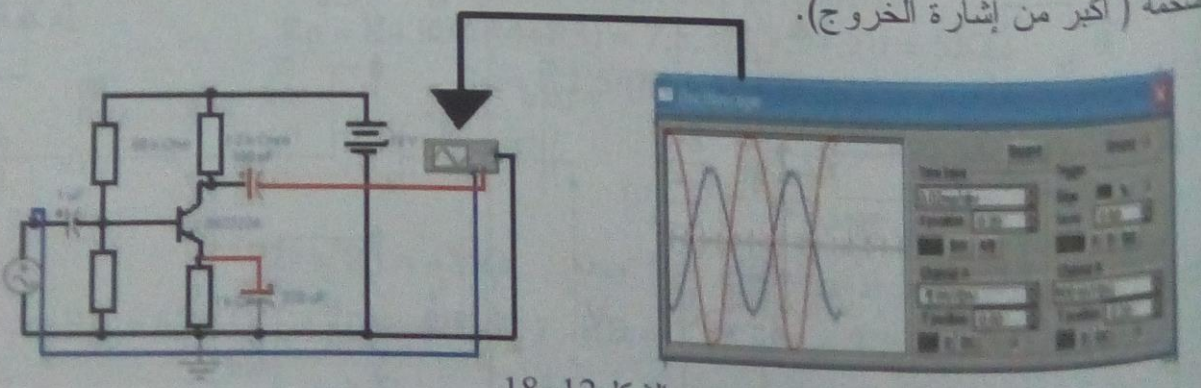
$$\boxed{A_i = \frac{i_2}{i_1} = \frac{\beta R_B}{(r + R_B)}}$$

- مقاومة الدخول : $\boxed{R_e = \frac{u_1}{i_1} = r // R_B}$

- مقاومة الخروج : بتطبيق نظرية تيفنا نجد : $R_S = \infty$

تطبيق عددي : $Re = 1.37K\ \Omega$ ، $A_i = 91.72$ ، $Av = -146.66$

3- نلاحظ أن توتر الخروج و توتر الدخول على تعاكس في الصفحة ($\varphi=\pi$) ، وإشارة الخروج مضخمة (أكبر من إشارة الخروج).



الشكل12-18

تمرين تطبيقي2:

يتحكم فيه بواسطة الملتقطين a، b المحرك (M) و الذي يعمل على فتح بوابة مستودع خاص للسيارات،

- تفتح بوابة المستودع (S = 1) إذا تحقق الشرطين معا (a = 1 , b= 1) .

1- إذا كان الملتقطين a , b كما يلي :

1-1 الملتقط (a) يلتقط الإشارة القادمة من جهاز التحكم (télécommande) .

2-1 الملتقط (b) يلتقط وجود السيارة أمام باب المستودع.

- الإشارة الملتقطة بواسطة (a) تضخم بواسطة تركيب الشكل (1) .

- الإشارة الملتقطة بواسطة (b) تضخم بواسطة تركيب الشكل (2) حيث خصائص المقحل T2 هي

$h11 = 1,5K\Omega$, $h21 = 100$, $h22 = h12 = 0$

1-1 : أعط دور كل طابق من طوابق الشكل(1) .

1-2 : أعط علاقة تضخيم التوتر Av بدلالة المقاومتين R1,R2 ثم أحسب قيمته.

1-3 : أعط دور الصمام D و أسمه .

1-4 : ماهو دور المقحل T1 ؟ علل إجابتك .

1-5 : ماهو دور المكثفات C1 , C2 , CE .

1-6 : أرسم التركيب المكافئ في النظام الديناميكي (المتناوب) لتركيب لشكل(2).

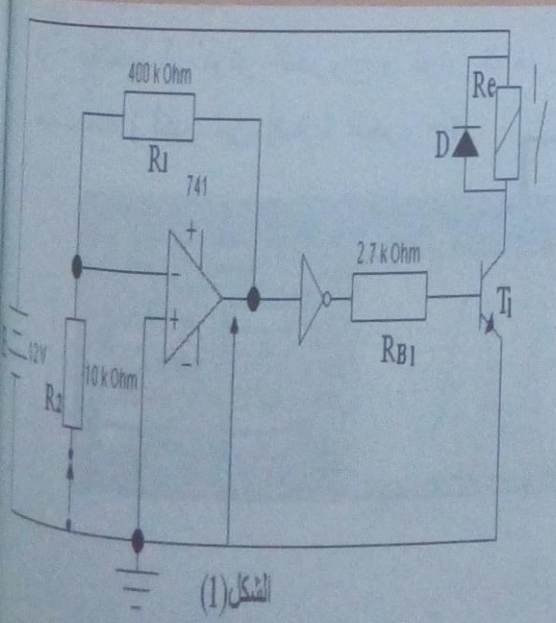
1-7 : أحسب قيمة التضخيم في التوتر Av حيث $RL = 10K\Omega$.

1-8 : أحسب قيمة مقاومة (ممانعة) الدخول للمضخم .

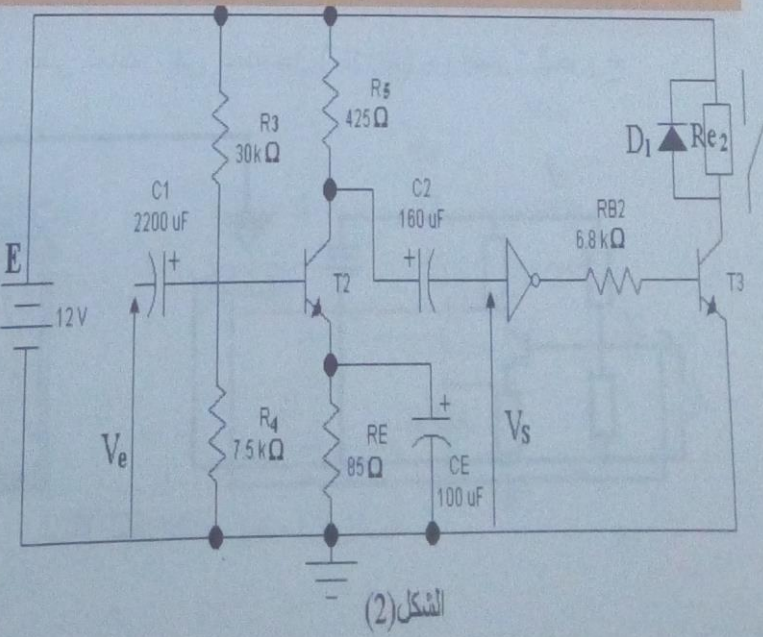
1-9 : أحسب قيمة مقاومة (ممانعة) الخروج للمضخم .

1-10 : ماهو دور المقحل T3 ؟ علل إجابتك .

1-11 : أرسم دارة الإستطاعة ودارة التحكم للمحرك M .



الشكل(1)



الشكل(2)

الحل: 1-1 دور كل طابق من طوابق الشكل(1) :

الطابق الأول : مضخم عاكس باستعمال المضخم العملي .

الطابق الثاني : بوابة نفي لتحسين الإشارة و للحصول على إشارة مربعة الشكل .

الطابق الثالث : يلعب دور منفذ متصدر.

1-2 علاقة التضخيم Av للشكل(1).

$$Av = Vs / Ve = - R1 / R2 = - 400/10 = - 40$$

$$Ve = R2 . I \ , \ Vs = - R1 . I \Rightarrow Av = Vs / Ve$$

1-3 دور الصمام D : هو حماية المقحل T1 و يسمى العجلة الحرة

1-4 دور المقحل T1 :

$$RB \leq (VBB - VBE) . Rc . \beta / Vcc = (5 - 0,7) . 100.100 / 12 = 3,5 \ K\Omega$$

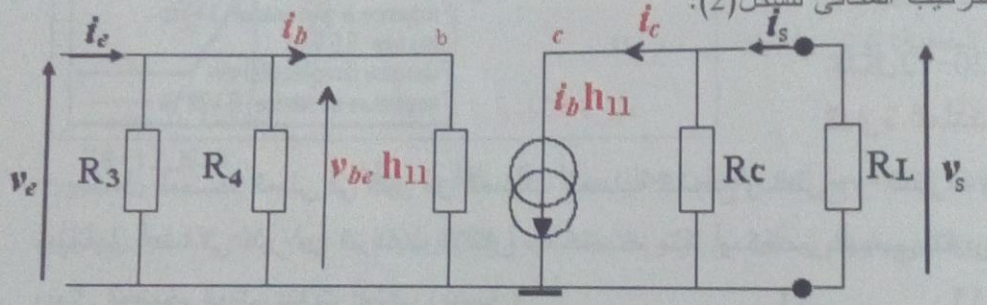
$RB = 2,7 \ K\Omega$ إذن فهي أصغر من القيمة $3,5 \ K\Omega$ ومنه المقحل يشتغل كمبدل .

1-5 دور المكثفات : C1 : تمنع مرور التيار المستمر من التركيب إلى المدخل Ve .

C2 : تمنع مرور التيار المستمر من التركيب إلى المخرج Vs .

CE : مكثفة تحجيب تحجب المقاومة RE في التيار المتناوب لكي لا تأثر على قيمة التضخيم Av .

1-6 رسم التركيب المكافئ للشكل(2):



التركيب المكافئ للشكل(2)

1-7 حساب التضخيم Av للشكل(2) :

$$Av = - \beta(R5//RL) / h11 = - 100((425.10.103)/425+10.103)/1,5.103 = - 27,17$$

1-8 حساب مقاومة الدخول :

$$Re = R4//R3//h11 = Rp//h11$$

$$Rp = R4.R3/(R4+R3) = 7,5.30/(7,5+30) = 6K\Omega$$

$$Re = 6.1,5/(6+1,5) = 1,2K\Omega$$

1-9 حساب مقاومة الخروج :

1- نزع الحمولة

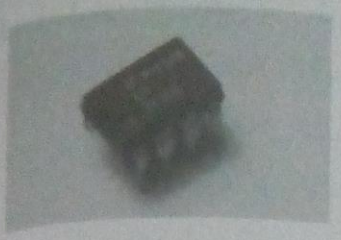
2- قصر توتر المدخل ومنه $Rs = R5 = 425\Omega$

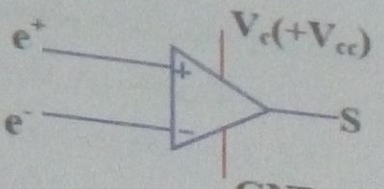
1-10 دور المقحل T3 هو $RB = 3.5K\Omega$ و القيمة المستعملة هي $RB = 6,8K\Omega$

إذن المقحل يعمل كمضخم.

5- المضخم العملي

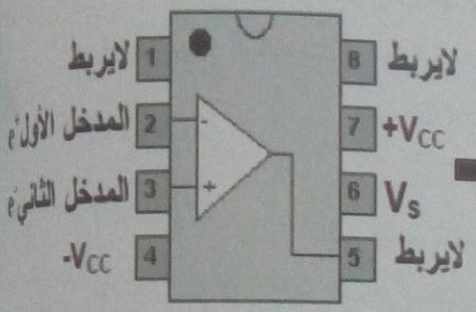
5-1- تعريف





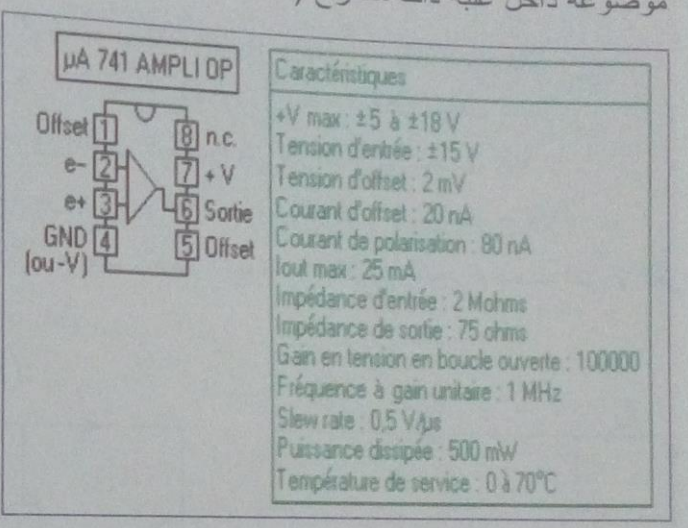
الشكل12-19

يعوض المضخم العملي معظم التراكيب التي تحتوي على مقاحل، و يعتبر من أشهر العناصر الإلكترونية. وهو عبارة عن دارة مندمجة (تحتوي على مجموعة من المقاحل بالإضافة إلى عناصر أخرى) ، موضوعة داخل علبة ذات مخارج (8 أو 14 مثلا) . (شكل12-20) و (12-19)



الشكل12-20

الدارة المندمجة



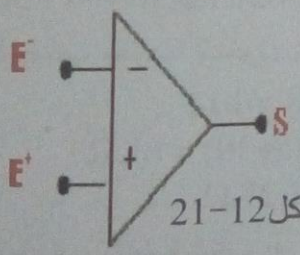
- يستعمل المضخم العملي في كثير من العمليات الحسابية كالجمع و الطرح و المقارنة وغيرها ، ويستعمل أيضا في كثير من التراكيب الإلكترونية كمضخم مثلا أو كعنصر أساسي لتغيير المعطيات .

ويمثل المضخم العملي بثلاث أقطاب رئيسية :

- قطبي الدخول : - قطب دخول غيرعاكس E^+ .
  - قطب دخول عاكس E^- .
- قطب الخروج S .

5-2- رمز المضخم العملي

يرمز للمضخم العملي حسب (الشكل-12-21)

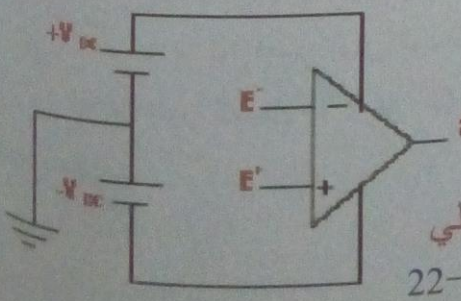


الشكل12-21

رمز المضخم

5-3- إستقطاب المضخم العملي

يستقطب المضخم العملي حسب الشكل-12 -22 .



إستقطاب المضخم العملي

الشكل12-22

5-4- مميزاته

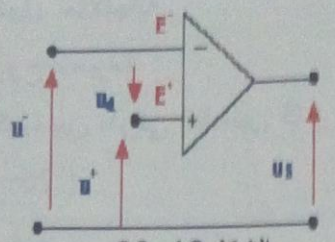
المضخم العملي هو مضخم فرق التوتر .

توتر الخروج u_s يتناسب مع فرق التوترين المطبقين في المدخلين E^+ و E^- (u_d) .

معامل التناسب هو التضخيم A_d .

$$us = A_d.u_d = A_d(u^+ - u^-)$$

المعامل A_d كبير جدا (أكبر من 10^5).



توترات الدخول والخروج المضخم

الشكل12-23

5-5- نظام التشغيل

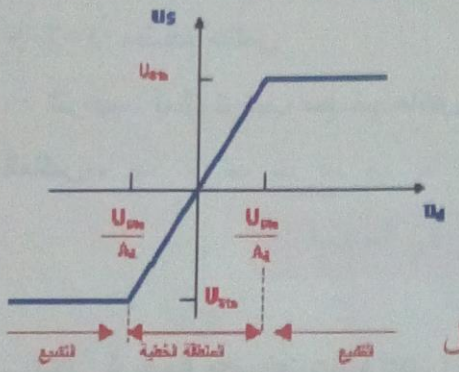
5-5-1- ميزة التحويل :

تعطى ميزة التحويل بالشكل-12- 24

من خلال الميزة نلاحظ أن المضخم يعمل في منطقتين :

- المنطقة(النظام) الخطية: توتر u_s يتناسب مع u_d

$us = A_d.u_d$



ميزة التحويل

الشكل12-24

يكون توتر الخروج محصورا بين قيمتين هما: $-U_{sat} \le us \le U_{sat}$

حيث U_{sat} هو توتر التشبع، ويكون أقل من توتر الاستقطاب (إذا كان $V_{CC} = 15V \Leftarrow U_{sat} \approx 14V$).

$$\frac{-U_{sat}}{A_d} \le u_d \le \frac{U_{sat}}{A_d}$$ و

- منطقة التشبع : التوتر u_s لا يتعلق بـ u_d و يكون ثابتا يساوي $\pm U_{sat}$.

المضخم العملي يعمل في حالة التبديل (commutation) .

مثـال : $A_d = 10^5$ ، $U_{Sta} = 10V$ المنطقة الخطية عندما يكون $u_d = \pm\ 0.15m\ V$.

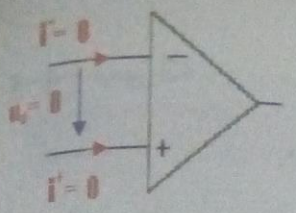
5-6- التشغيل في المنطقة الخطية

5-6-1- قواعد التشغيل

- القاعدة الأولى : تيارات الدخول مهملة (لإن مقاومة المدخل للمضخم كبيرة جدا).

$$i^+ = i^- = 0$$

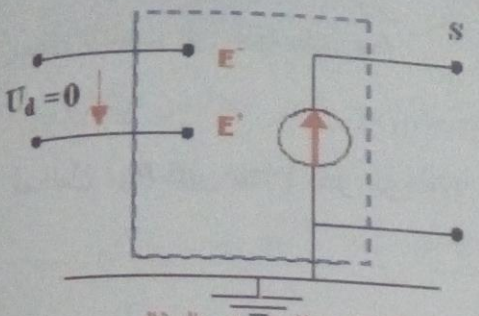
- القاعدة الثانية : التوتر عند المدخل العاكس يساوي التوتر عند المدخل غير العاكس وعليه فإن فرق التوتر بين طرفي المدخلين معدوم.



$$u^+ = u^- \Rightarrow u^+ - u^- = 0 \quad (u_d = 0)$$

الشكل12-25

هاتان القاعدتان ممثلتان (بالشكل-12-25)



الشكل12-26 التصميم المكافئ للمضخم المثالي

5-6-2- التصميم المكافئ

مضخم عملي مثالي :

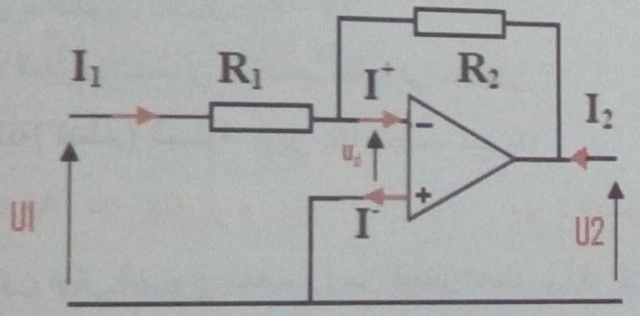
- مقاومة الدخول مالانهاية
- مقاومة الخروج معدومة
- يكافىء التركيب بين طرفي النقطتين S و الكتلة منبع توتر.

(الشكل-12-26).

5-7- التضخيم

5-7-1 مضخم عاكس

- التركيب: يمثل تركيب مضخم عاكس(بالشكل-12-27)، يوضع مولد التوتر في القطب العاكس .



تركيب مضخم عاكس

- مميزات المضخم

الشكل12-27

نفرض أن المضخم العملي مثالي : $i^+ = i^- = 0$ و $u_d = 0$.

1- التضخيم في التوتر

نفس التيار i_1 يمر في المقاومة R_1 و R_2 : توتر الدخول يساوي :

$$u_1 = R_1 i_1 + u_d \quad / \ (u_d = 0)$$

توتر الخروج : $u_2 = R_2 i_2 + u_d \quad / \ (u_d = 0)$

$$i_2 = - i_1$$

$$u_2 = - R_2 \cdot i_2$$

$$\boxed{A_V = \frac{u_2}{u_1} = -\frac{R_2}{R_1}}$$

2-مقاومة الدخول

$$R_e = \frac{u_1}{i_1} \Rightarrow \boxed{R_e = R_1}$$

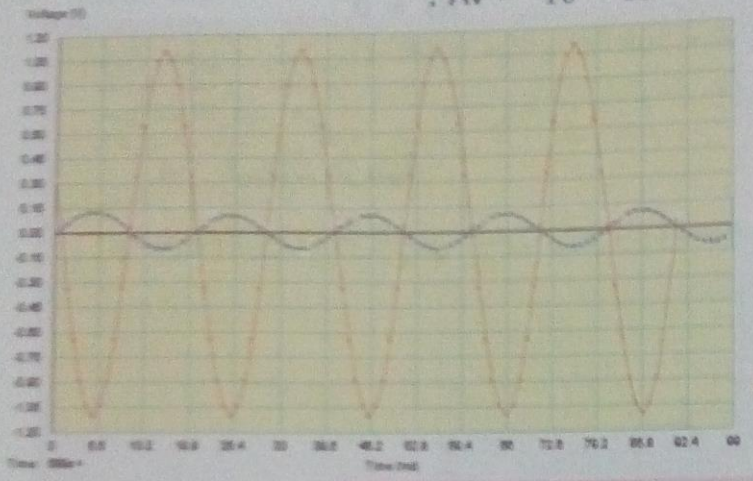
3- مقاومة الخروج : هي مقاومة خروج المضخم .

$$Rs = 0$$

تطبيق عددي : تركيب(شكل-12-27) : $R_2 = 100K\,\Omega$ و $R_1 = 10K\,\Omega$

مميزات التركيب هي : $R_e = R_1 = 10K\,\Omega$ ، $Rs=0$ ، $Av = -10$.

4- البيانات الزمنية



يوضح الشكل-12-28 إشارتي الدخول والخروج للمضخم.

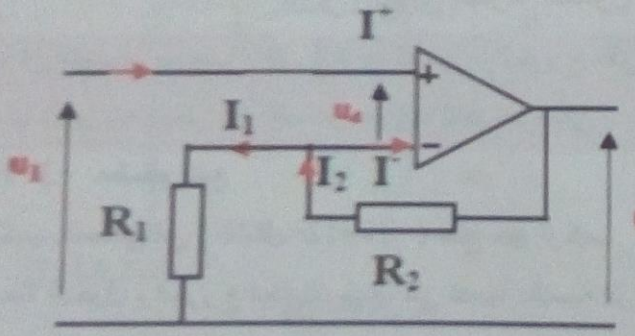
الشكل12-28

إشارتا الدخول والخروج للمضخم

التضخيم في التوتر سالب، توتري الدخول والخروج على تعاكس في الصفحة .

5-7-2- مضخم غير عاكس

- التركيب: يعطى تركيب المضخم غير العاكس بـــ (الشكل-12-29) ، يطبق موك التوتر في القطب غير العاكس .



تركيب مضخم غير عاكس

الشكل12-29

- مميزات التركيب

1- التضخيم في التوتر

يعبر نفس التيار i الذي في المقاومة R_1 و R_2 :

توتر الخروج: $u_2 = (R_2 + R_1)\, i$

توتر الدخول: $u_1 = R_1 \cdot i$

التضخيم في التوتر :

$$\boxed{A_v = \frac{u_2}{u_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}}$$

بعد التبسيط R_1 يكتب التضخيم:

$$A_V = \frac{u_2}{u_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$R_e = \frac{u_1}{i_1} \quad \text{و} \quad i_1 = i^+ = 0 \quad \text{بما أن} \Longrightarrow \boxed{Re = \infty}$$

2- مقاومة الدخول

3- مقاومة الخروج هي مقاومة خروج المضخم.

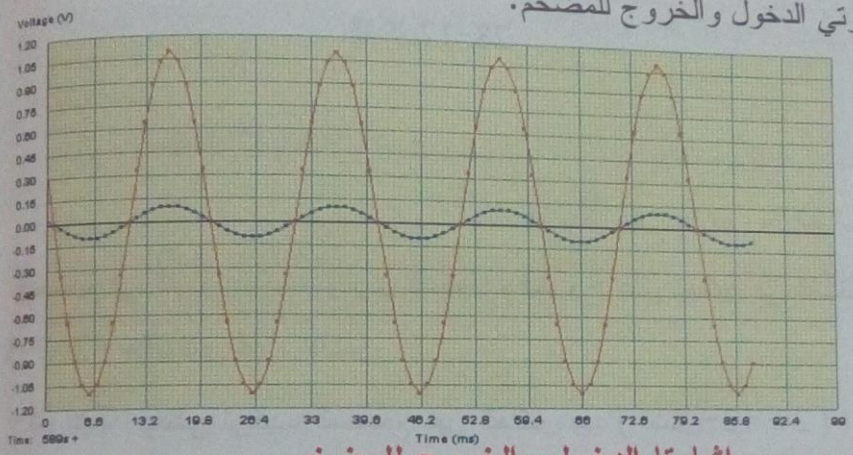
$$Rs = 0$$

تطبيق عددي : تعطى $R_1 = 10K\ \Omega$ و $R_2 = 100K\ \Omega$

$A_V = 11$ ، $Rs = 0$، $Re = \infty$ - مميزات التركيب هي :

4- البيانات الزمنية

يوضح الشكل-12-30 إشارتي الدخول والخروج للمضخم.



الشكل12-30 **إشارتا الدخول والخروج للمضخم**

بما أن التضخيم موجب ، فإن توتري الدخول والخروج على توافق في الصفحة. أنظر إلى الشكل-12- 30 عمليا نعتبر المضخم غير العاكس نموذجا لمضخم مثالي .

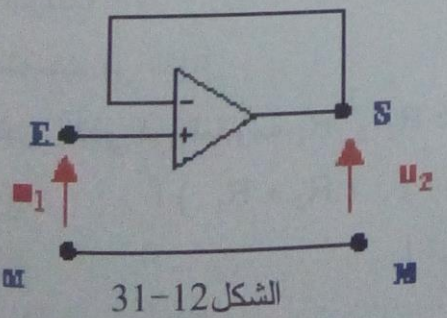
5-7-3- مضخم تابع

التركيب المعطى في (الشكل-12-31) ناتج عن تركيب مضخم غير عاكس مع $R_2 = 0$.

مقاومتا الدخول والخروج لهذا التركيب هي نفسها بالنسبة لتركيب مضخم غير عاكس .

التضخيم في التوتر يساوي 1 .

$$u_2 = u_1$$



الشكل12-31 **تركيب مضخم تابع**

مضخم تابع هو حالة خاصة من تركيب المضخم الغير العاكس يستعمل خاصة لتكييف الممانعات.

6- استعمال المضخمات بالدارة المندمجة

الدارة المندمجة تسمح بإنجاز المضخمات بطريقة أبسط من المقاحل، حيث تعمل في غياب حسابات الاستقطاب هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن مميزات المضخم المحصل عليها لا تتعلق إلا بقيم المقاومات الخارجية.

تمرين تطبيقي:

التركيب الموضح في (الشكل-12-31) يحتوي على مضخم عملي مثالي .

نفرض $R_4 << R_2$. تعطى: $R_2 = 100K\,\Omega$ و $R_3 = R_1 = 10K\,\Omega$ و $R_4 = 1K\,\Omega$

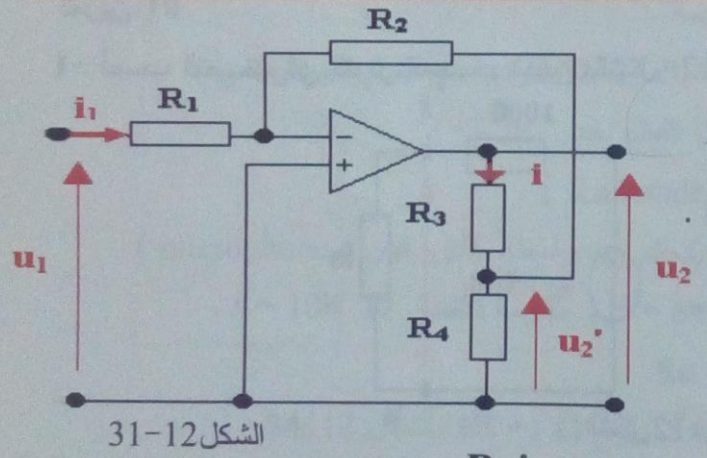
1- أحسب النسبة $\frac{u'_2}{u_1}$.

2 - قارن بين التيارات المارة في المقاومات R_4 و R_3 عندما نهمل قيمة R_4 أمام R_2 .

إستنتج عبارة $\frac{u_2}{u'_2}$.

3 - بين أن $$A_V = \frac{u_2}{u_1} = -\frac{R_2}{R_1}\left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right)$$

4- أعط عبارة مقاومة الدخول والخروج للتركيب.



الشكل-12-31

الحل :

مضخم عملي مثالي $i^+ = i^- = 0$ و $u_d = 0$.

1 - حساب النسبة $\frac{u'_2}{u_2}$

$$u_1 = R_1 . i_1$$

$$u'_2 = -R_2 . i_1 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\frac{u'_2}{u_1} = -\frac{R_2}{R_1}}$$

2- المقاومة R_2 كبيرة جدا مما يجعل التيار i_1 مهملا أمام i.

يمر نفس التيار في R_4 و R_3 ، ومنه يمكن إستعمال قاسم التوتر:

$$u'_2 = \frac{R_4}{R_4 + R_3} u_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{u'_2}{u_2} = \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

$$Av = \frac{u_2}{u_1} = \frac{u_2}{u'_2} \cdot \frac{u'_2}{u_1}$$

- إستنتاج A_v :

$$\boxed{Av = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_4} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right)}$$

مقاومة الدخول:

$$Re = \frac{u_1}{i_1} \Rightarrow \boxed{Re = R_1}$$

مقاومة الخروج:

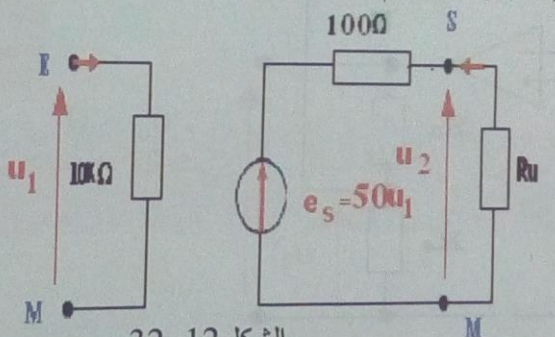
$$\boxed{Rs = 0}$$

تطبيق عددي: $R_1 = 10K\,\Omega$ ، $Re = R_1$ ، $Rs = 0$ ، $Av = -110$

تمارين

تمرين 01

1- أحسب التضخيم في التوتر للمضخم المبين بالشكل-12- 32 محمل بمقاومة $Ru = 500\,\Omega$



الشكل12-32

2- القيمة الفعالة للتوتر u_1 المطبق في مدخل التركيب هو $U_1 = 100mv$. أحسب القيمة الفعالة لتيار الخروج i_2 .

3-أحسب التضخيم في التيار .

أختر الجواب الصحيح : ① 50 ، 40 ، -40 . ② 12.5mA ، 10mA ، 0 .

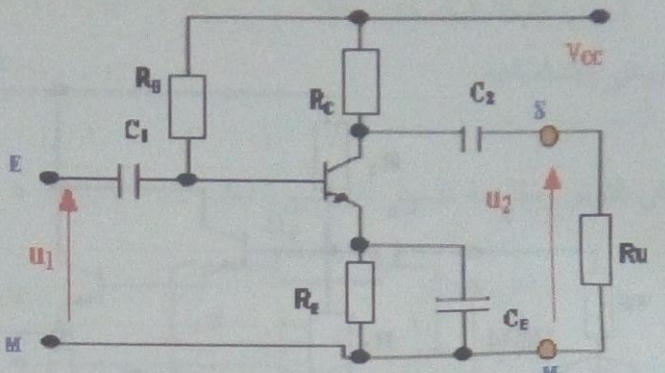
③ -1000 ، 1000 ، 1250 .

تمرين 02

المقحل المستعمل في تركيب الشكل12-33 و المعرف بالوسائط التالية :

$\beta = 100$ ، $r = 1K\,\Omega$. أحسب التضخيم في التوتر و مقاومة دخول التركيب.

تعطى : $R_B = 200K\,\Omega$ ، $uR = R_C = 1K\,\Omega$ ، $R_E = 500\,\Omega$ ، المكثفات ممانعتها مهملة.



الشكل12-33

تمرين 03

مضخم مقاومة دخوله 100K Ω يتحكم فيه مولد قوته المحركة الكهربائية 150mv ومقاومته الداخلية 50K Ω، يعطي المضخم استطاعة قدرها 20W لحمولة تكافئ مقاومتها 8Ω.

- أحسب التضخيم في التوتر والتيار وفي الاستطاعة ثم الكسب.

تمرين 04: مضخم يتحكم فيه توتر الدخول قيمته الفعالة ثابتة 10mv ، تعطى القيم الفعالة لتوتر الخروج بدلالة التردد:

f(hz)	10	20	50	100	200	500	1000	2000
U_2 (v)	0.5	2.5	3.5	5	5	5	3	2

1- أحسب التضخيم و الكسب في التوتر لكل قيمة .

2- أرسم المنحنى البياني لكسب التوتر $G_v=y(f)$ بدلالة التردد على السلم اللوغاريتمي .

3- أحسب: - الكسب ألأعظمي . - ترددات القطع عند -3 dB .

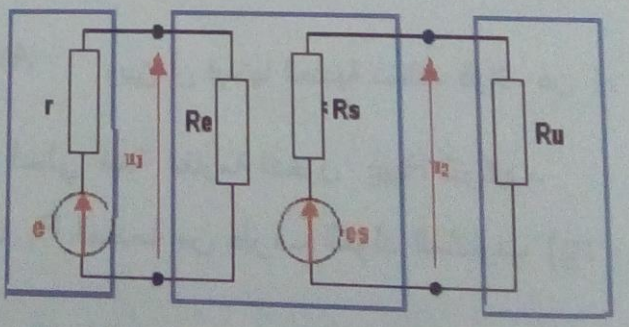
- حيز الإمرار (La bande passante) .

تمرين 05: مضخم مقاومة دخوله Re = 50K Ω يُتحكم فيه بواسطة ميكرو فون (microphone) الذي يكافئ مولدا ذا قوة محركة كهربائية فعالة E = 6mv و مقاومة داخلية r = 10K Ω .

حمولة المضخم هي مقاومة صرفة قيمتها Ru =4 Ω.

التضخيم في التوتر هو $|Av| = 500$ و مقاومة الخروج sR =1 Ω .الشكل 12-34

- أحسب الاستطاعة المتوسطة في مدخل و مخرج المضخم .

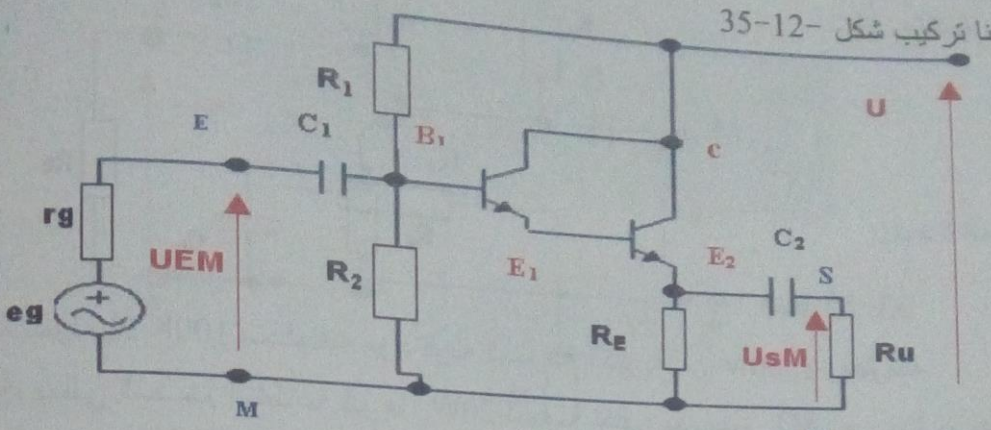


ميكرو فون المضخم الحمولة

الشكل12-34

تمرين 06

لدينا تركيب شكل -12-35



الشكل-12- 35

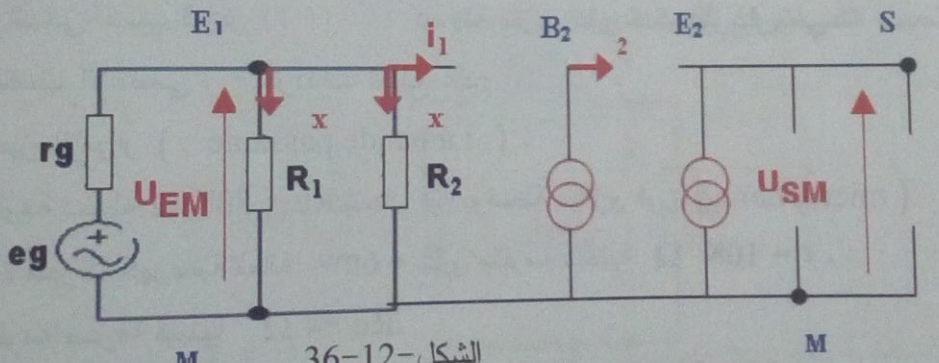
T_1و T_2 مقحلان من نوع NPN من السيليسيوم متماثلان: $\beta = 150$ ، $r = 1.2K\ \Omega$.

تعطى قيم عناصر التركيب: $U = 30v$ ، $R_2 = R_1 = 0.5M\ \Omega$ ، $Ru = 1K\ \Omega$ ،

$eg = 7\sqrt{2}Sin\ (5000\ \pi t)v$ ، $R_E = 680\ \Omega$

نفرض أن $\beta + 1 \approx \beta$ و جميع المكثفات تلعب دور قاطعة مغلوقة في المتناوب.

1- أكمل التصميم المكافئ (شكل-12- 36) للتركيب السابق.



الشكل-12-36

2- أحسب U_{MS} بدلالة Ru ، R_E، β ، i_1 .

3- أحسب U_{EM} بدلالة Ru ، R_E، r ، β ، i_1 . بتطبيق قانون العروات.

4- استنتج عبارة: $Av = \dfrac{U_{SM}}{U_{EM}}$ وبين أن قيمتها العددية تختلف قليلا عن 1.

5-نفرض أن i_1 مهمل أمام x ، أعطي قيمة مقاومة الدخول R_{ME} للتركيب.

6 -أعط العبارة الحرفية للاستطاعة P_1 المقدمة من طرف المولد المتناوب (eg ، rg) لنظام المضخم.

أحسب القيمة العددية P_1 . نفرض أن r_g مهملة أمام مقاومة الدخول R_{ME} للتركيب.

7-أعط العبارة الحرفية للاستطاعة P_2 المستهلكة في الحمولة Ru نفرض أن $U_{MS} \approx U_{EM}$

و $U_{EM} \approx eg$. أحسب القيمة العددية لـ P_2.

7- أحسب التضخيم في الاستطاعة.

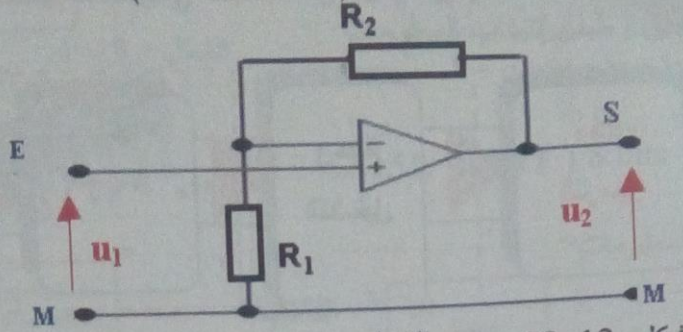
تمرين 07

أحسب التضخيم في التوتر ومقاومة الدخول للتركيب (شكل-12- 37) .

تعطى :

$R_1 = 1K\ \Omega$

$R_2 = 50K\ \Omega$



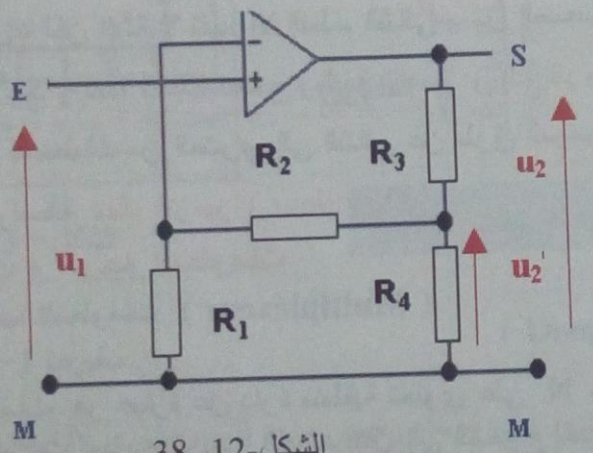
الشكل-12- 37

تمرين 08

تركيب مضخم ممثل بالشكل-12-38.

تعطى قيم التركيب: $R_3 = R_1 = 10K\ \Omega$ ، $R_2 = 100K\ \Omega$، $R_4 = 1K\ \Omega$

1- أحسب نسبة التوتر $\frac{u'_2}{u_1}$



الشكل-12- 38

2- نفرض أن R_2 كبيرة جدا أمام R_4

أعط عبارة $\frac{u'_2}{u_2}$ ثم أحسب قيمتها.

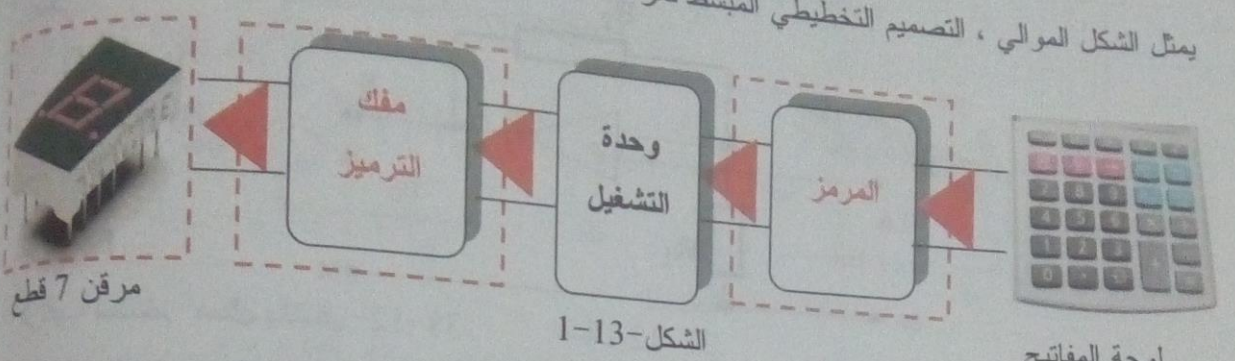
3- بين أن $Av = \frac{u_2}{u_1} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)\left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right)$

ثم أحسب قيمته.

4- ما نوع التركيب.

13 وظيفة الترميز وفك الترميز

يمثل الشكل الموالي ، التصميم التخطيطي المُبسط لمراحل إحدى الآلات الحاسبة .



الشكل-13-1

خلال الحوار مع الآلة (الحاسبة مثلا) ، يُدخل المستعمل المعطيات عن طريق لوحة المفاتيح ، مستعملا رموز العشري ، لكن الآلة لا تفهم إلا النظام الثنائي و من الصعب على الإنسان أن يفهم سلسلة طويلة من الأصفار و الأحاد و لهذا السبب تصبح وظيفة الترميز و فك الترميز ضرورية.

يتحقق تحويل المعطيات من العشري إلى الثنائي عن طرق المرمز (Codeur) ولإظهار النتائج نحتاج إلى فك الترميز بواسطة مفك الترميز (Décodeur)

1- منتخب و موجه المعلومات

1-1 منتخب المعلومات (Multipléxeur)

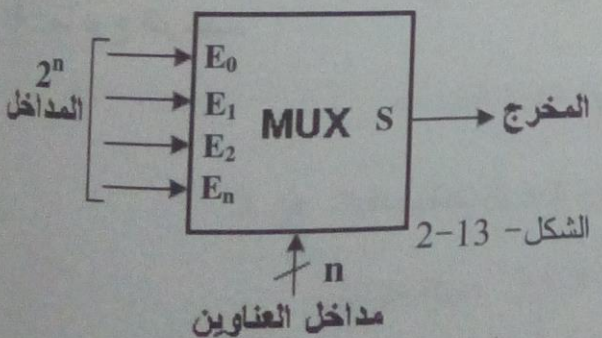
1-1-1 تعريف

منتخب المعلومات هو عبارة عن دارة منطقية تحتوي على N مداخل رئيسية للمعلومات و n مداخل ثانوية للعناوين و مخرج واحد بحيث يقوم الحاشد بنقل إلى المخرج إحدى معلومات المداخل الرئيسية حسب حالة مداخل العناوين (التحكم) .العلاقة التى تربط مداخل المعلومات بمداخل عناوين التحكم هي: $N=2^n$

ملاحظة:

يحول المعلومات المستقبلة على التفرع الى معلومات على التسلسل (تفرعي- تسلسلي)

1-1-2 الـرمـز



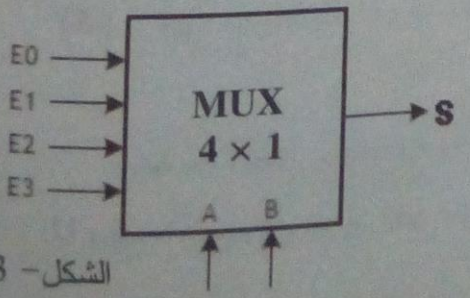
الشكل- 2-13

1-1-3 مثال: منتخب المعلومات(4×1)

يحتوي منتخب المعلومات **4×1** على:

- 4 مداخل للمعلومات: E_0 , E_1 , E_2 , E_3
- مدخلين للتحكم (العناوين): A , B
- مخرج واحد: S

* الرمز المنطقي:



الشكل- 3-13

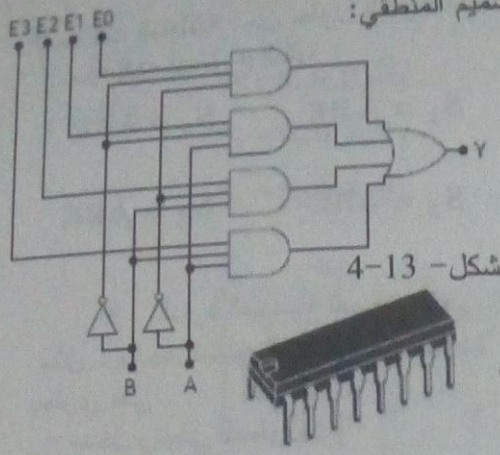
* جـدول الحقيقة:

A	B	S
0	0	E_0
0	1	E_1
1	0	E_2
1	1	E_3

• المعادلة المنطقية: من جدول الحقيقة نستنتج معادلة المخرج التالية:

$$S = \bar{A}\bar{B}E_0 + \bar{A}BE_1 + A\bar{B}E_2 + ABE_3$$

• التصميم المنطقي:



الشكل- 13-4

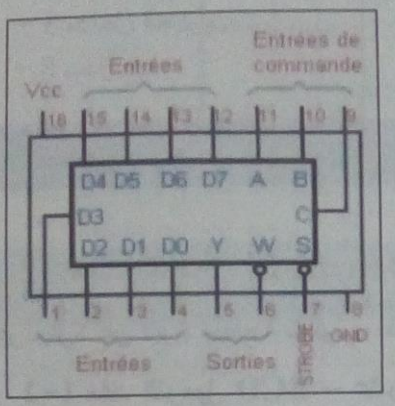
• الدارة المندمجة لمنتخب المعلومات :

الدارات المندمجة التي تحقق وظيفة إنتخاب المعلومات تحتوي على مدخل الفاعلية (Strobe) الذي يسمح باختيار الدارة.

مثال : منتخب المعلومات 8 bits (8×1): " SN 74LS151 "

يحتوي على:

- 8 مداخل رئيسية للمعلومات
- 3 مداخل العناوين
- مخرجين متكاملين



الشكل- 13-6

الشكل- 13-5

نشاط: إستخرج التصميم المنطقي لمنتخب المعلومات 8×1 ؟

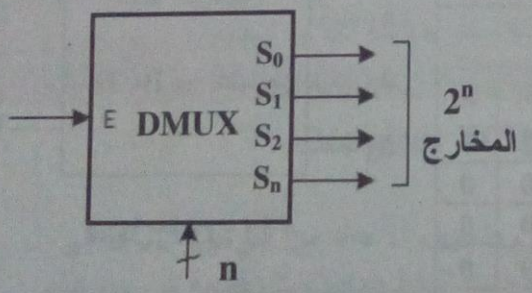
2-1 موجه المعلومات (Demultipléxeur)

1-2-1 تعريف

موجه المعلومات عبارة عن دارة منطقية تحتوي على مدخل رئيسي واحد للمعلومات و N مخارج و n مداخل ثانوية للعناوين التي تسمح بتوجيه معلومة الدخول إلى إحدى المخارج .

العلاقة التي تربط مخارج المعلومات بمداخل العناوين هي : $N=2^n$

الشكل- 13-7



ملاحظة :

يحول المعلومات المستقبلة على التسلسل الى معلومات على التفرع (تسلسلي تفرعي) .

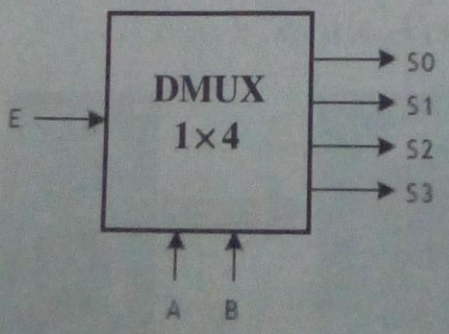
2-2-1 الـرمـز

3-2-1 مثال : موجه المعلومات(4 x 1)

يحتوي موجه المعلومات (4 x 1) على :

- 4 مخارج : S_0 , S_1 , S_2 , S_3
- مدخلين للتحكم (العناوين) : A , B
- مدخل واحدللمعلومات : E

الرمز المنطقي :

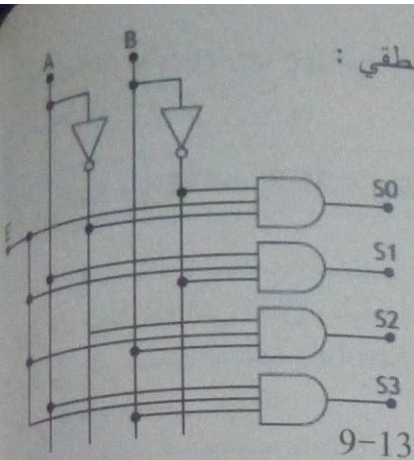


الشكل- 13-8

جدول الحقيقة :

A	B	S_0	S_1	S_2	S_3
0	0	E	0	0	0
1	0	0	E	0	0
0	1	0	0	E	0
1	1	0	0	0	E

• التصميم المنطقي :



الشكل- 13-9

المعادلات المنطقية : من جدول الحقيقة نستنتج معادلات المخارج التالية :

$$S_1 = A\overline{B}E \qquad S_0 = \overline{A}\overline{B}E$$

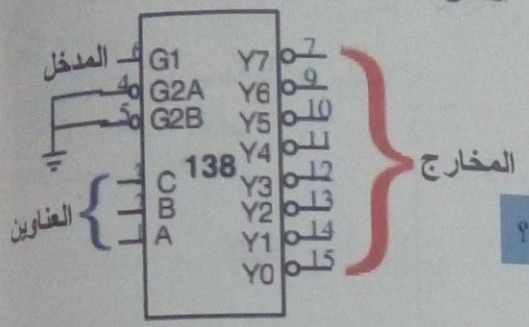
$$S_3 = ABE \qquad S_2 = \overline{A}BE$$

• الدارة المندمجة لموجه المعلومات : " SN 74138 " : (1×8) 8 bits

مثال : موجه المعلومات 8 bits (1×8) : " SN 74138 "

يحتوي على

- مدخل رئيسي للمعلومات
- 3 مداخل العناوين
- 8 مخارج



الشكل- 13-10

نشاط : إستخرج التصميم المنطقي لموجه المعلومات 8×1 ؟

2- مفك الترميز : Décodeur

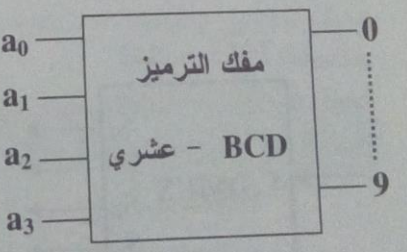
هو عبارة عن دارة منطقية تحتوي على n مداخل التي تسمح بتصنيف مخرجا من بين N مخارج $(N \le 2^n)$

2-1 مفك الترميز BCD – عشري : Décodeur BCD- décimal

2-1-1 تعريف

يقوم مفك الترميز " BCD – عشري " بتحويل عدد من النظام BCD (ثنائي مرمز عشري) إلى مكافئه في النظام العشري.

2-1-2 الـرمـز



الشكل- 13-11

• جدول الحقيقة :

BCD				عشري									
المداخل				المخارج									
a_3	a_2	a_1	a_0	S_0 0	S_1 1	S_2 2	S_3 3	S_4 4	S_5 5	S_6 6	S_7 7	S_8 8	S_9 9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

3-1-2 المعادلات المنطقية :

$S_0 = \bar{a}_0\bar{a}_1\bar{a}_2\bar{a}_3$

$S_1 = a_0\bar{a}_1\bar{a}_2\bar{a}_3$

$S_2 = \bar{a}_0 a_1\bar{a}_2\bar{a}_3$

$S_3 = a_0 a_1\bar{a}_2\bar{a}_3$

$S_4 = \bar{a}_0\bar{a}_1 a_2\bar{a}_3$

$S_5 = a_0\bar{a}_1 a_2\bar{a}_3$

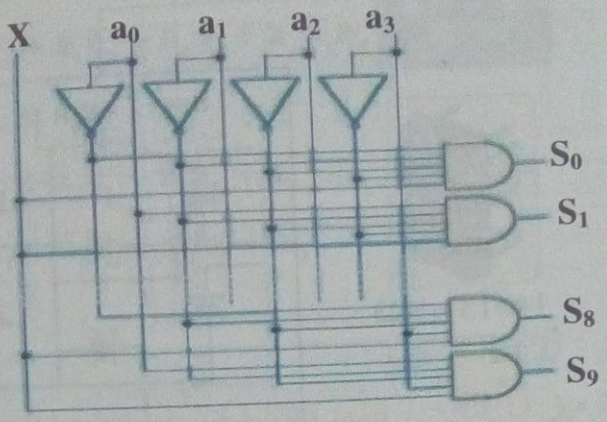
$S_6 = \bar{a}_0 a_1 a_2\bar{a}_3$

$S_7 = a_0 a_1 a_2\bar{a}_3$

$S_8 = \bar{a}_0\bar{a}_1\bar{a}_2 a_3$

$S_9 = a_0\bar{a}_1\bar{a}_2 a_3$

4-1-2 التصميم المنطقي :



الشكل- 13-12

ملاحظة: يسمى المدخل " X " بـــ strobe (الفاعلية) بحيث :
إذاكا ن X = 0 يكون مفك الترميز غير فعال ، أما إذا كان X = 1 فيصبح مفك الترميز فعال .

5-1-2 الدارة المندمجة لمفك الترميز " BCD –عشري"

نذكر من بين الدارات المندمجة لمفك الترميز ما يلي :

- الدارة " 74LS155 " مفك الترميز " (2 × 4) ذو مدخلين و 4 مخارج .
- الدارة " 74LS 138 " مفك الترميز (3 × 8) ذو 3مداخل و 8 مخارج .
- الدارة " 74LS 154 " مفك الترميز (4 × 16) ذو 4 مداخل و 16 مخرج .

نشاط : أنجز التصميم المنطقي لمفك الترميز " BCD –عشري " باستعمال البوابات " لا أو " (NOR) فقط

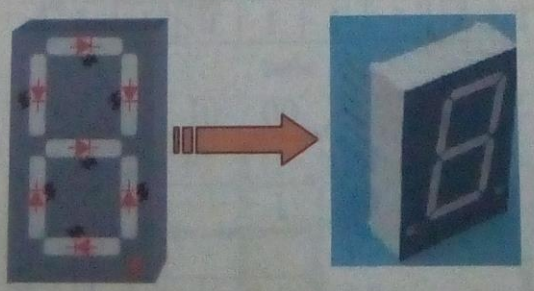
يسمح مفك الترميز " BCD – عشري " بالتحويل من BCD إلى العشري ، لكن هذه العملية معقدة وتشكل صعوبة ، فمثلا لإظهار الآحاد (0 إلى 9) نحتاج إلى 10 ثنائيات (LED) لتشغيل ثنائية واحدة فقط ، ولإظهار الآحاد و العشرات نحتاج إلى 20 ثنائية ...إ لخ . لذلك هناك طريقة أخرى لإظهار الرقم العشري مباشرة و المتمثلة في مفك الترميز من BCD إلى7 قطع (7 Ségment) .

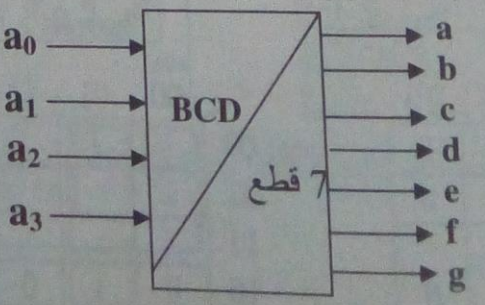
2-2 مفك الترميز BCD – 7 قطع : Décodeur BCD - 7 Segment

1-2-2 تعريف :

مفك الترميز "BCD –7 قطع " هو عبارة عن دارة منطقية تقوم بتحويل الأعداد من الترميز BCD إلى أعداد عشرية التي يتم إظهارها باستعمال مرقنات إلكتروضوئية ذات 7 قطع بحيث كل قطعة من بين هذه القطع تحتوي على LED .يتم التمييز بين هذه القطع بواسطة الحروف a , b , c , d ,e , **f , g** .

2-2-2 الـرمـز :





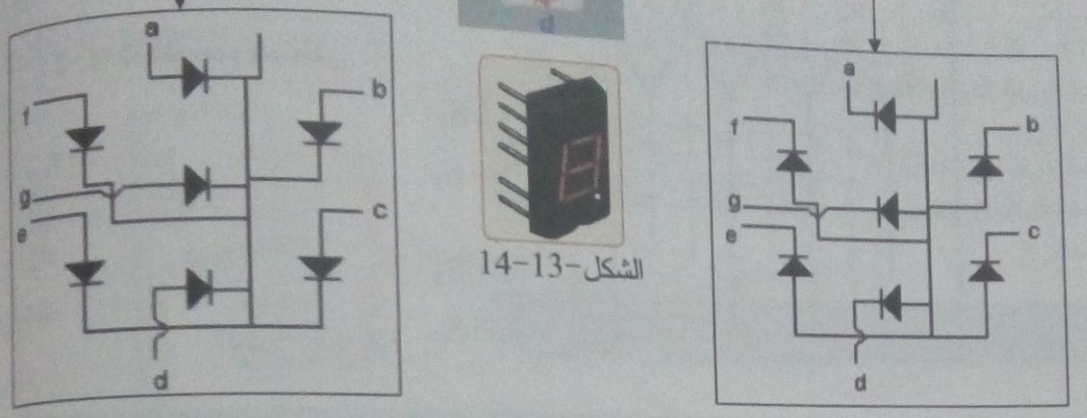
الشكل- 13-13

يوجد نوعان من المرقنات: - مرقن 7 قطع ذو مصعد مشترك - مرقن 7 قطع ذو مهبط مشترك

مهبط ← مصعد

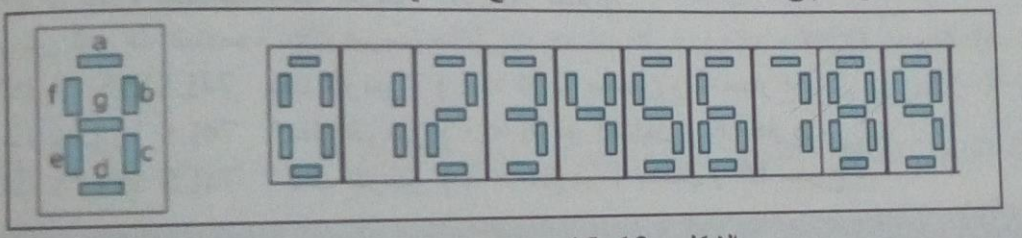
مرقن ذو مهبط مشترك
Afficheurs à cathode commune

مرقن ذو مصعد مشترك
Afficheurs à anode commune



الشكل-13-14

تكتب الأعداد من 0 إلى 9 باستعمال المرقن 7 قطع كالتالي:



الشكل- 13-15

3-2-2 جدول الحقيقة :

المداخل				المخارج						
a_3	a_2	a_1	a_0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1

4-2-2 المعادلات المنطقية باستعمال جداول كارنو :

a

a2a3 \ a0a1	00	01	11	10
00	1	1	1	0
01	1	x	x	1
11	x	x	x	x
10	0	1	1	1

b

a2a3 \ a0a1	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	x	x	1
11	x	x	x	x
10	1	0	1	0

c

a2a3 \ a0a1	00	01	11	10
00	1	0	1	1
01	1	x	x	1
11	x	x	x	x
10	1	1	1	1

d

a2a3 \ a0a1	00	01	11	10
00	1	1	1	0
01	1	x	x	1
11	x	x	x	x
10	0	1	0	1

e

a2a3 \ a0a1	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	1	x	x	0
11	x	x	x	x
10	0	1	0	0

$$a = \bar{a}_0\bar{a}_2 + a_0a_2 + a_1 + a_3$$

$$b = \bar{a}_0\bar{a}_1 + a_0a_1 + \bar{a}_2$$

$$c = \bar{a}_1 + a_0 + a_2$$

$$d = \bar{a}_0\bar{a}_2 + a_1\bar{a}_2 + \bar{a}_0a_1 + a_0\bar{a}_1a_2 + a_3$$

$$e = \bar{a}_0\bar{a}_2 + \bar{a}_0a_1$$

$$f = \bar{a}_0\bar{a}_1 + \bar{a}_1a_2 + \bar{a}_0a_2 + a_3$$

$$g = a_1\bar{a}_2 + \bar{a}_0a_2 + \bar{a}_1a_2 + a_3$$

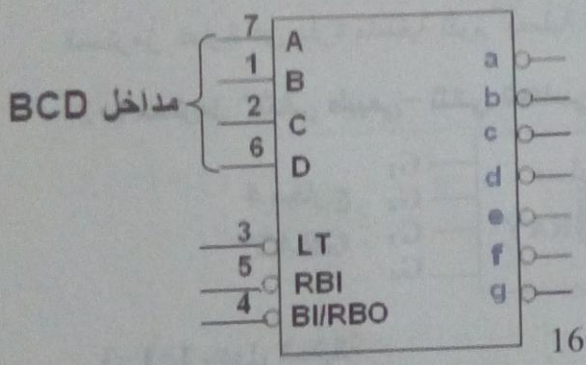
f	a0a1 \ a2a3	00	01	11	10
	00	1	0	0	0
	01	1	x	x	1
	11	x	x	x	x
	10	1	1	0	1

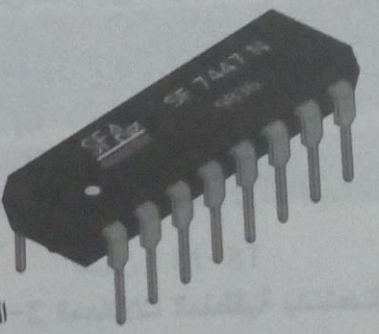
g	a0a1 \ a2a3	00	01	11	10
	00	0	1	1	0
	01	1	x	x	1
	11	x	x	x	x
	10	1	1	0	1

2-2-5 الدارة المندمجة لمفك الترميز " BCD -7 قطع " :

نذكر من بين الدارات المندمجة لمفك الترميز BCD – 7 قطع: 74 LS 48 - 74 LS47 - 74 LS46

مثال: الدارة المندمجة 74 LS 47 :





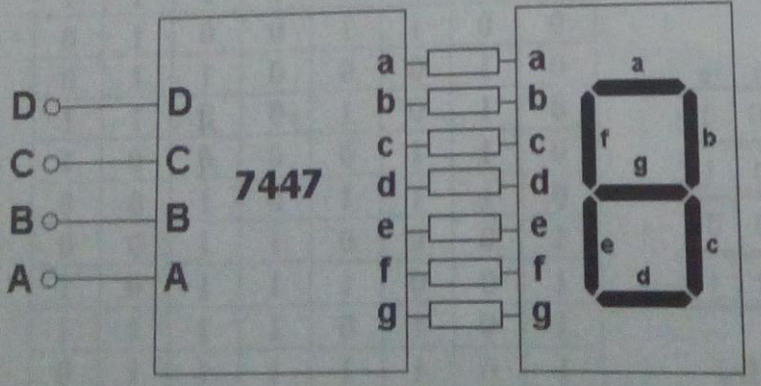
الشكل- 13-16

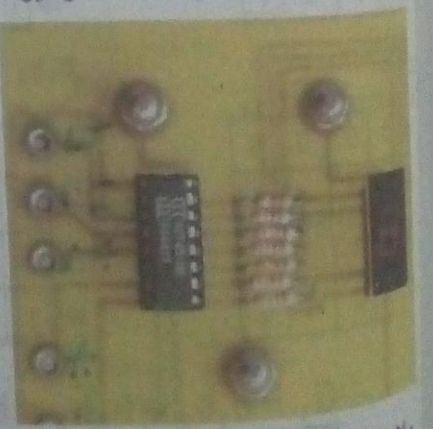
BI/ RBO «blanking input»: تسمح بمسح قطع المرقن مهما كانت حالة المداخل الأخرى .

RBI «ripple blanking input» : تسمح بمسح الأصفار(0) على اليسار إذا كانت A,B,C,D (0)

LT «lamp test»:تسمح بمراقبة تشغيل المرقن حيث تتوهج جميع القطع إذا كان BI في الحالة "1 ".

- تركيب لدارة مفك الترميز 7447 مع مرقن 7 قطع (الشكل- 13 -17)





الشكل- 13-17

ملاحظة : تستعمل المقاومات لتحديد التيار في القطع المضيئة للمرقن.

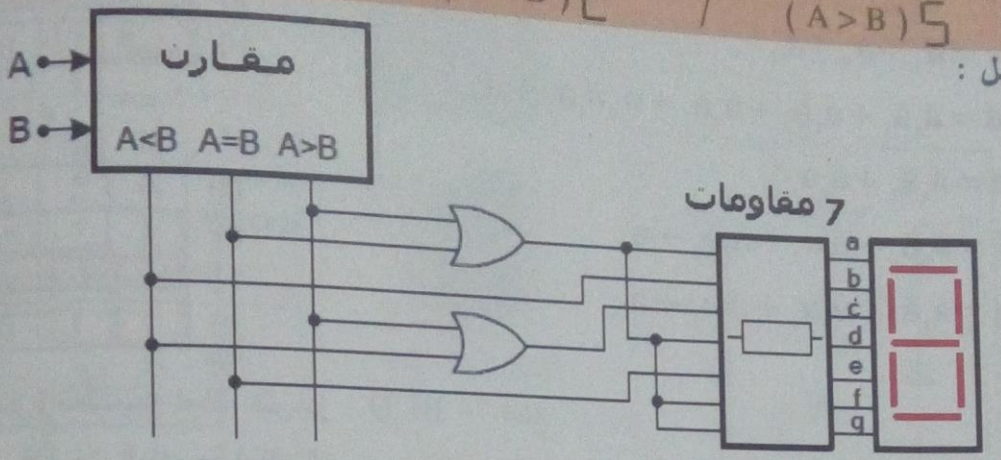
تمرين تطبيقي :

نريد ترقين نتيجة مقارنة عددين ثنائيين A و B (4 بيت) باستعمال مرقن 7 قطع .

استخرج الدارة المنطقية التي تسمح بتوهج القطع لترقين ما يلي :

(A > B) 5 / (A = B) E / (A < B) |

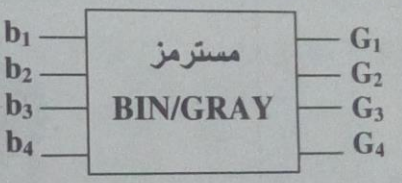
الحـل :



3- المسترمز : Transcodeur

المسترمز عبارة عن دارة منطقية تقوم بعملية تحويل عدد من نظام إلى آخر.

1-3 مسترمز " ثنائي طبيعي- ثنائي انعكاسي " : يحول عدد من ترميز ثنائي طبيعي إلى انعكاسي.

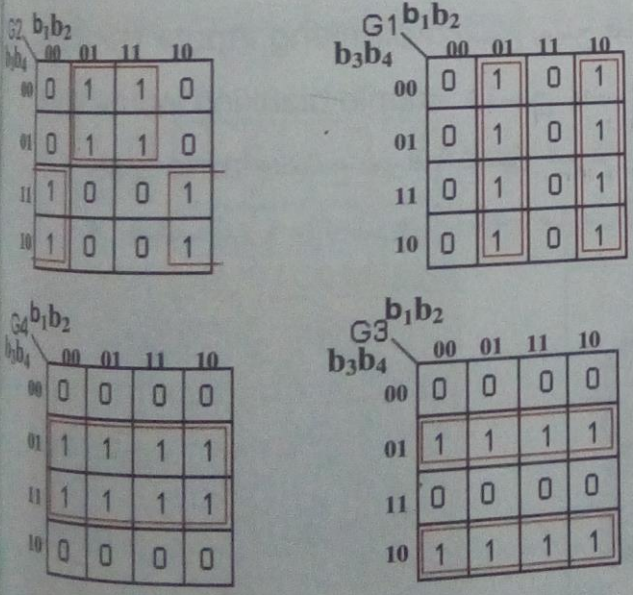


الشكل- 13-18

1-1-3 جدول الحقيقة

ثنائي طبيعي (binaire)				ثنائي إنعكاسي (Gray)			
b_4	b_3	b_2	b_1	G_4	G_3	G_2	G_1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0

2-1-3 المعادلات المنطقية باستعمال جداول كارنو

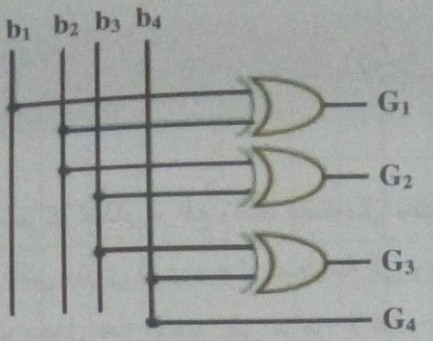


$$G_1 = \bar{b}_1 b_2 + b_1 \bar{b}_2 = b_1 \oplus b_2$$

$$G_2 = \bar{b}_2 b_3 + b_2 \bar{b}_3 = b_2 \oplus b_3$$

$$G_3 = \bar{b}_3 b_4 + b_3 \bar{b}_4 = b_3 \oplus b_4$$

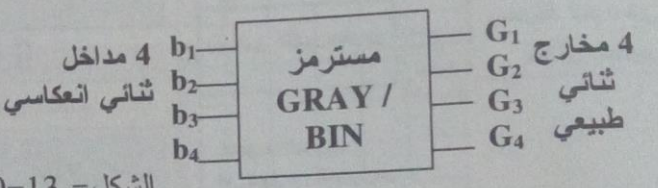
$$G_4 = b_4$$



الشكل- 13-19

3-2 مسترمز " ثنائي انعكاسي - ثنائي طبيعي " :

يحول عدد من ترميز ثنائي انعكاسي إلى طبيعي .



الشكل- 13-20

نشاط 1 : إستخرج التصميم المنطقي الموافق لمسترمز " ثنائي انعكاسي - ثنائي طبيعي "

نشاط 2 : أنجز دارة المسترمز " BCD - ثنائي GRAY ".

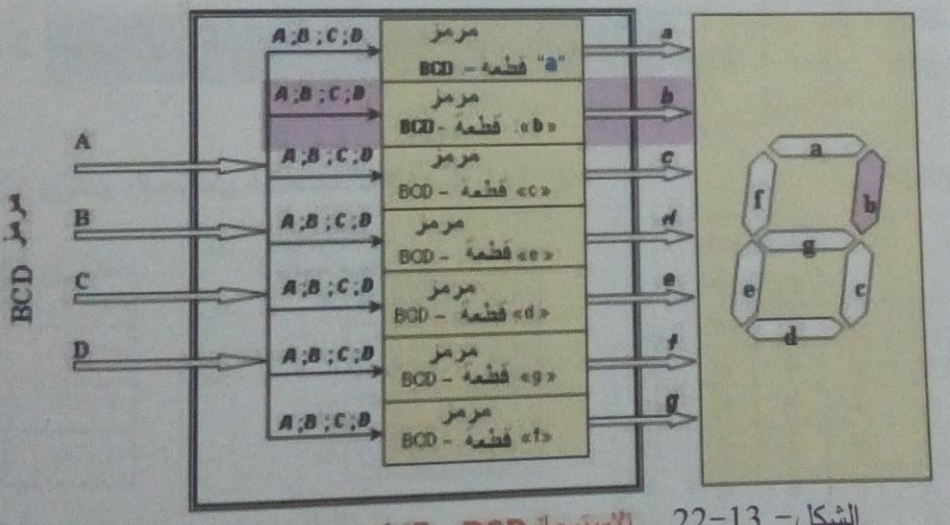
تمارين

تمرين 01 :

نريد إظهار سرعة دوران المحرك لنظام الرافع وذلك بإستعمال مفك الترميز BCD – 7 قطع .
تُلتقط سرعة الدوران بديناموتاكي متري الذي يبعث المعلومة إلى وحدة المعالجة لمعالجتها، تحول هذه المعلومة إلى مرمز BCD ثم يحول هذا الأخير إلى مرمز 7 قطع . بعد الاسترماز، تضاء معلومة السرعة بواسطة مرقن 7 قطع (أنظر إلى مخطط التشغيل الشكل– 13–21).

الشكل– 13–21

من أجل كل قطعة لكل مرقن ، لابد من ترقين المعلومة الآتية من مرمز BCD (أنظر إلى مخطط التشغيل شكل–13–22).



الشكل– 13–22 الإسترماز BCD –7قطع

I – 1– أكمل جدول الحقيقة لمرقن 7 قطع من أجل ترقين النظام السداسي عشر .

2– إملأ جداول كارنو لمتغيرات الخروج من (a إلى g) ثم أعط المعادلات المنطقية المبسطة.

3– أعط التصميم المنطقي للمعادلة " a " و " g ".

4– أكتب المعادلة " g " باستعمال البوابات المنطقية AND فقط ثم أعط التصميم المنطقي الموافق لها.

5– أكتب المعادلة "g" باستعمال البوابات المنطقية NOR فقط ثم أعط التصميم المنطقي الموافق لها.

متغيرات الدخول				ترقين القطع	متغيرات الخروج						
D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0							
				1							
				2							
				6							
				7							
					1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	0	A							
1	0	1	1	b							
1	1	0	0	C							
1	1	0	1	d							
1	1	1	0	E							
1	1	1	1	F							

II – في حالة عدم إحتياجنا إلى النظام السداسي عشر لرؤية السرعة ، نكتفي بإظهار الأرقام من 0 إلى 9 .
أما الحالات الأخرى فلا تهمنا ونرمز لها بـــ X ، حتى نتحصل عل معادلات مبسطة .

1- إملأ جدول الحقيقة السابق لمرقن الوحدات في هذه الحالة .

2- إملأ جداول كارنو لمتغيرات الخروج ، أعط المعادلات المبسطة لهذه المتغيرات .

تمرين 02 :

ليكن نظام ألي نظام آلي لـــ " صنع علب الياغورت وملئها " :
يصنع الياغورت بـــ 4 أذواق مختلفة (فرولة ، كرز ، خوخ ، موز) .
يتم اختيار ذوق واحد لصنع مجموعة واحدة لفترة زمنية معينة وهكذا ... ويتم ذلك بواسطة دارة منطقية (منتخب المعلومات: Multiplixeur)

- أنجز التصميم المنطقي الموافق .

تمرين 03 :

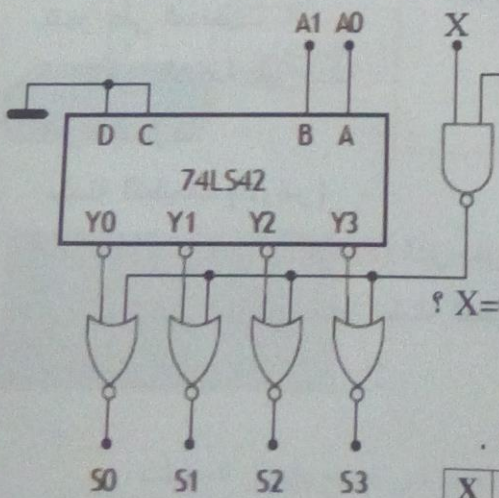
نريد معرفة دور الدارة المنطقية الممثلة في الشكل-13-23 :
تمثل الدارة المندمجة 74LS42 مفك الترميز
" BCD – عشري " (مفك الترميز 1 من بين 10) و يستعمل هنا كمفك الترميز 1 من بين 4 :

1- أعط الحالة المباشرة للمخارج S_0 , S_1 , S_2 , S_3 في حالة : X=0 ؟

2- في حالة X=1 :
- أكمل جدول الحقيقة التالي ؟
- إستخرج عبارة S_0 , S_1 , S_2 , S_3 بدلالة X , A_1 , A_0 , E .

X	A1	A0	S0	S1	S2	S3
1	0	0	E			
1						
1						
1						

3- إستنتج إذن وظيفة الدارة المقترحة ؟



الشكل- 13-23

14 مبادئ أولية في المنطق المبرمج

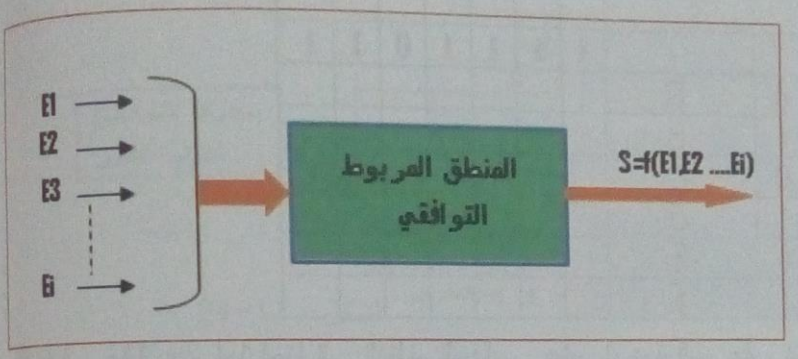
مفاهيم في المنطق المبرمج (logique programmée)

1- مدخل: الانتقال من المنطق المربوط (câblée)إلى المنطق المبرمج (programme)

1-1-المنطق المربوط التوافقي (logique câblée combinatoire)

المستوى(الحالة) المنطقي للمخارج لا يتعلق إلا بالمستوى(الحالة) المنطقي للمداخل فقط

أنظر الشكل 14-1



الشكل 14-1

1-2-المنطق المبرمج (logique programmée)

المستوى المنطقي للمخارج يتعلق بالتعليمة(الأمر) (Instruction) التي يجب أن تنجز على المداخل .

بتغيير التعليمة نغير الدالة المراد إنجازها.

سلسلة التعليمات (الأوامر) تسمى بالبرنامج (Programme) الذي يُخزن في الذاكرة (mémoire).

الشكل 14-2

يقوم النظام المبرمج بإنجاز سلسلة التعليمات على المعطيات وفق التوقيتية H

مثل عن التعليمات (الأوامر): العمليات الحسابية مثل الجمع ، الطرح ..... على الأعداد الثنائية
العمليات المنطقية مثل المتعامل المنطقي و، أو .....(ET,OU.....)

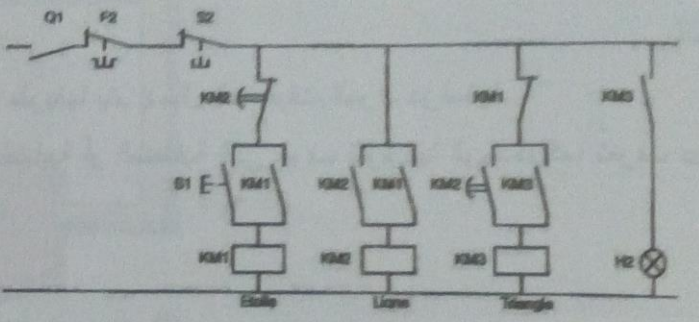
2-الإستنتاج

عندما نريد تغيير تطبيق ما :

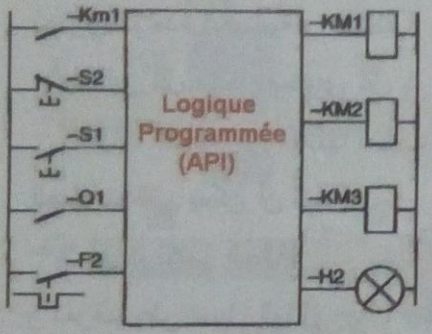
- إذا كان منطق التحكم هو المنطق المربوط (câblée) يكون مفروض علينا تغيير الربط (التكبيل) بين مختلف العناصر وفي بعض الأحيان يجب تغيير كل أو بعض العناصر المستعملة.
- أما إذا كان منطق التحكم هو المنطق المبرمج (programmée) فيتم تغيير التطبيق بتغيير البرنامج فقط

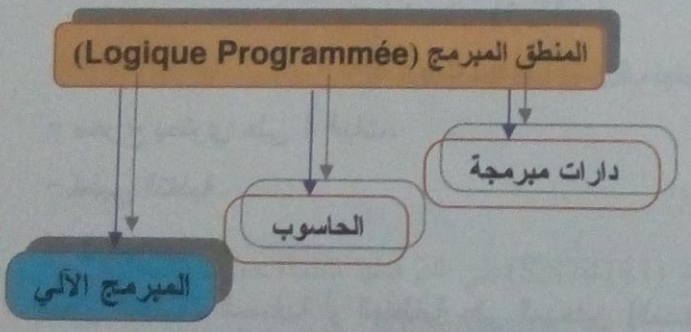
3 مقارنة بين المنطق المربوط و المنطق المبرمج

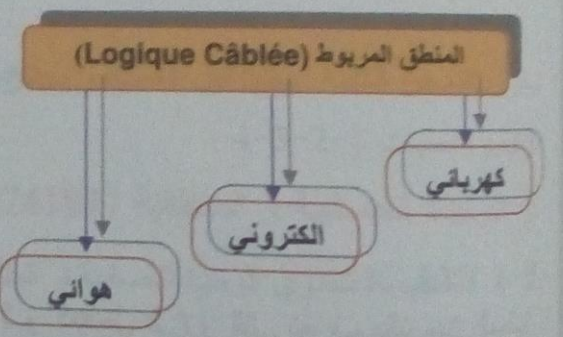
المنطق المربوط (Logique Câblée)



المنطق المبرمج (Logique programmée)







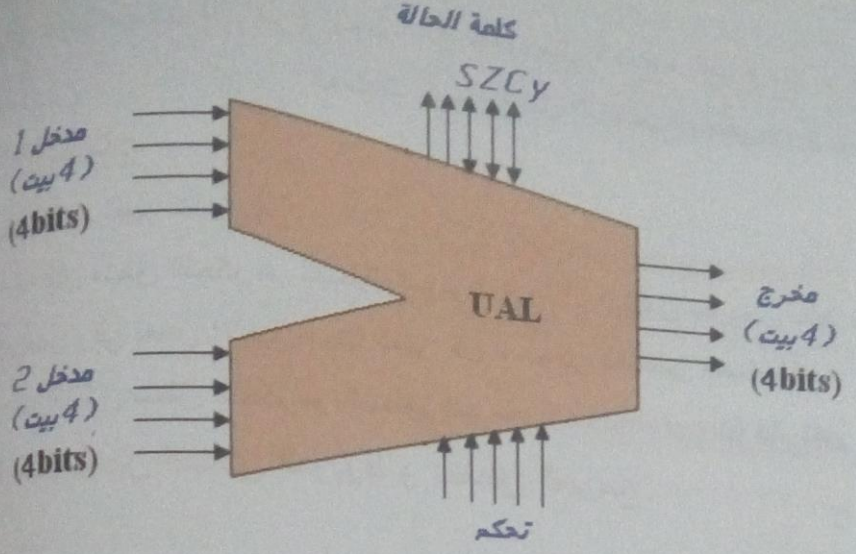
4-الوحدة الحسابية و المنطقية (UAL)

4-1 تعريف

الوحدة الحسابية و المنطقية (UAL) و تترجم بـــالفرنسية
(Unité Arithmétique et Logique)
أو بالإنجليزية (ALU) أي (Arithmetic and Logique Unit) و هي تسمح بإنجاز العمليات الحسابية(الجمع ،الطرح ...إلخ) والعمليات المنطقية (أو، و....إلخ)
يمكن أن توجد في الميكرومعالج (Microprocesseur) أو في دارة مندمجة لوحدها مثل (SN74181)

مثال :

UAL ذات 4 بيت (4bits)



الشكل 14-3

4-2 الوصف

تحتوي الوحدة الحسابية و المنطقية على:

- مدخلين كل مدخل يحتوي عل 4 أبيات عن طريقها يتم إدخال المعطيات المراد دراستها.
- 5 أبيات للتحكم من خلالها تعرف العملية الحسابية أو المنطقية التي سوف تقوم بها الوحدة، كما تُعرف عدد العمليات التي يمكن أن تنجزها.
- 5 أبيات لكلمة الحالة.

و نعرف على سبيل المثال –Cy : بيت الاحتفاظ (Retenue)

– Z: بيت مؤشر الصفر

–S : بيت تحديد الإشارة .....إلخ

- مخرج يحتوي على 4 أبيات.
- قطبي التغذية.

4-3 مهامها

تحقيق العمليات الحسابية أو المنطقية على المدخلين (المدخل 1 و المدخل 2) و التي تعرف بالترميز المطبق على مدخل التحكم (الترميز 0100 المطبق على مدخل التحكم يسمح بإجراء العملية المنطقية أو (OU) مثلا بين المدخل 1 و المدخل 2 ، ترميز آخر يسمح بعملية الجمع ...إلخ) و النتيجة تظهر على المخرج

4-4 العمليات المنجزة من طرف UAL

- العمليات الحسابية

- الجمع – الطرح – الإزاحة على اليمين (Décalage à droite)
- الإزاحة على اليسار(Décalage à gauche) – المقارنة (Comparaison)
- الزيادة (Incrémentation) – النقصان (Décrémentation)

- العمليات المنطقية

- المتمم (Complémentation) - و المنطقي (ET logique) - أو المنطقي (OU logique)

- أو إستبعادي (OU exclusif)

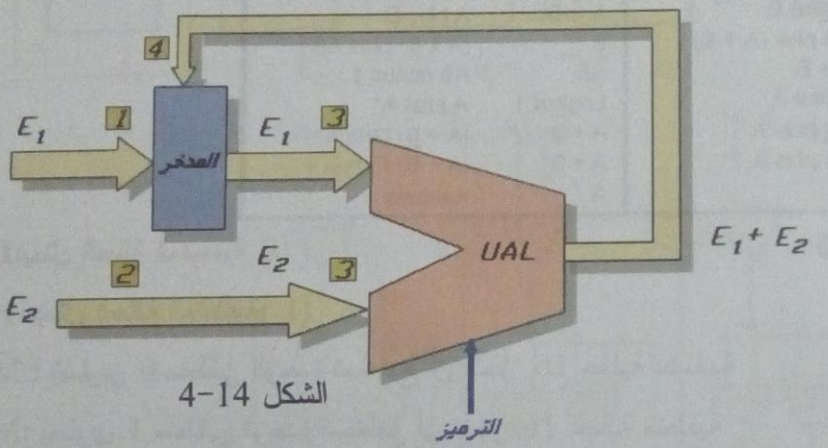
5-4 المدخر (المركم) (Accumulateur)

هو سجل يتكون من n قلاب (bascule) بدخول تفرعي (n=8 في المكرو معالج بـــ 8 أبيات) يستعمل لتخزين المعلومات لحظيا قبل و بعد الدراسة من طرف الوحدة UAL .

يستطيع المستعمل الذي يمكنه الدخول إلى المدخر :

- أن يخزن فيه كلمة منطقية
- أو يقرأ محتواه
- أو يحول محتواه إلى ذاكرة خارجية أو إلى سجل آخر

مثال



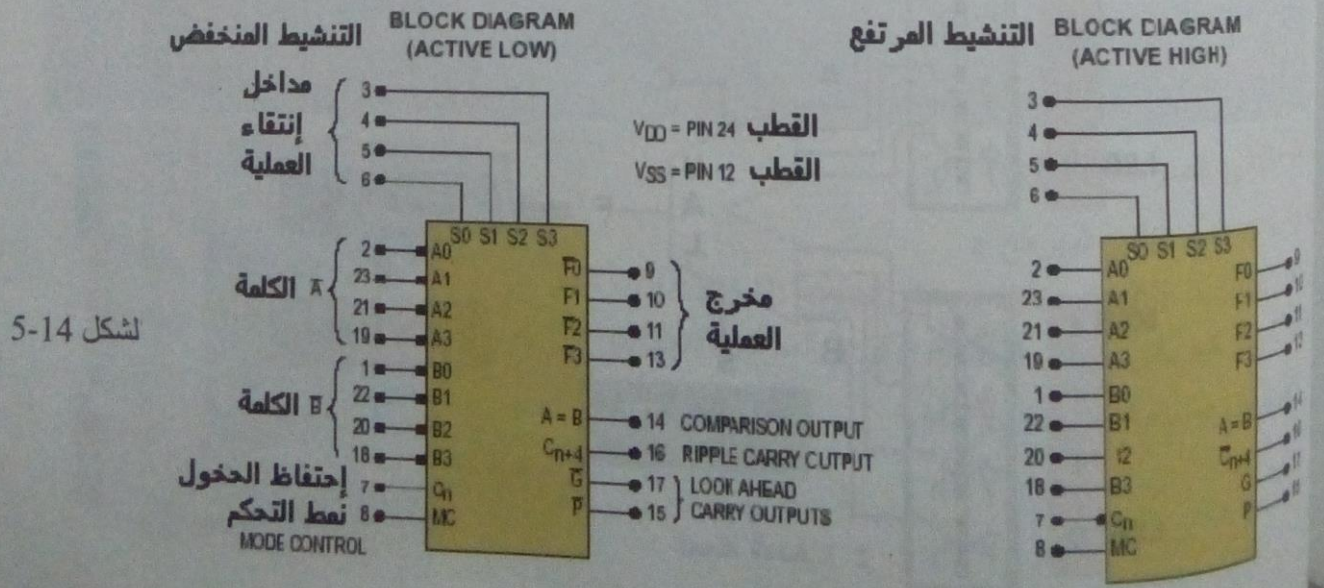
الشكل 14-4

يخزن المدخر الكلمة لحظيا قبل العملية و يحتفظ لحظيا بالنتيجة بعد العملية .

ترتيب العمليات 1-2-3-4

5-الوحدة الحسابية و المنطقية (SN74181)

5-1 التقطيب: تحتوي الوحدة الحسابية و المنطقية (SN74181)على 24 قطبا مسماة حسب الشكل 14-5



لشكل 14-5

جدول العمليات الحسابية و المنطقية التي يمكن أن تقوم بها الوحدة الحسابية و المنطقية بالمستوى المنخفض (0 منطقي) أو بالمستوى المرتفع (1 منطقي) .

جـــــدول العـــــمليـــــات

مداخل إنتقاء العملية				تنشيط منخفض للمداخل و المخارج		تنشيط مرتفع للمداخل و المخارج	
				منطقي (M = H)	حسابي (M = L) (C_n = L)	منطقي (M = H)	حسابي (M = L) (C_n = H)
S3	S2	S1	S0				
L	L	L	L	$\overline{A}$	A minus 1	$\overline{A}$	A
L	L	L	H	$\overline{AB}$	AB minus 1	$\overline{A}+B$	$A+\overline{B}$
L	L	H	L	$A+B$	AB minus 1	$A\overline{B}$	$A+\overline{B}$
L	L	H	H	Logical 1 minus 1		Logical 0 minus 1	
L	H	L	L	$\overline{A}+B$	A plus $(A+\overline{B})$	$\overline{AB}$	A plus $A\overline{B}$
L	H	L	H	$\overline{B}$	AB plus $(A+\overline{B})$	B	$(A+B)$ plus $A\overline{B}$
L	H	H	L	$A\oplus B$	A minus B minus 1	$A\oplus B$	A minus B minus 1
L	H	H	H	$\overline{A}+B$	$A+\overline{B}$	$\overline{AB}$	AB minus 1
H	L	L	L	AB	A plus $(A+B)$	$\overline{A+B}$	A plus AB
H	L	L	H	$A\oplus B$	A plus B	$A\oplus B$	A plus $\overline{B}$
H	L	H	L	B	AB plus $(A+B)$	B	$(A+\overline{B})$ plus AB
H	L	H	H	$A+B$	$A+B$	AB	AB minus 1
H	H	L	L	Logical 0	A plus A*	Logical 1	A plus A*
H	H	L	H	AB	$A\overline{B}$ plus A	$A+B$	$(A+\overline{B})$ plus A
H	H	H	L	AB	AB plus A	$A+B$	$(A+\overline{B})$ Plus A
H	H	H	H	A	A	A	A minus 1

الشكل 14-6

L:يمثل الحالة المنطقية (0)

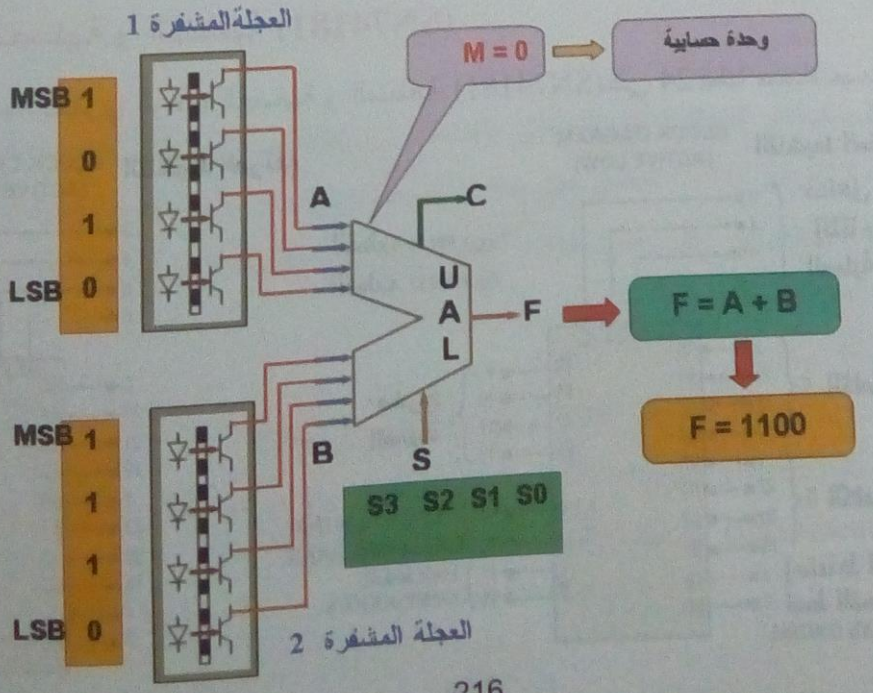
H :يمثل الحالة المنطقية(1)

M : تساوي 0 منطقي الوحدة تستطيع أن تنجز 16 عملية حسابية

M: يساوي 1 منطقي الوحدة تستطيع أن تنجز 16 عملية منطقية

أهمية هذه الوحدة (UAL) تكمن في إمكانية برمجتها بواسطة كلمات ثنائية (دارة مبرمجة)

نشاط : الوحدة الحسابية المنطقية و العجلة المشفرة :



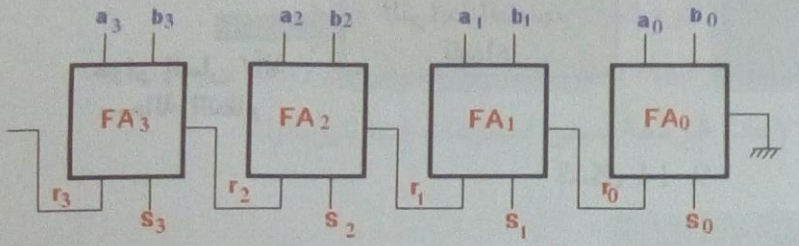
نشاط :

الشكل14-7 يمثل التصميم الهيكلي لدارة كهربائية تقوم بجمع عددين (A+B) في النظام الثنائي، كل عدد مكون من 4 أبيات (4 bits) (a_3، a_2، a_1، a_0) A و (b_3، b_2، b_1، b_0) B أما الشكل 14-8 فيمثل التصميم المنطقي لنفس الدارة بإستعمال البوبات المنطقية.

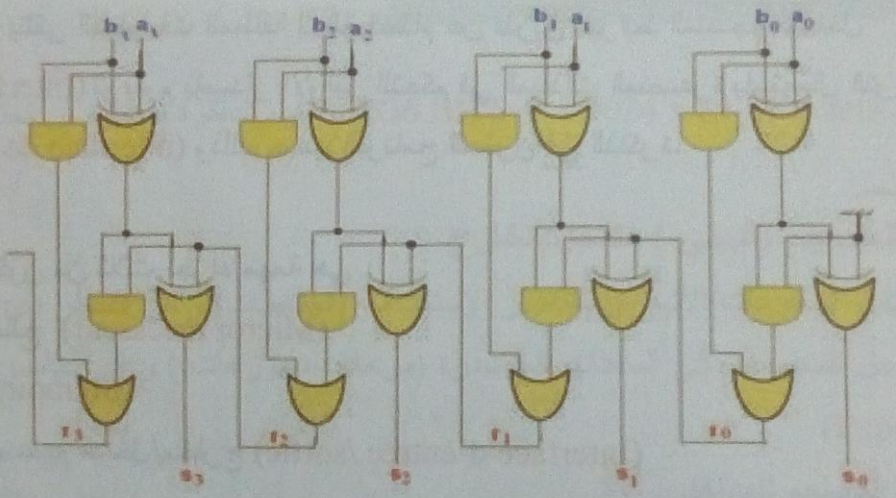
1-أنجز نفس العملية بإستعمال الوحدة الحسابية و المنطقية SN74181.

2-قارن بين الدارتين.

3-نريد إنجاز عملية الطرح بين A و B ، ماهي الدارة التي تختارها لإنجاز هذه العملية و لماذا؟



الشكل14-7 التصميم الهيكلي لدارة الجمع



الشكل 14-8 التصميم المنطقي لدارة الجمع بإستعمال البوابات المنطقية

نشاط

نفس العددين السابقين للنشاط 02 أنجز عملية الطرح مع إحتفاظ الدخول يساوي 1 ثم حقق هذه العملية بإستعمال البوبات المنطقية ماذا تستنتج ؟

6-الآلي المبرمج (API)

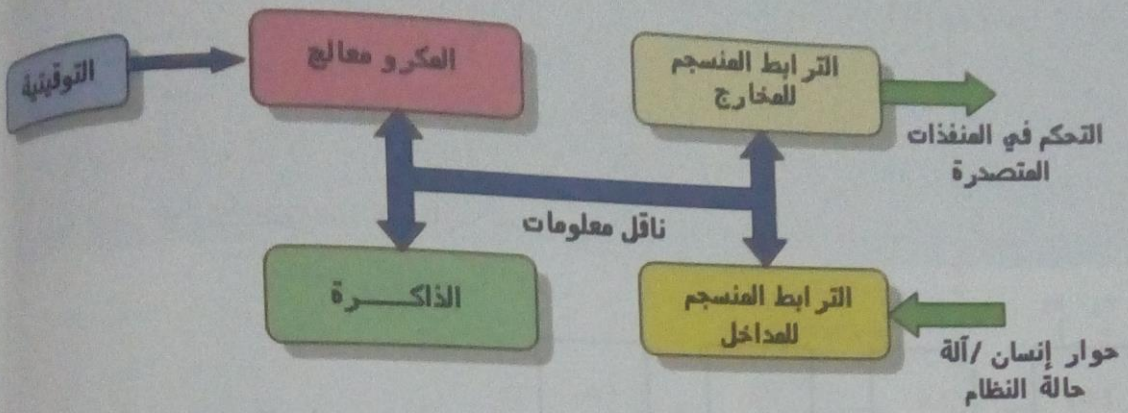
6-1 تعريف: الآلي المبرمج

(API) (L'automate programmable industriel)

هو جهاز كهربائي يضمن التسلسل الآلي و المستمر للعمليات الحسابية والمنطقية بطريقة مبرمجة.

2-6 التصميم الهيكلي للآلي المبرمج

التصميم الهيكلي الداخلي للآلي المبرمج ممثل بالشكل 14-9



الشكل 14-9

الآلي المبرمج يتلقى المعلومات المطلقة لحالة النظام عن طريق الترابط المنسجم للمداخل (Interface d'entrée) ثم يقوم بإصدار الأوامر للتحكم في المنفذات المتصدرة بإستعمال الترابط المنسجم للمخارج (interface de sortie) وذلك حسب البرنامج المخزن في الذاكرة.

3-6 التكوين

الآلي المبرمج يتكون من ثلاث أجزاء مهمة هي :

- الميكرومعالج (Microprocesseur)
- الذاكرة (Mémoire)
- الترابط المنسجم مداخل/مخارج (Interface d'entrée /sortie)

1- الميكرومعالج

ينجز جميع العمليات المنطقية (ET,OU) وعمليات التـأجيل و الحساب ..... إنطلاقا من برنامج موجود في ذاكرته.

يرتبط مع العناصر الأخرى (الذاكرة و الترابط المنسجم S/E) بروابط تفرعية تسمى نواقل المعلومات (BUS de données) التي تنقل المعلومات على الشكل الثنائي .

2- الذاكرة

- تستقبل المعلومات الآتية من ملتقطات الدخول .
- تستقبل المعلومات اللآتية من الميكرومعالج و الموجهة للتحكم في المخارج (العدادات ، التأجيلات .....)
- تستقبل و تخزن برنامج العمليات.

3- الفعل الممكن على الذاكرة

- الكتابة: كتابة أو تغيير محتوى برنامج .
- المحي : إزالة المعلومات الغير الضرورية.
- القراءة : قراءة محتوى برنامج دون تغييره.

4- تكنولوجية الذاكرة

- **RAM**(Random Acces Memory): ذاكرة حية من خلالها نستطيع القراءة و الكتابة و الإزالة (تحتوي على البرنامج).
- **ROM** (Read Only Memory) :الذاكرة الميتة لها قابلية القراءة فقط.
- **EPROM** : ذاكرة ميتة قابلة لإعادة البرمجة، تمحى المعلومات بواسطة الأشعة فوق البنفسجية.
- **EEPROM** : ذاكرة ميتة قابلة لإعادة البرمجة تمحى المعلومات فيها كهربائيا.

ملاحظة

سعة الذاكرة تعطى بإسم (mots)= 8BITS أو octet

مثال:

لتكن ذاكرة بـــ 8Koctets = 8 x 1024 x 8= 65 536 BITS هذه الذاكرة تستطيع أن تحتوي على65 536 معلومة ثنائية .

7- الترابط المنسجم (البيني) مداخل/مخارج

المداخل تستقبل المعلومات الآتية من عناصر الإستكشاف (الملتقطات) و من القمطر (Pupitre) .

المخارج ترسل المعلومات إلى المنفذات المتصدرة (مرحلات، موزعات.) و إلى عناصر المشايرة (مصابيح) القمطر (Pupitre)

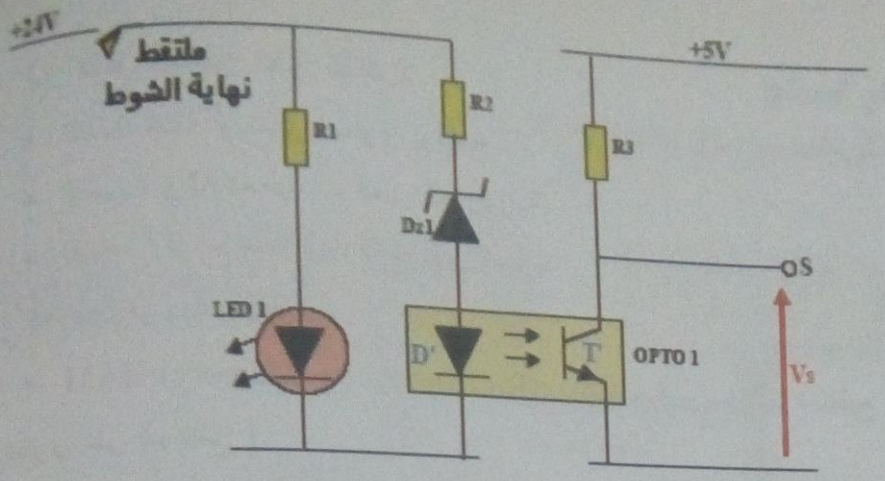
7-1- الترابط المنسجم للمداخل

موجة لـــ

- إستقبال المعلومات التي مصدرها الملتقطات
- معالجة الإشارة جعلها على الشكل، نزع الشوشرة و عزل كهربائيا وحدة التحكم من الجزء العملي

- مبدأ العمل (شكل 14-10) أثناء غلق الملتقط

- الثنائي الضوئي LED1 يشير بأن مدخل الآلي المبرمج منشط .
- الثنائي Optocoupleur D' يشتعل.
- المقحل الضوئي Photo-transistor لـــ Optocoupleur يصبح ناقل
- توتر الخروج Vs=0V



الشكل 14-10

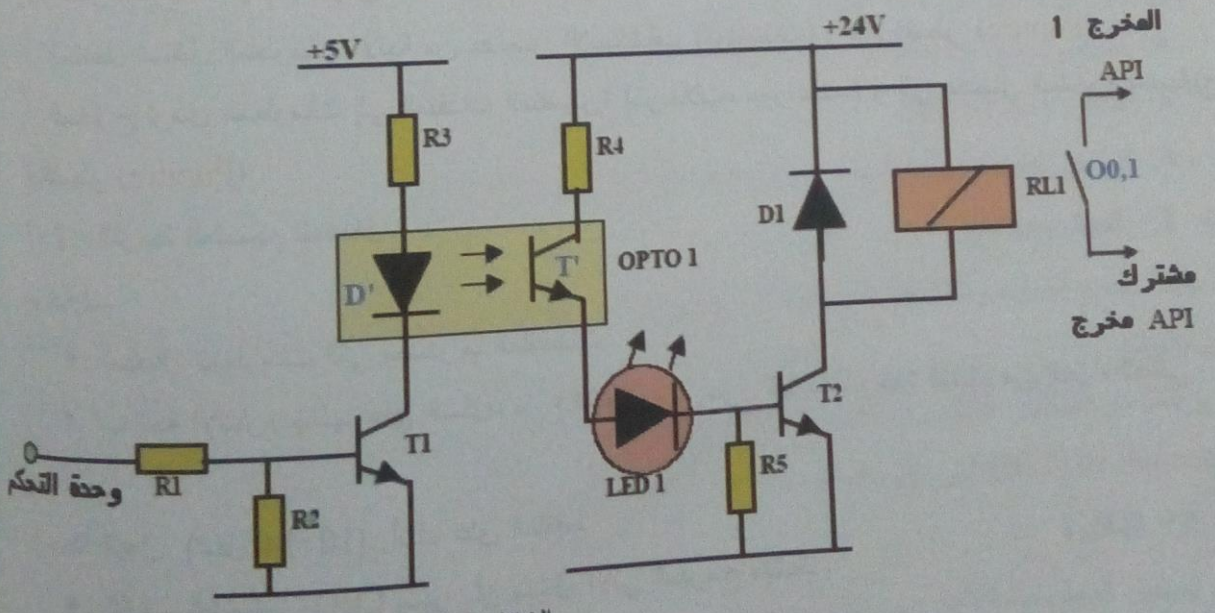
إذن أثناء تنشيط مدخل الآلي، الترابط المنسجم للمداخل يرسل 0 منطقي إلى وحدة المعالجة و 1 منطقي أثناء فتح ملامس الملتقط (المدخل غير منشط)

7-2- الترابط المنسجم للمخارج

موجهة لـــ

- التحكم في المنفذات المتصدرة و عناصر مشايرة النظام.
- تكييف مستويات توتر وحدة التحكم مع نظيراتها من الجزء العملي للنظام مع ضمان العزل بين جزء التحكم و الجزء العملي.

- مبدأ العمل



الشكل 14-11

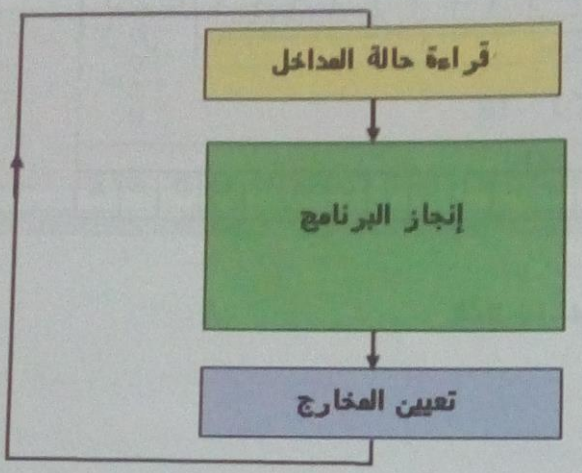
- وحدة التحكم ترسل 1 منطقي (5V)
- T1 يصبح ناقلا و منه الثنائي 'D يشتعل .
- المقحل الضوئي 'T لـــ Optocoupleur يصبح ناقلا.

- LED1 يشتعل معلنا التحكم في المخرج O0,1
- T2 يصبح ناقلا .
- تصبح الوشيعة RL1 تحت التوتر و تتحكم في غلق مملس المخرج O0,1.

بن من أجل التحكم في مخرج الآلي ، يجب أن ترسل وحدة التحكم :

- 1 منطقي من أجل تنشيط (Actionner) مخرج API
- 0 منطقي من أجل توقيف التحكم في مخرج API

8-عمل الآلي المبرمج الصناعي API



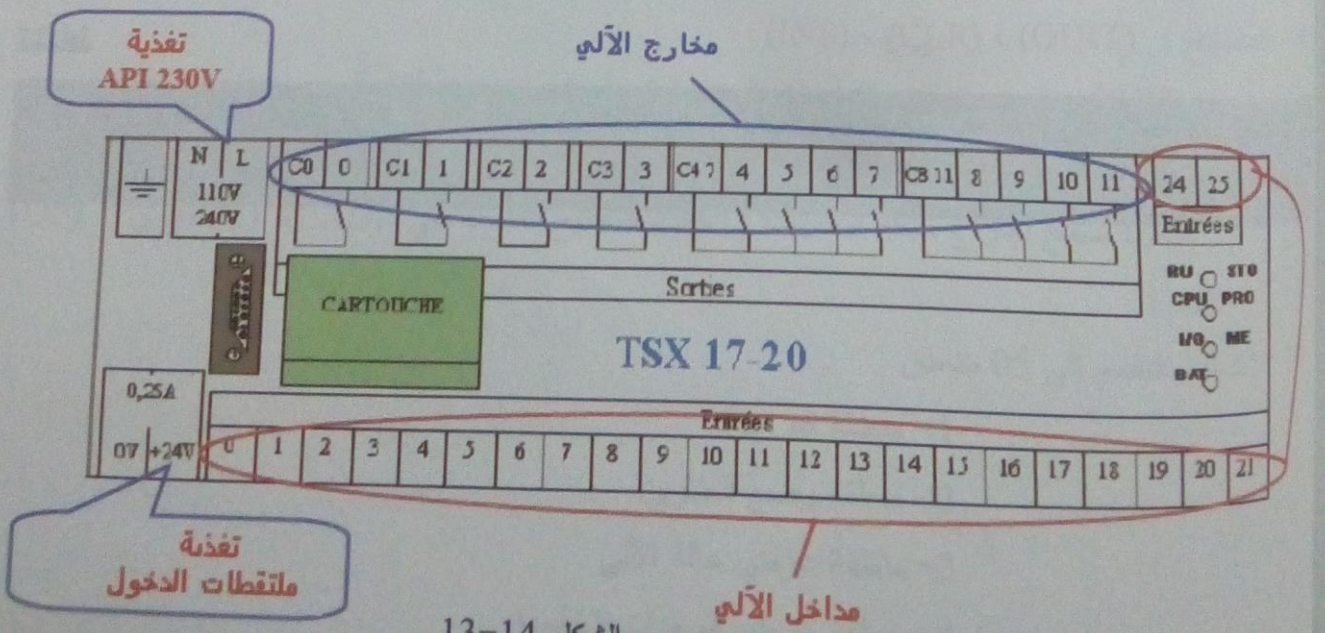
الشكل 14-12

9- تغذية الآلي المبرمج الصناعي API

التغذية المدمجة في الآلي المبرمج API، تعطي، إنطلاقا من توترات الشبكة (230V~ , 24V=)، التوترات المستمرة الضرورية لتشغيل الدارت الإلكترونية.

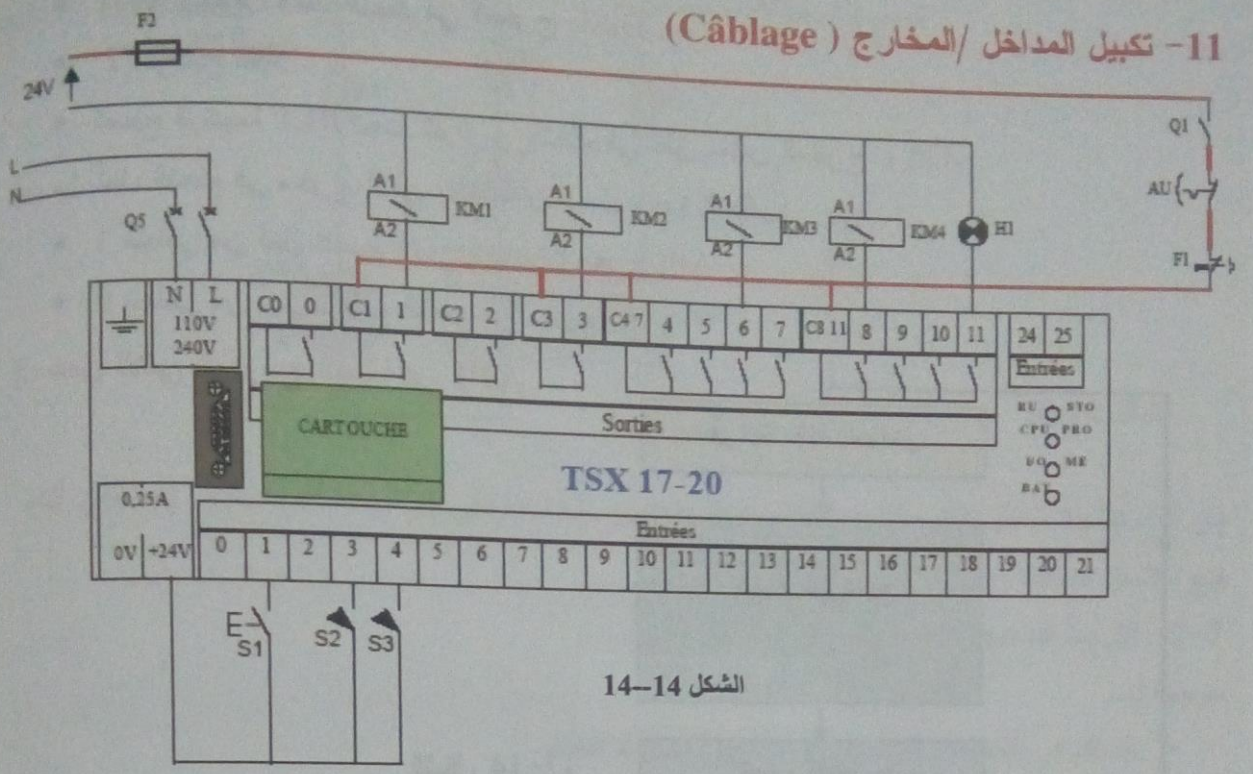
10- ربط الآلي المبرمج الصناعي API

تمثيل الآلي المبرمج TSX 17-20 (Telemecanique)



الشكل 14-13

11- تكبيل المداخل /المخارج (Câblage)



الشكل 14--14

12- وحدة البرمجة

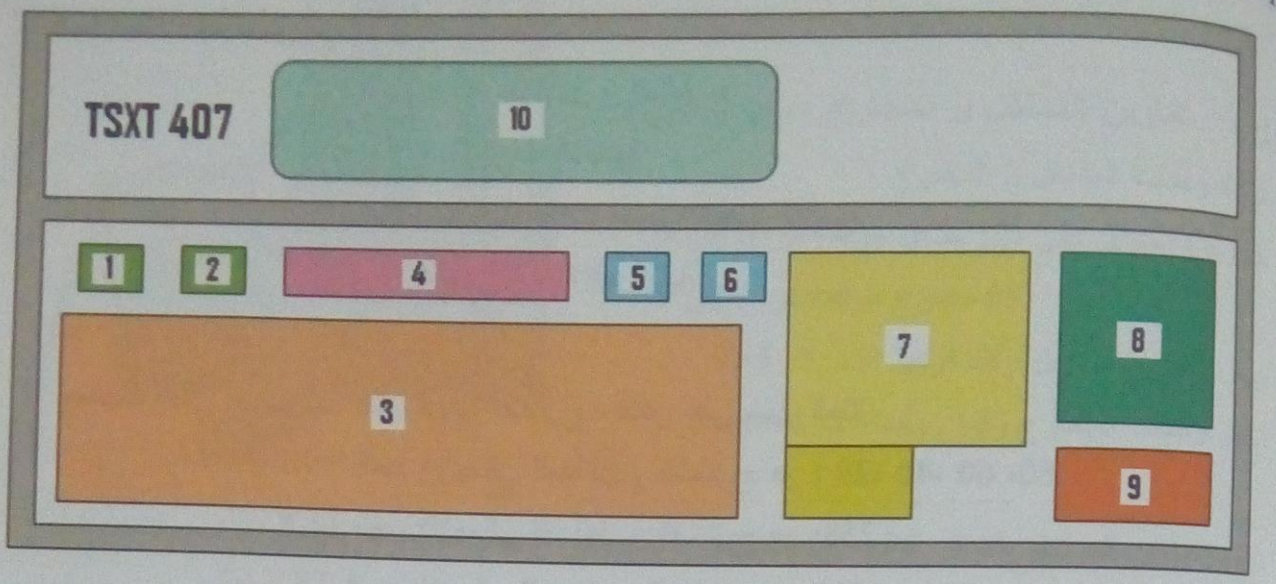
12-1 تعريف

هي عبارة عن جهاز يحمل خرطوشة لغة البرمجة و يحتوي على مفاتيح وظيفتها ترجمة مختلف لغات البرمجة إلى لغة قابلة للتنفيذ من طرف الآلي ، فهي تعتبر وسيلة حوار بين الإنسان و الآلي المبرمج من خلالها يمكن بسهولة، سواء خلال البرمجة أو بعدها ، التدخل لـــ: إلغاء، أو تصحيح، أو تغيير أو إضافة عناصر للبرنامج .

نشاط

ما هو دور وحدة البرمجة، و هل يمكن فصل و حدة البرمجة عن وحدة التحكم بعد تثبيت البرنامج في ذاكرة وحدة التحكم.

12-2- واجهة وحدة البرمجة TSXT 407



الشكل 14-15

1- زر التشغيل (ON)

2- مفتاح التوقف (OFF)

3- لوحة المفاتيح الحرفية

4- المفاتيح النشطة (تتبع مايقابلها في الشاشة)

5- مقتاح التحكم في الإضاءة (بالضغط في آن واحد على 0 أو ↑ أو ↓)

6- مفتاح الطبع (PRT)

7- لوحة المفاتيح (0،.....9 و الفاصلة)

8- منطقة المفاتيح الوظيفية

9- المفاتيح : (QUIT) ، (CLR) ، (INS)

QUIT : تسمح بعرض التعليمات الرئيسية في أي لحظة سواء أثناء أو بعد البرمجة

CLR: تمسح المعلومة أو الرمز قبل تثبيتهما في الذاكرة بـــ ENT

INS: تسمح بإدراج شبكة التماسات إذا كانت المفاتيح النشطة هي :(LAB)، (BOT) و (TOP) ظاهرة

10- الشاشة :تنقسم إلى 05 مناطق

1- منطقة البرمجة

2 - منطقة وضع العناوين

3- منطقة عرض حالة الآلي

4- منطقة عرض الوحدات الخاصة

5- منطقة الواجبات المختلفة

13- خصائص الآلي

تتمثل هذه الخصائص في :

- أقصى عدد للمداخل و المخارج
- عدد المتغييرات الداخلية
- عدد و نوع العمليات المميزة للعد و التأجيل
- زمن فحص الوحدة المركزية

14- أنواع الآلي

يصنف الآلي حسب عدد المداخل و المخارج ، نذكر على سبيل المثال :

TSX 27 العدد الإجمالي للمداخل و المخارج هو : 20، 40، 60 ،80

TSX 47 العدد الإجمالي للمداخل و المخارج هو :258

TSX 67 العدد الإجمالي للمداخل و المخارج هو :512

TSX 87 العدد الإجمالي للمداخل و المخارج هو :2048

15- أنواع وحدات البرمجة

تختلف وحدات البرمجة عن بعضها البعض بصفة عامة من حيث الوظيفة و لغة البرمجة من بينها :

TSXT 407 هي أداة البرمجة، الضبط، و المحاورة و تستعمل لغة PL7-2

TSXT 107 هي أداة للضبط و المحاورة و تستعمل كذلك لغة PL7-2

TSXT 307 هي أداة للبرمجة و الضبط و تستعمل لغة PL7-1

Zélio

(Schneider)

Zen

(Omron)

Logo

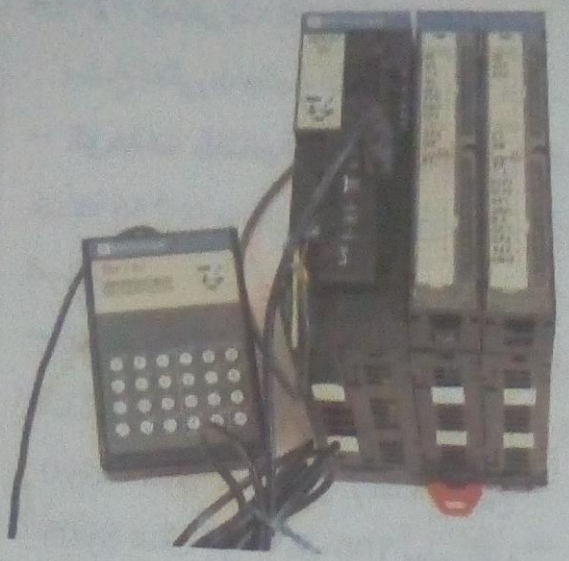
(Siemens)

Easy

(Moeller)

Millénium II

(Crouzet)



1- خصائص الآلي المبرمج TSX 27

1-1- عناوين المداخل و المخارج : يحتوي الآلي من

إلى 4 وحدات للمداخل و المخارج .

- كل وحدة تحتوي على :12 مدخل مرقمة من 0 إلى B

08 مخارج مرقمة من 0 إلى 7

- تحمل وحدات المداخل رقما فرديا :1، 3، 5، 7

- تحمل وحدات المخارج رقما زوجيا :2، 4، 6، 8

- تكتب عناوين المداخل بالشكل التالي :I i,j حيث : I يشير إلى المدخل (INPUT)

i رقم الوحدة

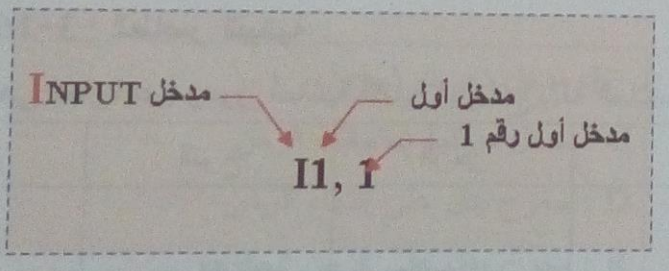
J رقم المدخل

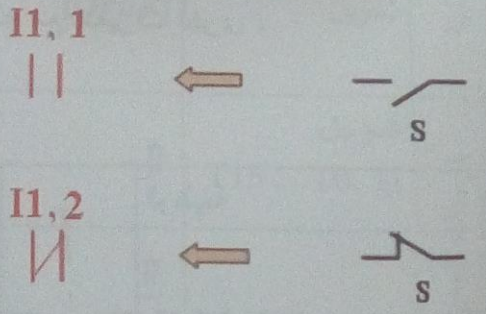
-تكتب عناوين المخارج بالشكل التالي :O i,j حيث : O يشير إلى المخرج (OUTPUT)

i رقم الوحدة

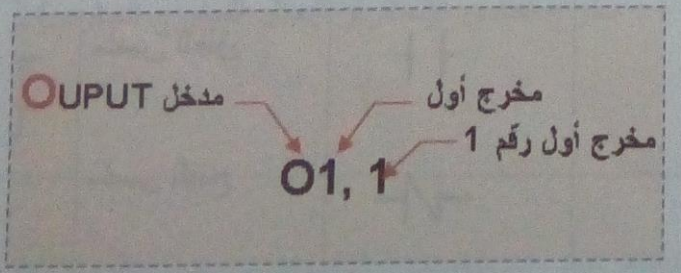
J رقم المخرج

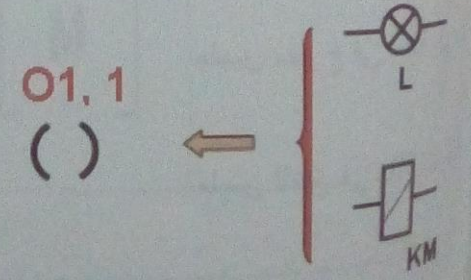
- تمثيل المداخل :





- تمثيل المخارج :





16-2- المتغيرات الداخلية

يسمح الآلي بمعالجة المعلومات بالوحدات الثنائية (Bits) أو الكلمات الثنائية (MOTS)

- **الوحدات الثنائية الداخلية : (Bits Internes)**

عددها 256 تخصص لها العناوين التالية : (B255.....B0) و تلعب دور المرحلات، لها عدد غير محدد من المماسات .

- **الوحدات الثنائية النظامية : (Bits Systèmes)**

عددها 24 و تعرف بالعناوين التالية :(Sy0 .....SY23) و لها مهام مختلفة مثلا :

Sy0، Sy1: تستعملان لإعادة التسليح

Sy05 تنتقل إلى 1 كل 100 ميلي ثانية

Sy06 تنتقل إلى 1 كل 1 ثانية

Sy07 تنتقل إلى 1 كل 1 دقيقة

Sy09 عندما توضع في حالة 1 من طرف المستعمل فإن كل المخارج تصبح في حالة 0 (RAZ)

Sy021 عندما توضع في حالة 1 من طرف المستعمل فإن كل المراحل النشطة تعود إلى حالة الراحة و تنشط المراحل الإبتدائية .

- **الكلمات الداخلية** : (Words)

عددها 128 تخصص لها العناوين التالية : W0 ,....., W127 تسمح بحفظ المعطيات المرمزة بالعشري، السدس عشر ... إلخ و تستعمل لغرض المقارنة، التحويل، .. إلخ مع متغيرات أخرى .

16-3- العناصر البيانية

وهي عبارة عن رموز أساسية لكتابة البرنامج بلغة الملامس

	النوع	الرمز	الوظيفة
عناصر التوصيل و الملامس	توصيل أفقي	——	يسمح بربط العناصر على التسلسل (ملامس، وشائع ،..إلخ)
	توصيل عمودي	|	يسمح بربط العناصر علىالتفرع (ملامس، وشائع ،...إلخ)
	ملمس للغلق	⊣ ⊢	ملمس مفتوح في حالة الراحة
	ملمس للفتح	⊣/⊢	ملمس للغلق في حالة الراحة

الوشائع		-(؟)-	إختبار الوشائع
	وشيعة عادية	-( )-	تمر إلى الحالة 1 عندما يكون خط تغذيتها في الحالة 1
	وشيعة عكسية	-(/)-	تمر إلى الحالة 1 عندما يكون خط تغذيتها في الحالة 0
	وشيعة التشغيل	-(S)-	وشيعة الوضع للواحد لإعادتها إلى 0 يجب تغذية وشيعة -(R)-
	وشيعة الوضع للصفر	-(R)-	تعيد الوشيعة -(S)- للحالة 0 عندما تمر للحالة 1
	وشيعة قفز	-(J)-	عندما تكون في الحالة 1 تسمح بالقفز لجزء البرنامج حسب الرغبة
	وشيعة محمية	-( )-	تحتفظ بحالتها عند إنقطاع التيار
متعاملات منطقية وحسابية	مقارنة	[<]	=, => , =< , < , > , <>
	حسابي	[OPER]	+ , - , . , /
	منطقي	[OPER]	و ، أو ، أو، إستبعادي
	تبديل	[OPER]	BCD ثنائي أو العكس
	إزاحة	[OPER]	دائري إلى اليمين أو إلى اليسار
	تحويل	[OPER]	تحويل سلسلة عناصر منطقية إلى كلمة أو العكس
الوحدات العملية	المؤجل T15 ...T0: Ti		E: مدخل تحريك المؤجل C : مدخل مراقبة إستهلاك الزمن D : مخرج يدل على إنتهاء الزمن R : مخرج يدل على الزمن الجاري
الوحدات العملية	أحادي الإستقرار M7...M0:Mi		S : مدخل القيادة R : مخرج أحادي الإستقرار (يمثل المخرج الجاري)

ملاحظة: هذه ليست كل الرموز التي يستعملها الآلي بل اكتفينا بالتي نحتاجها في النشاطات

17- البرمجة

- البرمجة بلغة الملامس LADDER

هي البرمجة المعتادة عند الكهربائيين ، يمكن إستعمالها لوحدها أو مشتركة مع لغة الغرافست(Grafcet) مكيفة مع الدراسة المنطقية ، وتتكون من سلسلة متوالية من الملامس .

يتم فيها التركيب مثل ما يتم في الدارة الكهربائية . نرسم البرنامج خطا بخط بين خطين عموديين يرمزان الى قطبي التغذية.

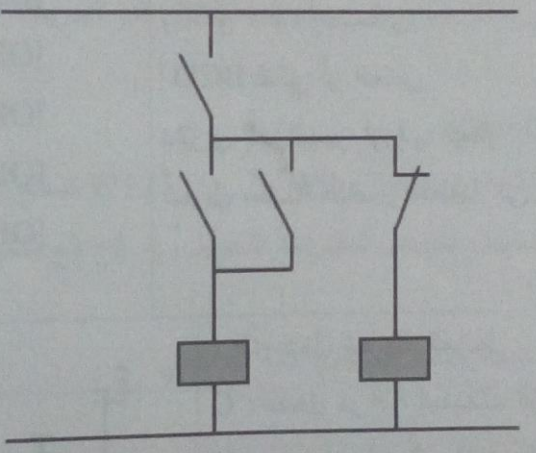
معظم الرموز موجودة داخل مكتبة، بالإضافة إلى الوشائع والملامس، كما توجد مجموعة دوال مثل (المؤجلات ، القلابات أحادية الإستقرار ،الملاقط ..إلخ) أنظر الجدول المبين أعلاه .

تمرين تطبيقي01

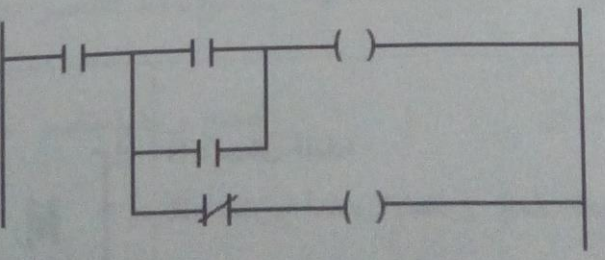
لتكن لدينا الدارة الكهربائية التالية الممثلة بالشكل 14-16

- برمجها بإستعمال لغة الملامس ؟

الحل:



الشكل 14-16 الدارة الكهربائية



الشكل 14-17 برنامج الدارة الكهربائية بلغة الملامس

تمرين تطبيقي02

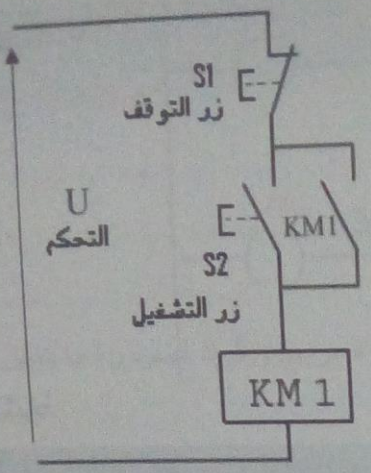
نريد برمجة الدارة الكهربائية التالية الموضحة بالشكل14-19 و التي تمثل دارة تحكم لإقلاع محرك ذي إتجاه واحد للدوران .

مراحل البرمجة : يجب وضع التسميات الخاصة بالمداخل و المخارج

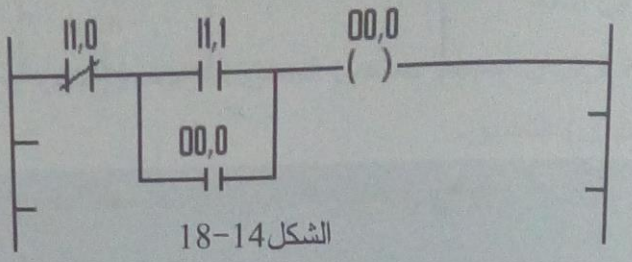
-المداخل :S1: I1,0 ، S2: I1,1

-المخارج : KM1:O0,0 ، km1: O0,1

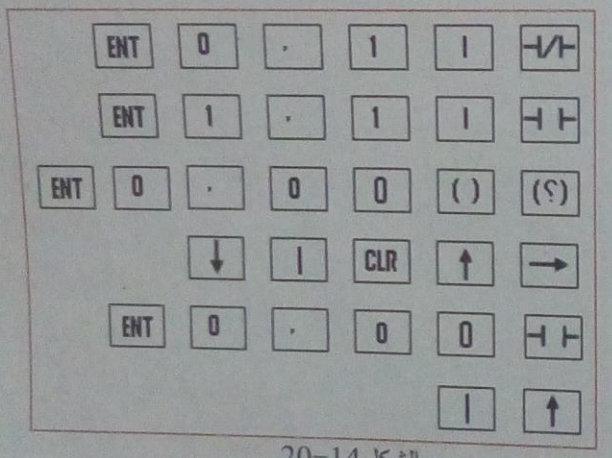
تحويل التصميم إلى تصميم سلمي بإستعمال الأوراق الخاصة بذلك



الشكل14-19



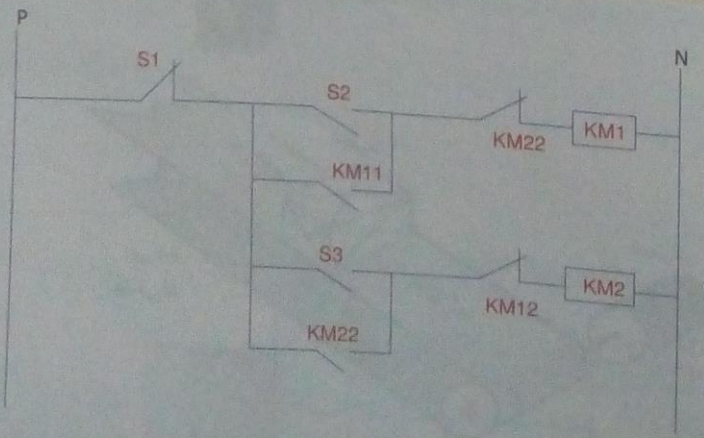
الشكل14-18



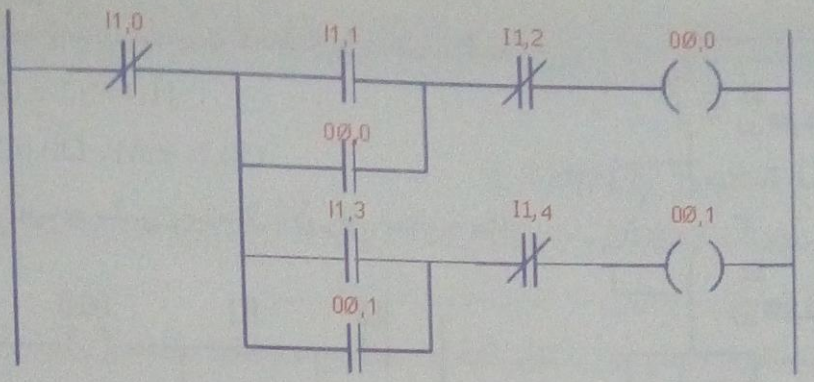
الشكل14-20

البرمجة: إنطلاقا من الشاشة نبرمج الدارة السابقة بالضغط على المفاتيح الموالية إنطلاقا من اليمين إلى اليسار

تمرين تطبيقي 3: برمج الدارة التي تمثل إقلاع مباشر لمحرك ذوإتجاهين للدوران بلغة الملامس



الحل :



نشاط

لرفع أو إنزال الطرود ، من الطابق الأرضي إلى الطابق الأول أو العكس ، نقوم بوضع محرك كهربائي ذي إتجاهين للدوران الشكل 14-21

-يتم التحكم فيه من الطابق الأرضي بواسطة علبة أزرار ضاغطة تحتوى على:

S_1: توقف

S_2: تشغيل (رفع)

S_3: تشغيل (إنزال)

و من الطابق الأول بواسطة علبة أزرار ضاغطة تحتوي على :

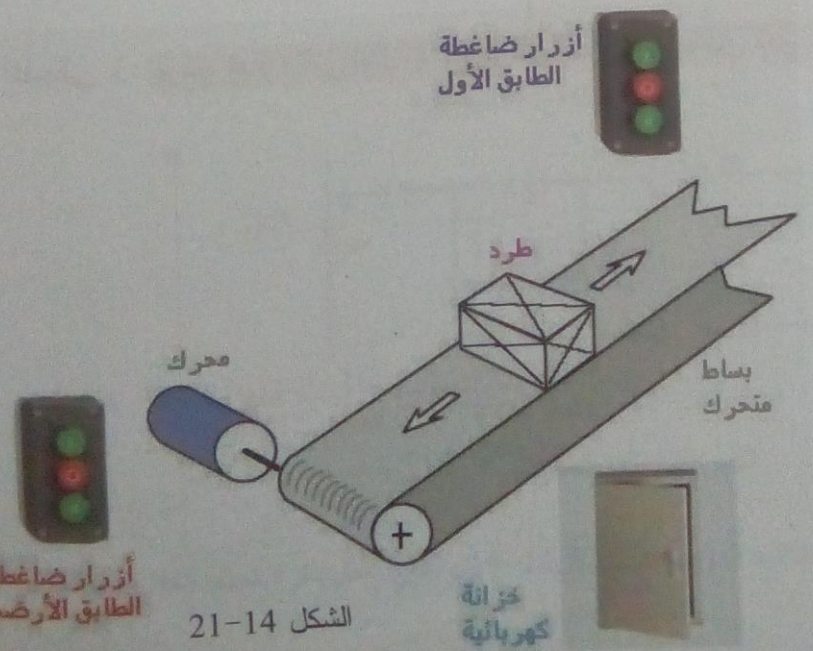
S_4: توقف

S_5: تشغيل (رفع)

S_6: تشغيل (إنزال)

1- أوجد دارة التحكم لهذا النظام؟

2- برمج هذه الدارة بإستعمال لغة الملامس ؟



الشكل 14-21

تمارين

تمرين 01:

- قارن بين المنطق المربوط و المنطق المبرمج من حيث التعقيد ، التطبيق ؟

تمرين 02:

لديك تركيبان أحدهما يستعمل المنطق المربوط و الأخر يستعمل المنطق المبرمج و تريد لضرورة ما تغيير (إستبدال) التطبيق.

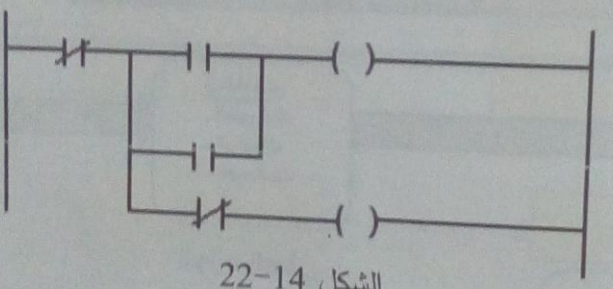
1- ماذا يجب أن تفعل لتغيير التطبيق في الحالتين ؟

2- ماذا تستنتج ؟

تمرين 03:

لتكن الدارة الكهربائية التالية المبرمجة بلغة الملامس الشكل 14-22

1- أوجد هذه الدارة إنطلاقا من الدارة المبرمجة.



الشكل 14-22

تمرين 04:

أوجد تصاميم الدارات الكهربائية الممثلة للمعادلات المنطقية التالية

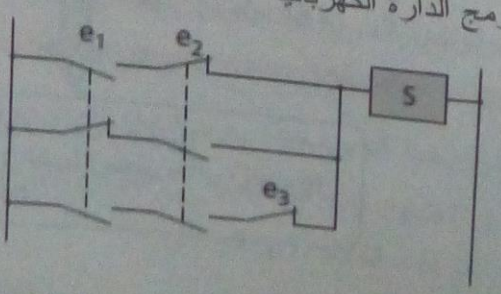
$Y=A.B+C$

$F=(A+B).C$

$H=F+Y$

$Z=\bar{A}.B(C+A)$

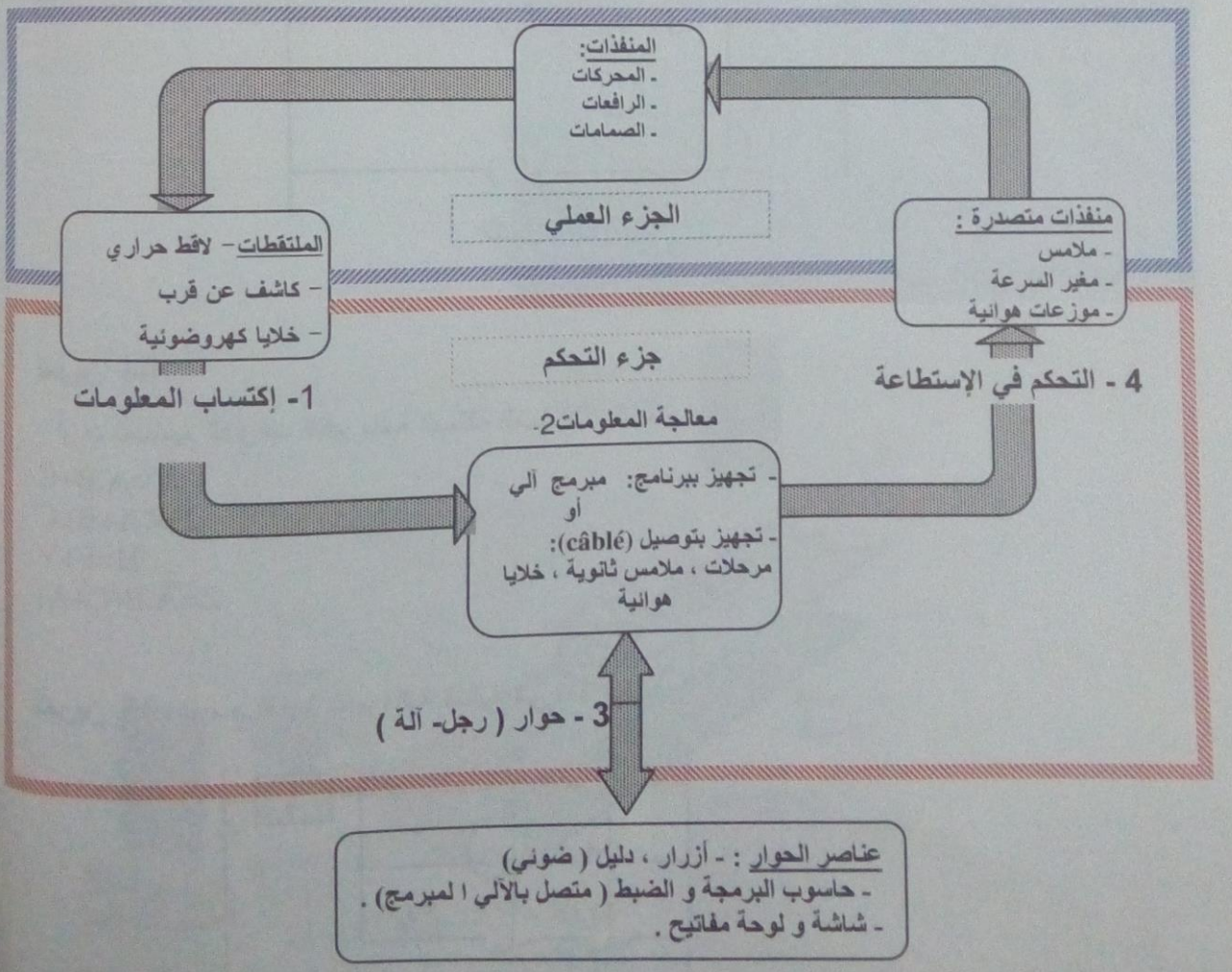
تمرين 05: برمج الدارة الكهربائية التالية إلى لغة التلامس



15 الأنظـمة الآلـــية

1 تعريف : نسمي آلة أو نظام آلي عندما يسمح أسلوب المعالجة بالانتقال من الوضعية الابتدائية إلى الوضعية النهائية دون تدخل الإنسان، يكون مكررا كلما توفرت الشروط المميزة للوضعية الابتدائية .

2- هيكلة النظام الآلي:



3- الجزء العملي : La partie opérative (PO)

يقوم بمعالجة المادة الفعلية أو المنتجة (مادة العمل)، يحتوي عامة على: منفذات، مجموعة آلات ميكانيكية تسمح بإعداد أسلوب المعالجة.

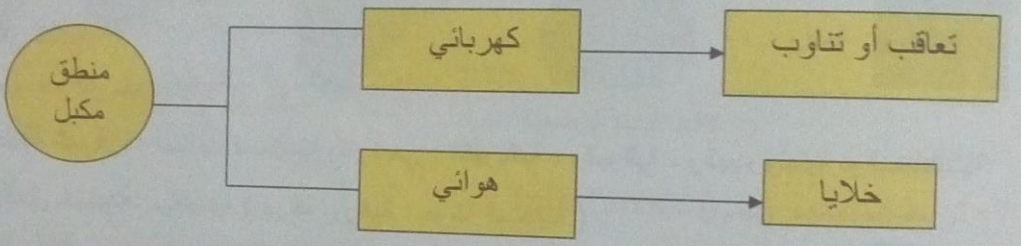
مثال:

- محرك كهربائي لتدوير بساط متنقل وهذا للإخلاء .
- رافعة هيدروليكية تحقق فتح وغلق مضغط .
- كهروصمام يسمح بمرور السوائل.

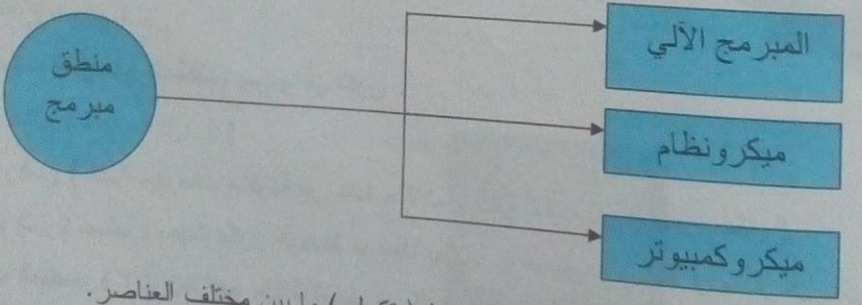
4- جزء التحكم :La partie commande (PC)

يقوم ببعث الأوامر للجزء العملي، ويتحصل على معلومات في العودة من أجل ربط الأفعال، يمكن تحقيقه حسب نوعين من التكنولوجيا :

المنطق المربوط (logique câblée): يمكن معالجة المعلومات على التوازي، أي إثارة عدة مكونات في وقت واحد.



المنطق المبرمج (logique programmée) : يعمل بطريقة تعاقبية أي تنفيذ عملية واحدة عنصرية في المرة الواحدة .



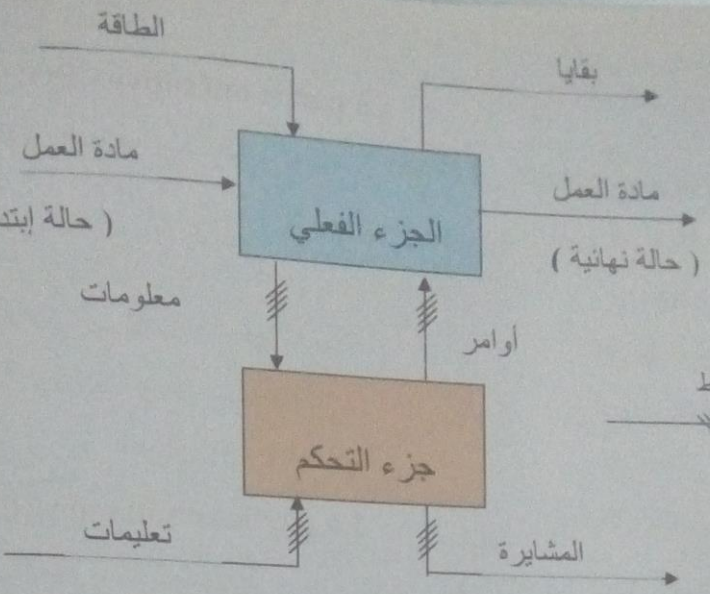
1-4 التكنولوجيا المربوطة: تعرف الشبكة بالربط (تكبيل) ما بين مختلف العناصر.

- التغيير في التشغيل ينتج عنه تغيير في التكبيل.

2-4 التكنولوجيا المبرمجة: يعرف عمل الشبكة ببرنامج منفذ بطريقة دورية لأسلوب المعالجة .

- تغيير التشغيل ينتج عنه تغيير في البرامج فقط دون اللجوء إلى ربط الملتقطات والمنفذات المتصدرة .

تختصر الشبكة ذات النظام الآلي كما يلي :



5- المنفذات :Actionneurs

- **تعريف** : يتلقى المنفذ الطاقة الناتجة من منبع خارجي ويحولها إلى فعل فيزيائي.

رافعة

- **تقسيم المنفذات** : يمكن تقسيمها بدلالة :
- طاقة البدء (الطاقة الموفرة).
- الفعل الناتج.
- المعلومات المرسلة للمنفذ.

* **الطاقة الموفرة:** الطاقات المستعملة بكثرة هي : الكهربائية ، والهوائية ، والهيدروليكية ،والمغناطيسية.
* **الأفعال الناتجة:** ميكانيكية (حركة دورانية ، حركة انسحابية) .
- وضع إشارات أو المشايرة (SIGNALISATION) .
- رفع أو خفض درجة الحرارة.
- إنتاج صوت
- إنتاج شعاع ضوئي ، ليزر

محرك

***المعلومات المرسلة للمنفذ** : يمكنها أن تكون :
- منطقي ثنائي (معلومة 0 ، 1)
- منطقي رقمي (كلمة معلومات متكونة من عدة حالات منطقية ثنائية لديها تفسير مدقق)
- تماثلي (إشارة مستمرة بحيث يكون الوسيط مرتبطا بعلاقة رياضية مع وسيط أو مقدار فيزيائي)
- **المنفذات المتصدرة** : تقوم بتسيير طاقة التحكم في المنفذات عندما تكون استطاعتها أكبر من 10 واط تقريبا.

أمثلة:

ملامس

موزع هوائي

مغير السرعة

ملاحظة : تسمى أيضا المنفذات Effecteurs العناصر التي تحول فعل المشغلات Actionneurs إلى مفعول عملية على الجزء العملي مثال : محرك يدير بساط ، المحرك يعتبر مشغل والبساط منفذ .

6- الملتقطات

- **تعريف** : عبارة عن عضو يحول مقدار فيزيائي إلى مقدار كهربائي.
- **تقسيم الملتقطات** : يمكن تقسيمها حسب :
- طبيعة المقدار الفيزيائي الملتقط .
- نوعية الإشارة المرسلة .

تقتصر دراستنا على اللواقط ذات المقادير الميكانيكية .

• ملتقطات ذات مقادير ميكانيكية تهتم بالوسائط التالية:

- إثبات الوجود
- انتقال خطي و زاوي
- سرعة ، تسارع
- قوة ، عزم
- ضغط
- اجهادات

لاقط سعوي

لاقط ضوئي

لاقط إثبات الوضعية

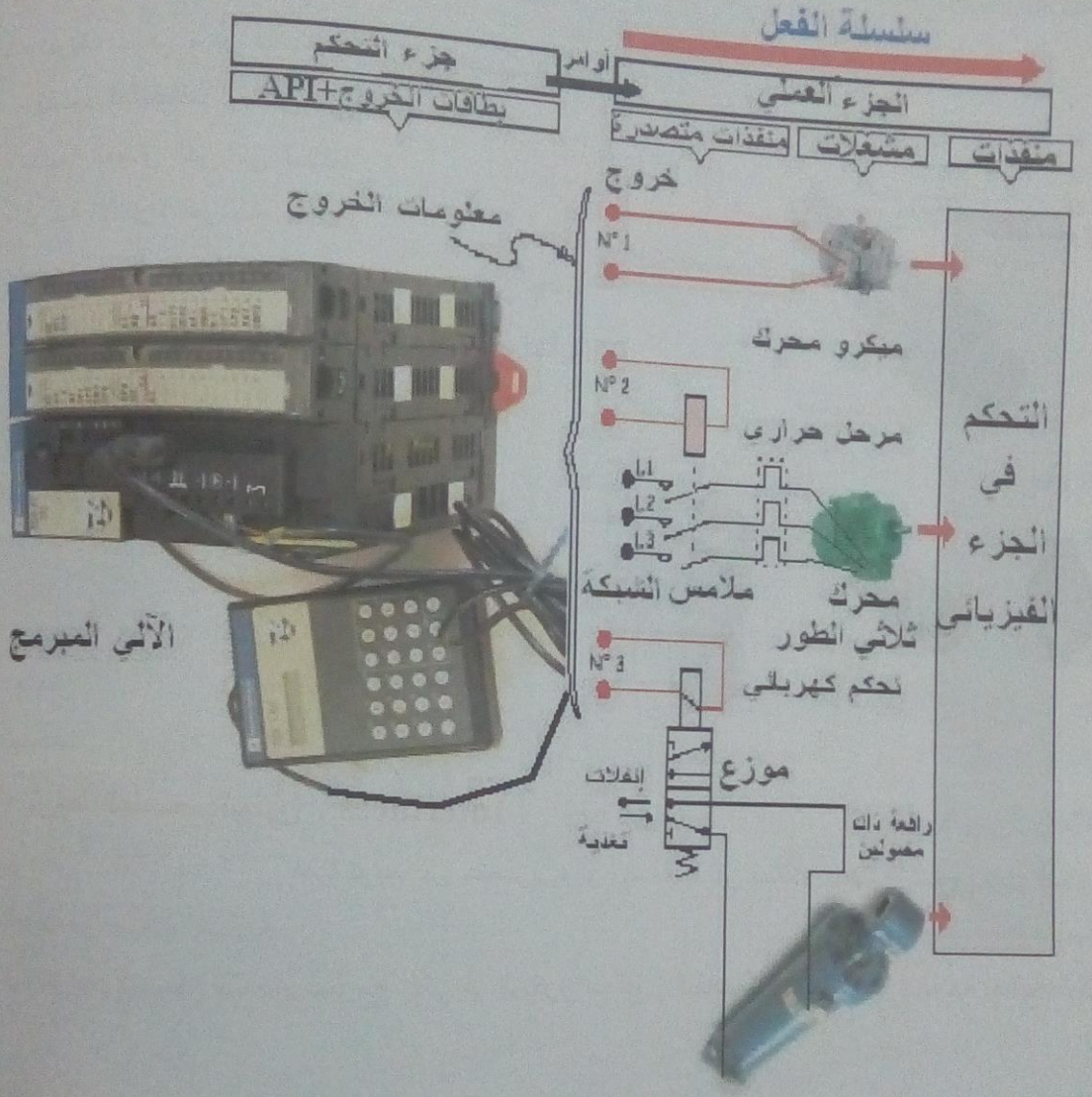
7- ترابط المنسجم (بيني) : Interfaces

عبارة عن منطقة حقيقية أو وهمية تربط بين عنصرين، أو وصلة ما بين عتاد و برنامج تسمح بتبادل المعلومات المشتركة فيزيائية أو منطقية.

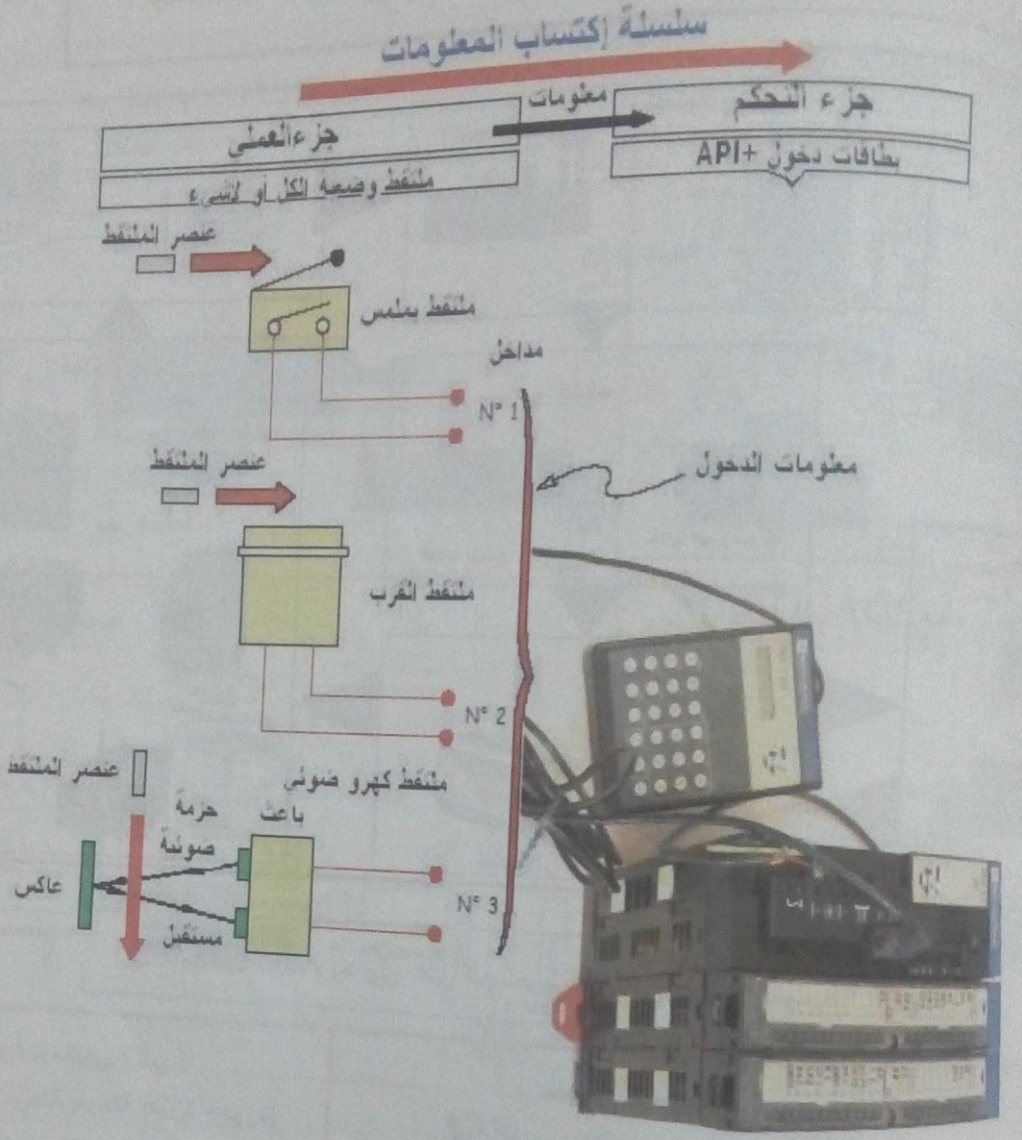
مثال: الترابط المنسجم للواحق المبرمج الآلي أو الميكرو معالج (الطابعة، الشاشة، الفأرة، لوحة مفاتيح ...الخ).

حاسوب البرمجة FT2100

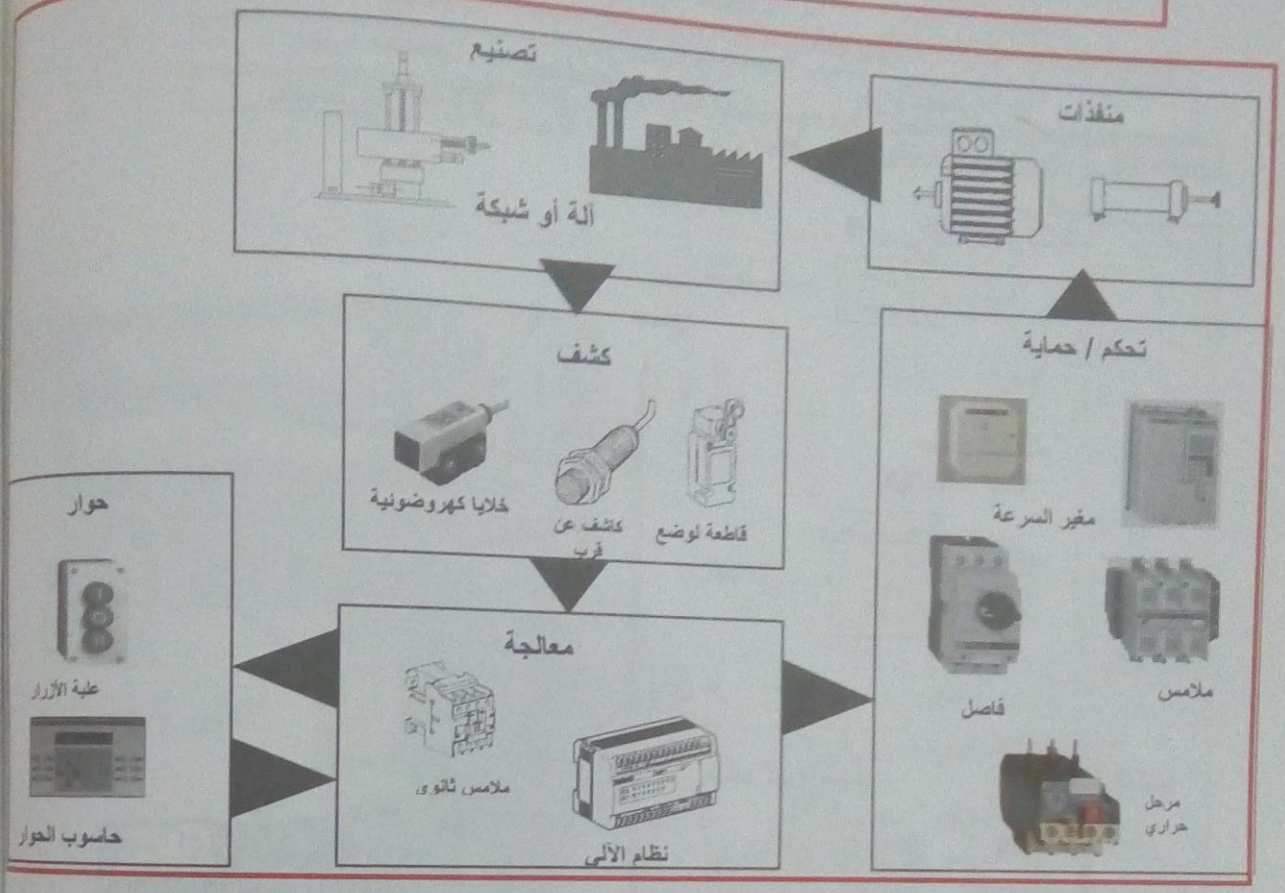
مثال : العناصر المكونة لسلسلة الفعل CHAINE D' ACTION



العناصر المكونة لسلسلة إكتساب المعلومات CHAINE D' ACQUISITION



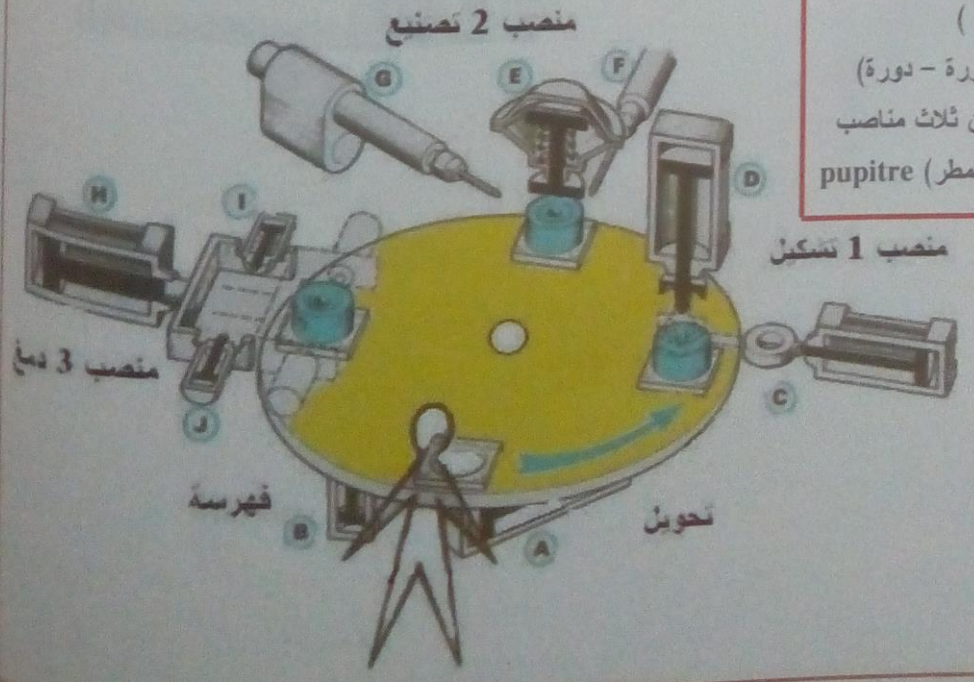
مركبات النظام الآلي



مثال : نظام يحتوي على آلة تحويل دوراني لثلاث مناصب

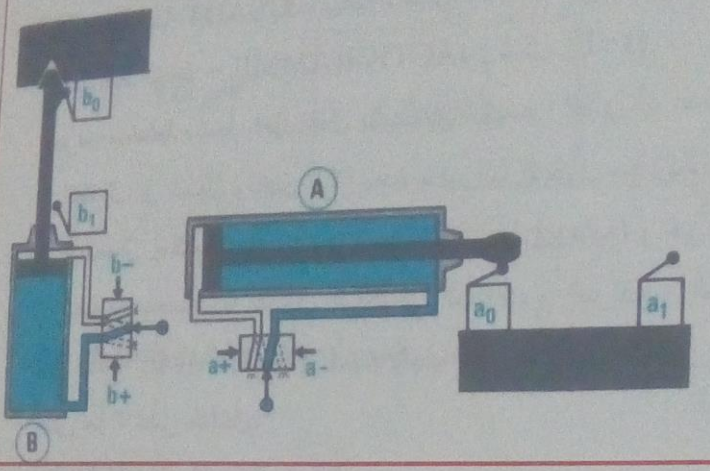
عمل : - أوتوماتيكي (آلي)
- مرحلة بمرحلة (دورة - دورة)
- تحكم منفصل مابين ثلاث مناصب

عن طريق مقرأ (قمطر) pupitre

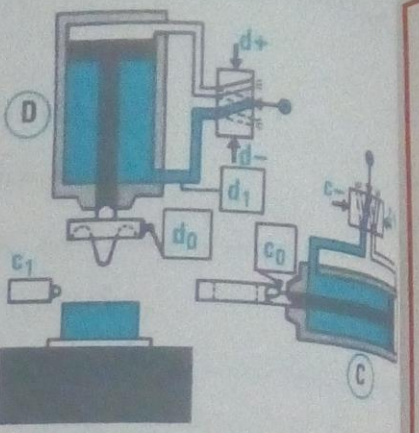


رسم جزء الاستطاعة و الملتقطات المستعملة في النظام السابق

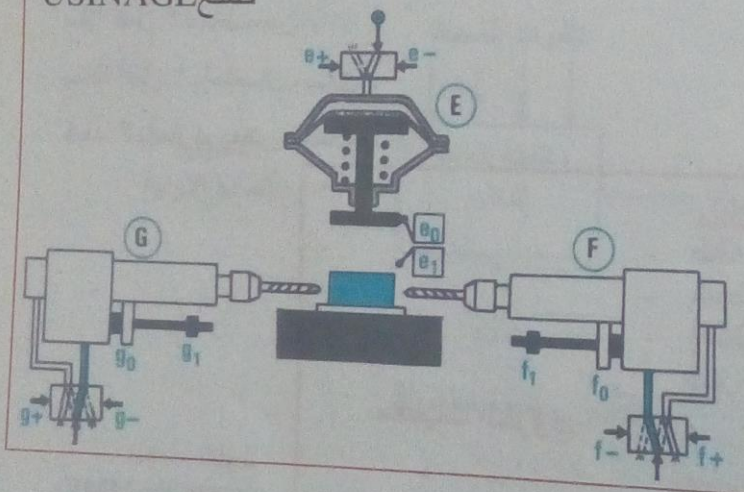
تحويل TRANSFERT



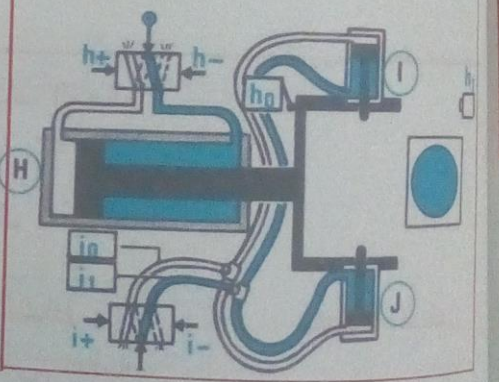
تشكيل FORMAGE



صنع USINAGE



طبع أو دمغ MARQUAGE



8- طريقة التحليل الوظيفي للنظام : تستند على ثلاث مقاربات متكاملة :

- المقاربة الوظيفية : تصاغ بعمليات حول تدفق الخصائص (المقادير الفزيائية) المرتبطة بالمادة الخام : استعمال منحنى مترابط يصف النشاطات ACTIGRAMME .
- المقاربة الوظيفية الزمنية: استعمال م ت م ن GRAFCET ، مخططات زمنية .
- المقاربة المادية: استعمال رسم تقني، رسم، وثائق الصانع.

8-1 طريقة SADT : (Structured Analysis and Design Technique)
(Technique structurée d'analyse et de modélisation des systèmes)

يتطلب فهم الأنظمة و الهدف التقني من الدراسة :

- الفعل المطبق حول محيطيها .
- التنظيم الوظيفي و الهيكلي .

لتسهيل الدراسة يمكننا :

- تجسيم النظام
- وضع تماثيل بيانية لتجميع هذا الجسم .

تترجم طريقة SADT بأداة بيانية لتمثيل المجسم الذي يحتوي على مجموعة نشاطات النظام (Actigrammes)

* مخطط نشاط – ACTIGRAMME: (شكل 15-1)

يعرف مخطط نشاط بفعل عمل بحيث يولد ويسير إحدى أو عدة معطيات للخروج بعد :

- تحويل ،و تعديل وتغيير حالة عدة متغيرات الدخول مع زيادة القيمة المضافة .
- إستعمال إمكانيات أحد أو عدة سندات النشاط (فعالية) و هي عبارة عن وسائل تقنية و بشرية .
- إحترام معطيات و عوائق التحكم في الطاقة ، و المراقبة و الضبط أو الاستغلال .

إذن يكتب ACTIGRAMME بالإجابة على الأسئلة : (شكل 15- 2)

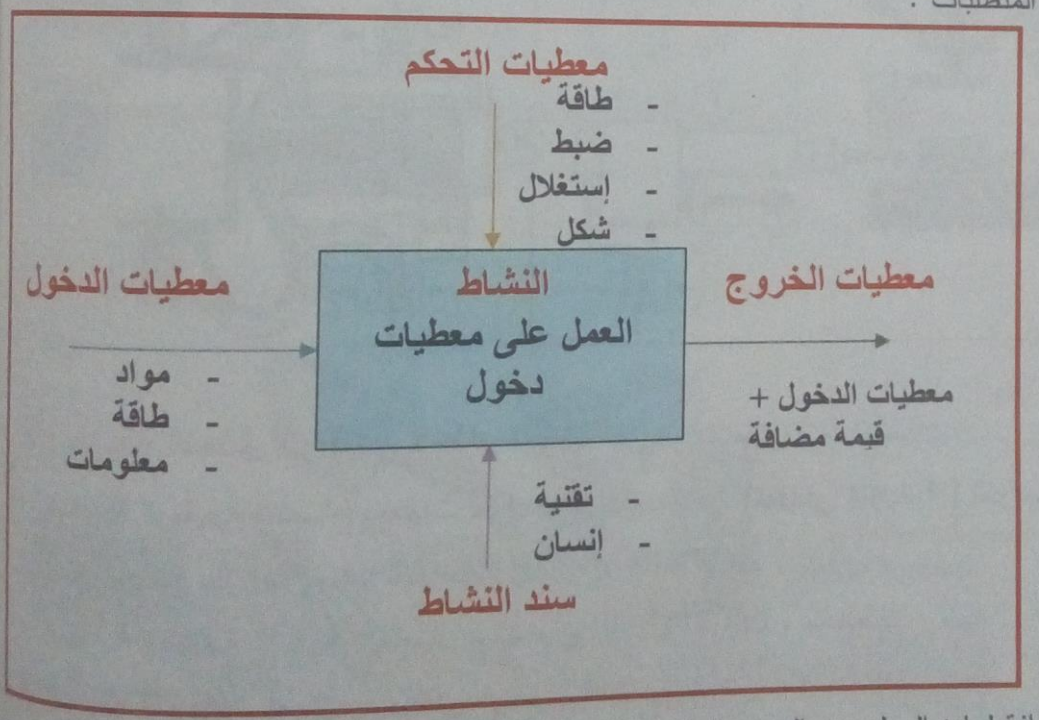
على ما ؟ على مداخل.

لماذا ؟ لإعطاء القيمة المضافة .

ماذا أفعل ؟ نشاط معين .

بماذا أفعل ؟ بإستعمال وسائل .

كيف ؟ بإحترام بعض المتطلبات .



مجسم عام لـ ACTIGRAMME

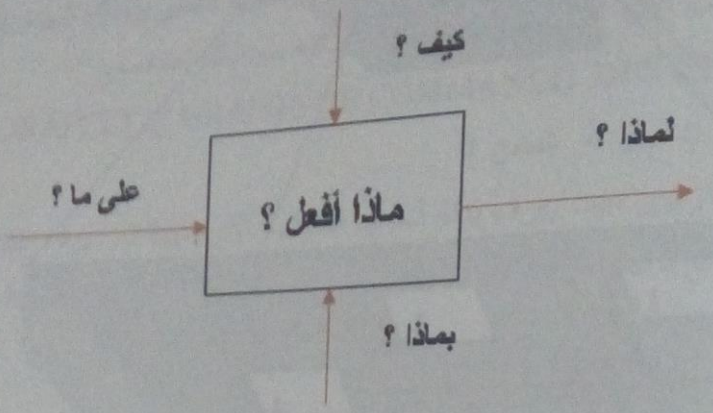
شكل 15- 1

ملاحظة : القيمة المضافة لمادة العمل هي الهدف العام للتعريف ،وإبتكار و تحقيق ثم تعديل النظام.

تحقق هذه القيمة مثلا : – تعديل فيزيائي لمادة العمل .

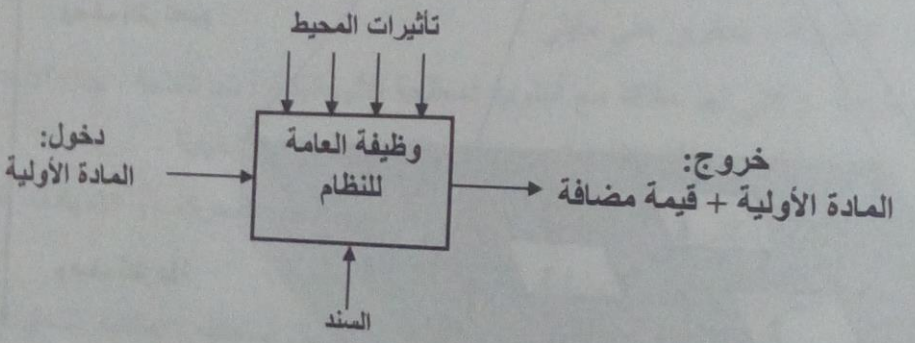
- معالجة ميكانيكية (تصنيع – تشكيل – سحق – طبع)
- معالجة كيميائية أو بيولوجية.....إلخ

القيمة المضافة = الحالة النهائية – الحالة الإبتدائية



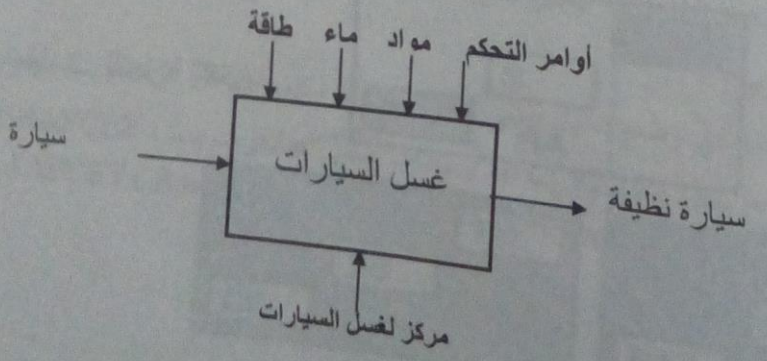
شكل 15-2

2-8 **الوظيفة العامة أو الشاملة للنظام** : هي العمل الذي يقوم به النظام لتغيير مادة الاستخدام (المادة الأولية) تحت تأثيرات المحيط الخارجي إلى مادة نهائية .



تمثيل وظيفة نظام آلي.

مثال: مركز آلي لغسل السيارات:

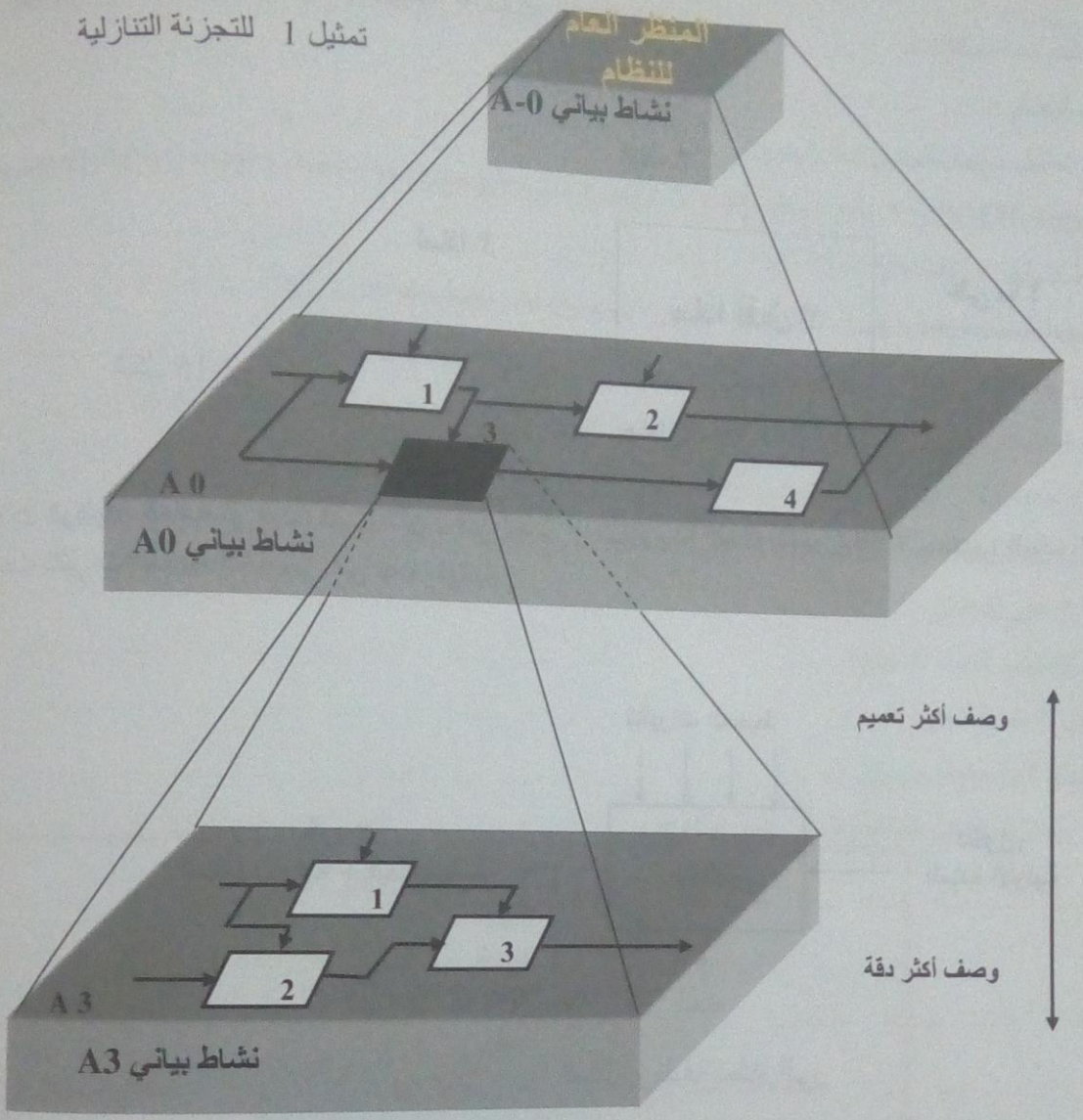


تمثيل وظيفة نظام آلي لغسل السيارات.

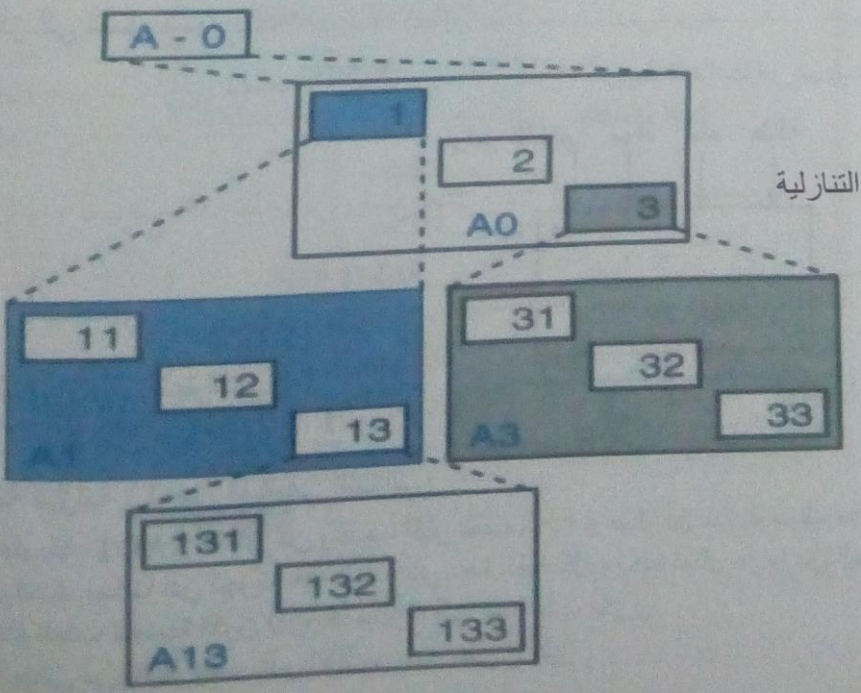
3-8. **تجزئة تنازلية (تحليل الوظيفي التنازلي)** :

إن تطبيق الطريقة SADT تنطلق من وصف أكثر تعميما، إذا فرضنا أن هذا الوصف موجود داخل مركب واحد ممثل بعلبة واحدة، يمكننا إذن تجزئة هذه العلبة إلى عدة علب كل واحدة تمثل جزءا من العلبة الموالية. و بالتالي كل واحدة من هذه العلب الجديدة تكون بدورها مجزأة إلى عدة علب أخرى.
يتكون نشاط بياني من ثلاثة علب على الأقل و ستة على الأكثر.

تمثيل 1 للتجزئة التنازلية



تمثيل 2 للتجزئة التنازلية



9- دفتر الشروط : نظام آلي صناعي يحتوي على دفتر شروط منجز من طرف عدة أطراف مستعملة للجهاز . الاجهادات التقنية تحتوي على تعليمات مرتبطة مع جزء التحكم والجزء العملي وكذلك الحوار مع المستعمل، لذلك يتطلب لرجال الأنظمة الآلية استعمال أدوات وصف بيانية سهلة للقراءة تسمى :

GRAFCET :(GRAPHE DE COMMANDE DES ETAPES DE TRANSITION) أي بيان التحكم في مراحل الإنتقال (م ت م ن أو المتمن) .

- تعريف : هذا العمل يقوم به الزبون حيث يعرف بدقة أسلوب المعالجة الأتوماتكية المرجوة : الهدف المطلوب (تصنيع ، ترتيب السلع ، معلومة ، إلخ) ، الآلة التي يمكن إستعمالها ، أسلوب المعالجة المقترح (أمر بتطبيق مختلف أجزاء العمل) ، إمكانية تغيير ، محيط ، إلخ .

- **أهمية دفتر الشروط** : لا يمكن تقدير أهمية كل عملية متتالية لتحقيق نظام آلي لأنها تتغير حسب تعقيد المسألة المراد حلها ، إختيار تكنولوجيا و عدد التجهيزات المتشابهة إلخ ، يمكننا القول أن تثبيت دفتر الشروط يمثل أهمية كبرى في ثمن الإجمالي لهذا النظام .
- **محتوى دفتر الشروط** : يحتوي على مايلي :
- ميزات وظيفية : التي لها علاقة مع أسلوب المعالجة الأتوماتيكية : شد القطعة ، جعل الأداة في حركة ، تحريك القطعة ، إلخ . الأمن الوظيفي موجود كذلك في الميزات الوظيفية .
- ميزات تكنولوجية : التي لها علاقة بطبيعة اللواقط و خصائص المحركات و الإجهادات الناتجة عنها . مثال : درجة الحرارة ، توتر التغذية ، ضغط الهواء المضغوط .
- ميزات فعلية :التي لها علاقة مع وظيفة النظام الآلي في مجال إستغلاله : إمكانية إشتعال ، إمكانية تغيير ، سهولة الصيانة والتصليح ، إلخ .

هذه الميزات كثيرة ومتنوعة . لا يعرف الزبون جيدا النظام الآلي، وبالتالي نجد بعض الأخطاء والنسيان في دفتر الشروط ، فلا بد من تصحيح الأخطاء . يعتبر دفتر الشروط مهما جدا رغم صعوبة الحصول على السير الجيد للنظام الآلي للمشروع .

بهدف تسهيل حل المسائل ذات نظام آلي وضع تمثيل بياني لدفتر الشروط مكيف مع كل الوضعيات، ويعرف المسائل دون نزاع ممكن ، بوضوح جيد، برسم وقراءة جد بسيطة . يسمى هذا الرسم بـــ : GRAFCET.

l'AFCET (Association Française de Cybernétique Economique et Technique)

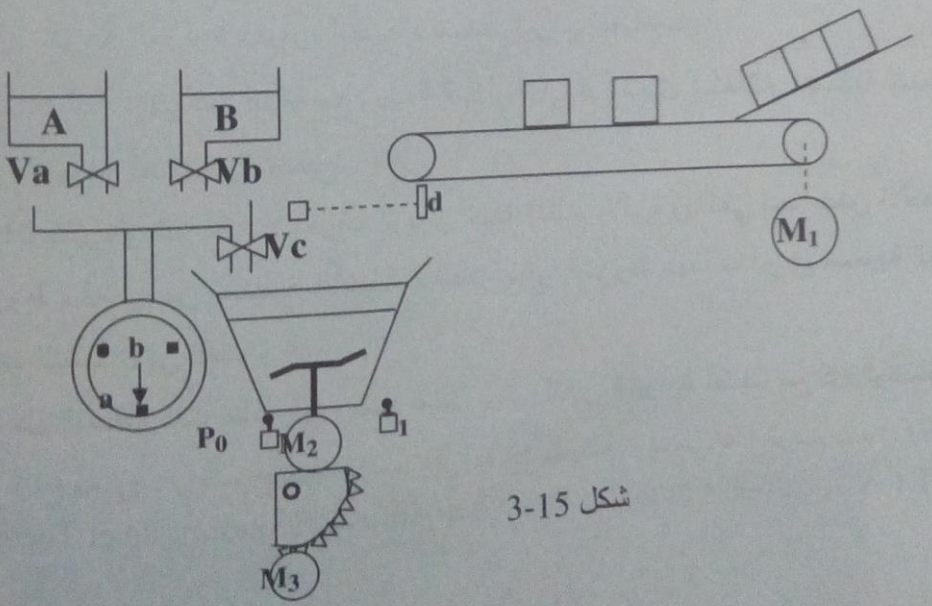
نظام آلي لصنع خليط

تمرين تطبيقي :

1. دفتر الشروط المبسط:

- الهدف من التالية:
يجب على النظام أن ينجز في أدني وقت ممكن و بصفة مستمرة خليط مركب من مادتين سائلتين A و B و أقراص (قابلة للذوبان).
- المواد:
تتمثل الأقراص في مسحوق متماسك و قابل للذوبان في خليط (A + B). يمكن للخليط النهائي أن يأخذ تركيبات متغيرة حسب (كمية المادة A، كمية المادة B، عدد الأقراص).
- وصف الكيفية:
لا تحتاج المواد السائلة A و B إلى مزج أولي. تطلق الأقراص بدون إهمال (إتلاف) في إناء فارغ أو مملوء.
تمزج المواد الثلاث لمدة مفروضة و على حسب التركيبة.
لا تبدأ عملية المزج إلا في حالة وجود المواد الثلاث. يجب أن تستمر عملية المزج أثناء تفريغ الخليط النهائي.
استغلال:
- يستلزم حضور عامل لقيادة و مراقبة النظام،
– توقيف أسبوعي للصيانة.
- الأمن:
حسب القوانين المعمول بها.
- وجودية:
توقيف بسبب عطل محدود لمدة 30 دقيقة.

2. هيكل الجزء العملي: (شكل.15-3.)



شكل 15-3

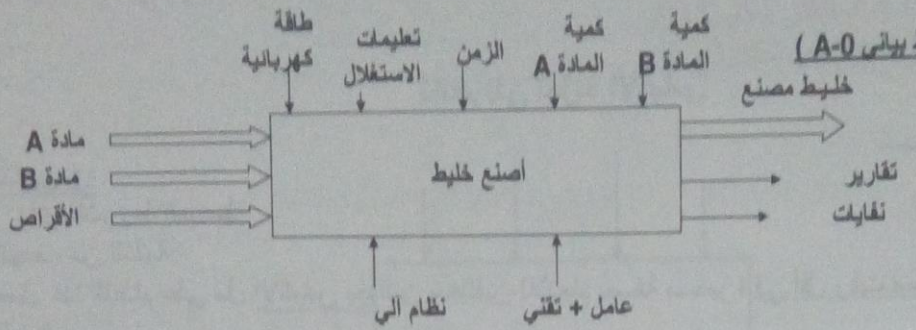
3. **لمطلوب:**

إنجاز التحليل الوظيفي التنازلي:

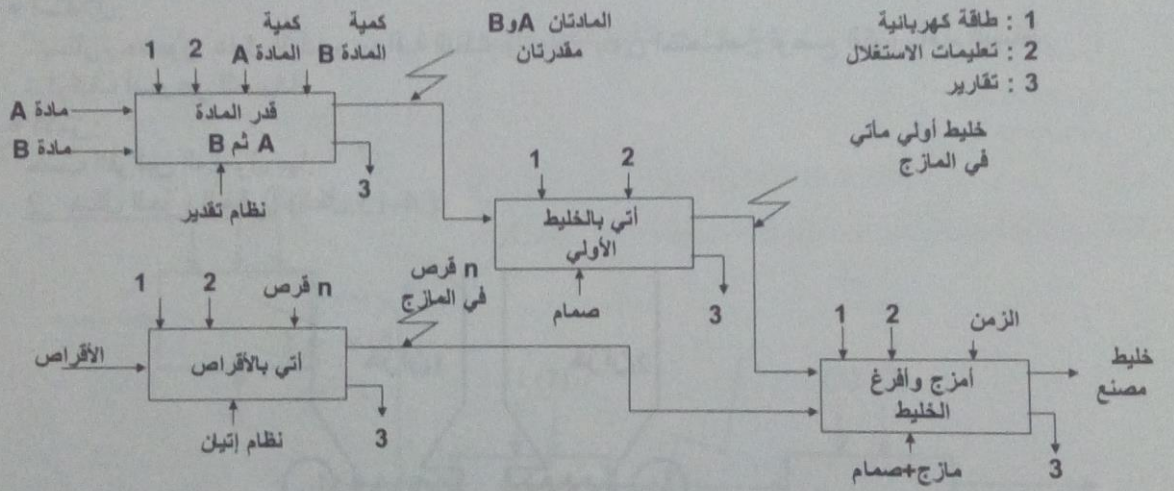
- النشاط البياني (A-0)،
- النشاط البياني (A0)،

التحليل الوظيفي:

1) الوظيفة الشاملة : (نشاط بياني A-0)



2) التحليل الوظيفي التنازلي:(نشاط بياني A0)



تمارين

نظام آلي لملء الأكياس

- **تمرين 1:**

1. دفتر الشروط المبسط:

- الهدف من التآلية:

يعمل هذا النظام على مل الأكياس بغذائين مختلفين للأنعام بصفة مستمرة في أقل وقت ممكن.

- المواد:

يخزن أحد الغذائين في الخزان 1 بينما يخزن الأخر في الخزان 2.

- وصف الكيفية:

يتم وزن الغذاء1 ثم الغذاء2، و عند نهاية هذه العملية يفرغ محتوى وعاء الوزن في البساط المتحرك لملء الكيس.

قد يتسرب كمية قليلة من المادتين أثناء وضع الكيس أمام البساط.

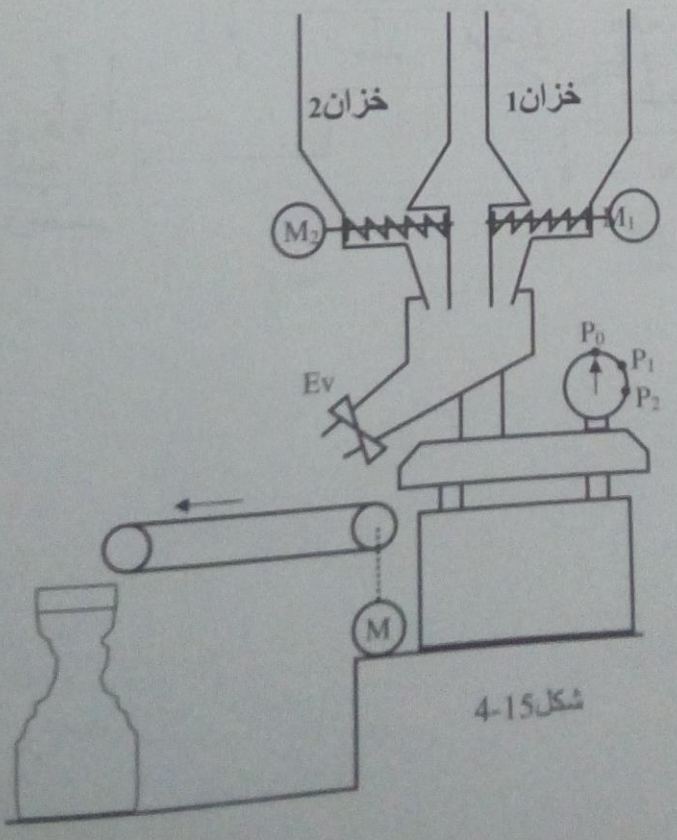
- استغلال:

- يستلزم حضور عامل لقيادة و مراقبة النظام،و عامل بدون اختصاص لوضع الكيس أمام البساط.
- توقيف أسبوعي للصيانة.

- الأمن:

حسب القوانين المعمول بها.

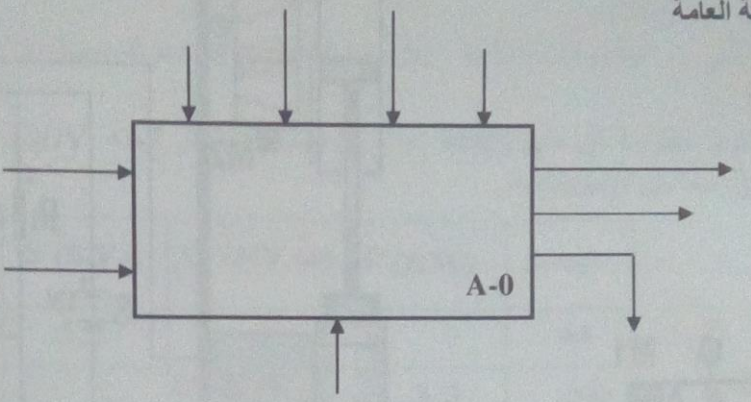
2. هيكل الجزء العملي: (شكل.15-4.)



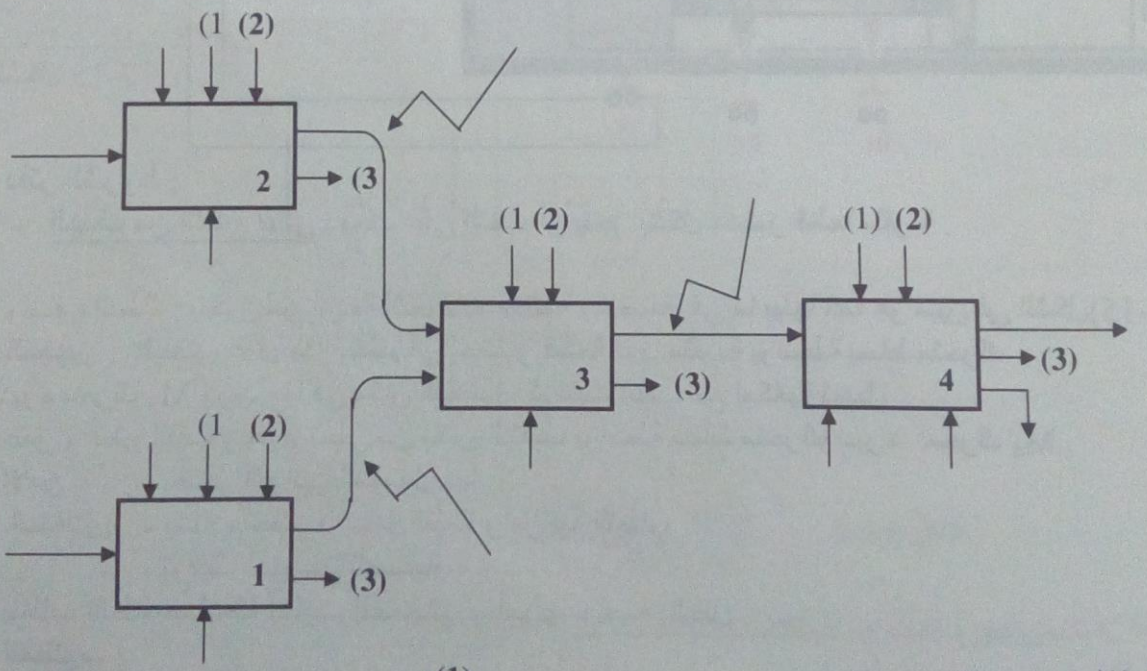
شكل15-4

3. **المطلوب:**

- إنجاز التحليل الوظيفي التنازلي:
- أتمم النشاط البياني (A-0)، أنظر شكل.15-5.
- أتمم النشاط البياني (A0)، أنظر شكل.15-6.



شكل.15-5. النشاط البياني (A-0).



شكل.15-6. نشاط بياني A0.

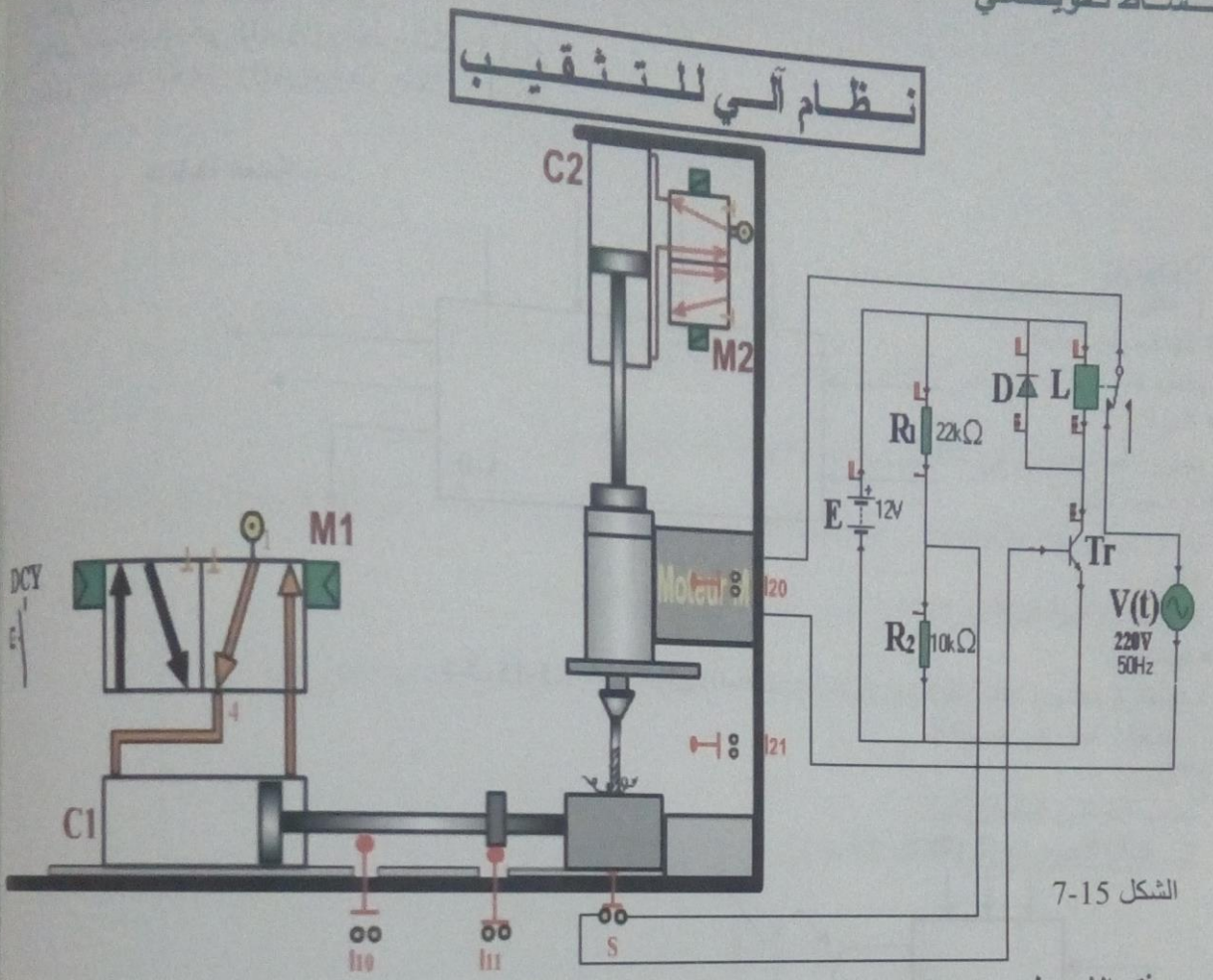
(1):

.....

(2):

.....

(3):



الشكل 7-15

دفتر الشروط :

*- **الهدف من النظام الآلي** : يجب على النظام أن ينجز بشكل مستمر قطعا مثقوبة .

* وصف النظام : يتكون من أربعة أشغولات منظمة ومتصلة في ما بينها كما هو مبين في الشكل(7-15) .
* **التجهيز :** يتلخص عمل هذا النظام في إحضار قطعة غير مثقوبة بواسطة بساط متحرك يديره محرك M_3 ووضعها في مكان التثقيب ، ثم تثبت لتثقب مع إمكانية تعديل عمق و قطر الثقب وبعدها تخلى من مكان التثقيب بواسطة بساط متحرك يديره محرك M_4 .
* **الأمن :** حسب القوانين المعمول بها
* **استغلال:** - يستلزم حضور عامل لقيادة و مراقبة النظام،
- توقيف أسبوعي للصيانة.
* يتطلب النظام ضاغطة توقيف إستعجالي و أخرى خاصة بالخلل .

المطلوب :

1- المناولة الوظيفية

1-1 أوجد النشاط البياني A-0 .

2-1 أوجد النشاط البياني A0 .

3-1 أذكر دور كل من : L20 , L21 , L10 , L11 , S , dcy

2- تحليل الدارات

الثاقبة يديرها محرك M و الذي تتحكم فيه الدارة الكهربائية المبينة على الشكل(7-15) .

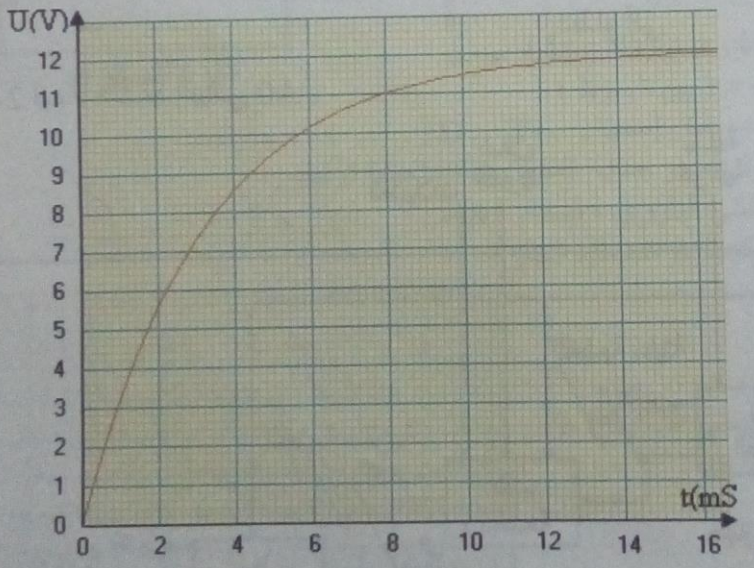
1-2 أحسب قيمة التيار I_B حيث $V_{BE} = 0,72V$.

2-2 أكتب معادلة مستقيم الهجوم .

3-2 أحسب قيمة التيار I_C إذا علمت أن الوشيعة (L) لها مقاومة $R_C = 100\Omega$ و $V_{CE} = 7,60V$.
4-2 أحسب قيمة تضخيم التيار من طرف المقحل (Tr) .
5-2 أكتب معادلة مستقيم الحمولة .
6-2 عين نقطة تشغيل المقحل(Tr) .
7-2 عين دور كل من العناصر التالية وأذكر إسمها . D , Tr .
3- الدراسة التكنولوجية
من ضمن ما يحتوي عليه النظام:
* المنفذات و تتمثل في : المحركات التالية : M يدير الثاقبة ، M_3 يحرك بساط الإتيان بالقطعة ، M_4 يحرك بساط إخلاء القطعة .
* 10 مصابيح للإنارة مقاومة كل منها $R_{LA} = 300\Omega$ ويشتغل بتوتر قيمته $U = 220V$.
* مكثفة (C) لتعديل معامل الإستطاعة .

العنصر	P (KW)	Q (KVAr)	S (KVA)	L (mH)	r(Ω)	Z(Ω)
M			5,5	3	1,2	
M_3	3,3			5	1,8	
M_4		2,3		8	2,4	
C						
Lampe						

شكل 15-8



شكل 15-9

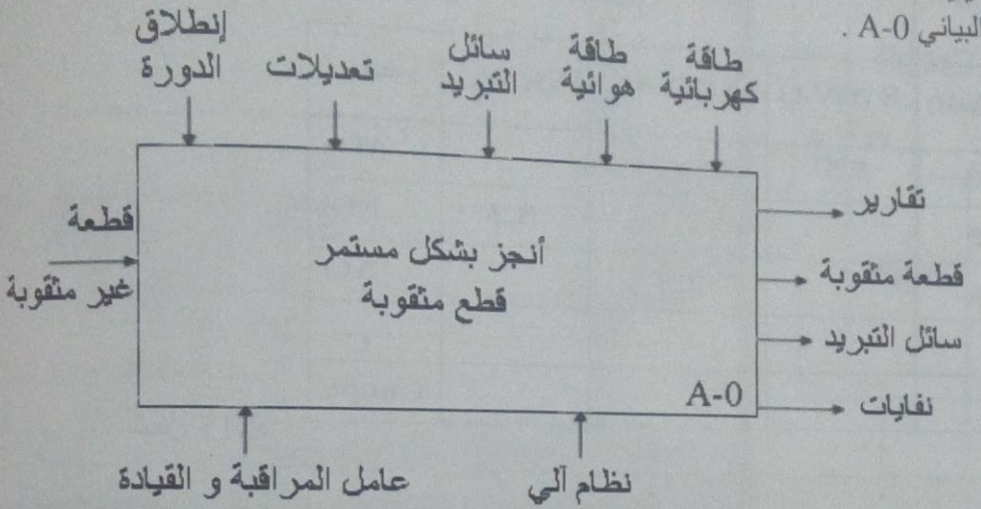
* المكثفة C تشحن عبرة المقاومة المكافئة للمصابيح المربوطة على التفرع فتعطي المنحنى المبين على الشكل15-9 .
المطلوب :
1- إستنتج قيمة الثابت الزمني τ من منحنى الشكل15-9 .
2- أحسب قيمة سعة المكثفة C .
3- إملء جدول الشكل(15-8) .
4- قبل تركيب المكثفة C :
4-1 أحسب الإستطاعة الظاهرية الكلية.
4-2 أرسم إنشاء فرينل الموافق للإستطاعة الظاهرية الكلية .

4- 3 أحسب معامل الإستطاعة للتركيب .
5- بعد تركيب المكثفة C على التفرع مع التركيب:
5-1 أحسب الإستطاعة الظاهرية الكلية .
5- 2 أرسم إنشاء فرينل الموافق للإستطاعة الظاهرية الكلية .
5- 3 أحسب معامل الإستطاعة للتركيب .
6- قارن بين معاملي الإستطاعة قبل و بعد تركيب المكثفة
7- إستنتج دور المكثفة C .

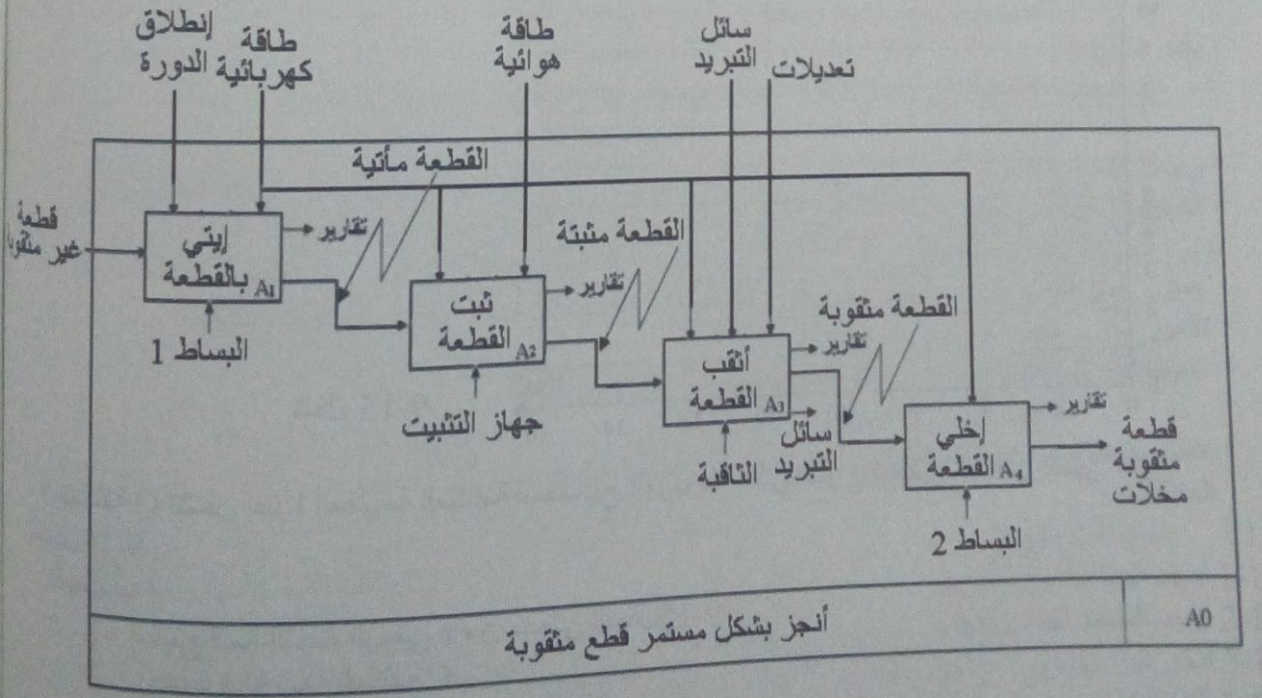
الحل

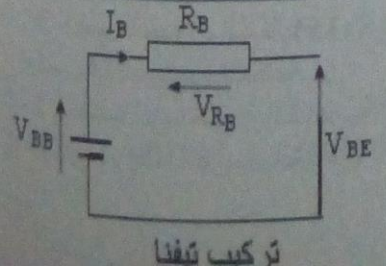
1- المناولة الوظيفية

1-1 أيجاد النشاط البياني A-0 .



2-1 أيجاد النشاط البياني A0 .





3-1 دور كل من : S , dcy , L11 , L10 , L21 , L20 :
Dcy : إنطلاق الدورة .

S : الكشف عن وجود القطعة المعدنية في مكان التثقيب .
L11 الكشف على أن القطعة مثبتة بواسطة الخانقة .
L10 : الكشف على أن القطعة ليست مثبتة بواسطة الخانقة (الخانقة في وضعية الراحة) .
L21 : الكشف على أن الثاقبة أنهت التثقيب لترجع إلى وضعية الراحة .
L20 : الكشف على أن الثاقبة في الوضعية الإبتدائية (في حالة راحة) .

2- تحليل الدارات

2-1 حساب قيمة التيار I_B حيث $V_{BE} = 0,72V$. لحساب التيار I_B يجب أن نبسط دارة المدخل من أجل ذلك نلجأ إلى نظرية تيفنا .

* حساب توتر تيفنا (V_{th}) و الذي يمثل في هذه الحالة التوتر V_{BB} . يساوي $V_{BB}=R_2.E/(R_1+R_2)$

$V_{BB} = 10.12/(10+22) = 3,75V$

حساب مقاومة تيفنا (R_{th}) و التي تمثل في هذه الحالة المقاومة R_B .

$R_B = R_1.R_2/(R_1+R_2) = 10.22/(10+22) = 6,675K\Omega$

$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) /R_B = (3,75 - 0,72)/6,87.10^3 = 440\mu A$

2-2 كتابة معادلة مستقيم الهجوم $I_B = f(V_{BE})$.

$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) /R$

2-3 حساب قيمة التيار I_C حيث أن الوشيعة (L) لها مقاومة $R_C = 100\Omega$ و $V_{CE} = 7,60V$.

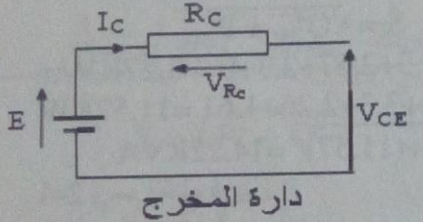
$I_C = (E - V_{CE})/R_C = (12-7,60)/100 = 44mA$

2-4 حساب قيمة تضخيم التيار من طرف المقحل (Tr) .

$\beta = I_C/I_B = 44.10^{-3}/440.10^{-6} = 100$

2-5 كتابة معادلة مستقيم الحمولة $I_C = f(V_{CE})$ أو .

$I_C = (E - V_{CE})/R_C$



دارة المخرج

2-6 تعيين نقطة تشغيل المقحل(Tr) .

بالنسبة للمدخل : $(I_{B0} , V_{BE0}) = (440\mu A , 0,72V)$

بالنسبة للمخرج : $(I_{C0} , V_{CE0}) = (44mA , 7,60V)$

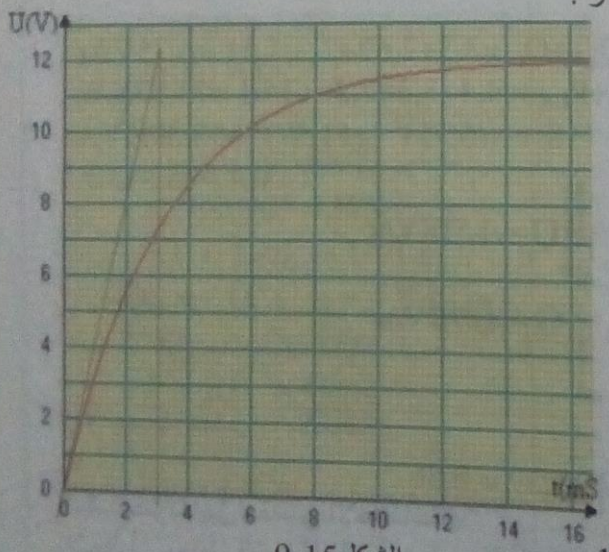
2-7 تعيين دور كل من العناصر التالية مع ذكر إسمها . D , Tr .

بالنسبة للعنصر D : دوره في هذا التركيب هو حماية المقحل (Tr) لحظة توقيفه .

يسمى هذا العنصر ثنائي المساري ، الثنائي البلوري ، صمام ، ديود .

بالنسبة للعنصر Tr : دوره في هذا التركيب هو تضخيم التيار .

يسمى هذا العنصر مقحل ، ترنزستور .



الشكل15-9

3- الدراسة التكنولوجية

3-1إستنتاج قيمة الثابت الزمني τ من منحنى الشكل15-9 .

1div ⟶ 2mS

1.5div ⟶ τ

$\tau = 1,5 . 2 = 3ms$

3-2 حساب قيمة سعة المكثفة C :

$\tau = R_{LA}.C \Rightarrow C = \tau/R_{LA}$

حساب قيمة المقاومة R_{LA} :

$1/R_{LAéq} = 1/R_{LA1} + 1/R_{LA2} + 1/R_{LA3} + 1/R_{LA4} + 1/R_{LA5} + 1/R_{LA6} + 1/R_{LA7} + 1/R_{LA8} + 1/R_{LA9} + 1/R_{LA10}$

$\Rightarrow 1/R_{LAéq} = 10/R_{LA} = 10/300$

$\Rightarrow R_{LAéq} = 30\Omega$

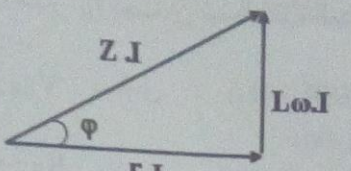
$\Rightarrow C = 3.10^{-3}/30 = 10^{-4} = 100\mu F$

3- 3 ملء جدول الشكل15-8 :

Z(Ω)	r(Ω)	L(mH)	S (KVA)	Q (KVAr)	P(KW)	العنصر
1,50	1,2	3	5,5	3,3	4,4	M
2,34	1,8	5	4,28	2,67	3,3	M_3
3,4	2,4	8	3,24	2,3	2,26	M_4
33,8	/	/	1,51	-1,51	0	C
30	30	/	1,61	0	1,61	Lampe

الشكل15-8

* حساب معاملات الإستطاعة :



$$Z = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$$

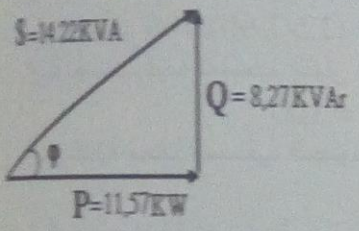
$Cos(\varphi_M) = r_M/Z_M = 1,2/1,5 = 0,80$, $Sin(\varphi_M) = 0,6$

$Cos(\varphi_{M3}) = r_{M3}/Z_{M3} = 1,8/2,34 = 0,77$ ، $Sin(\varphi_{M3}) = 0,63$

$Cos(\varphi_{M4}) = r_{M4}/Z_{M4} = 2,4/3,4 = 0,70$, $Sin(\varphi_{M4}) = 0,71$

4- قبل تركيب المكثفة C :

4-1 حساب الإستطاعة الظاهرية الكلية :



$$S = \sqrt{Q_{tot}^2 + P_{tot}^2}$$

$Q_{tot} = Q_M + Q_{M3} + Q_{M4} + Q_{LA} = 3,3+2,67+2,3+0 = 8,27KVAr$

$P_{tot} = P_M + P_{M3} + P_{M4} + P_{LA} = 4,4+3,3+2,26+1,61 = 11,57KW$

$S = \sqrt{(8,27)^2 + (11,57)^2} = 14,22KVA$

4-2 رسم إنشاء فرينل :

4- 3 حساب معامل الإستطاعة للتركيب : $Cos(\varphi) = P/S = 11,57/14,22 = 0,81$

5- بعد ربط المكثفة C على التفرع :

5-1 حساب الإستطاعة الظاهرية للتركيب :

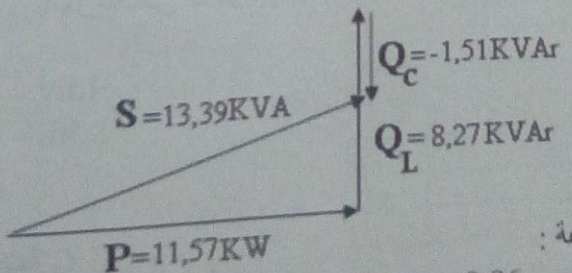
$$S = \sqrt{Q_{tot}^2 + P_{tot}^2}$$

$Q_{tot} = Q_M + Q_{M3} + Q_{M4} + Q_{LA} + Q_C = 3,3+2,67+2,3-1,51 = 6,75VAr$

$P_{tot} = P_M + P_{M3} + P_{M4} + P_{LA} = 4,4+3,3+2,26+1,61 = 11,57KW$

$S = \sqrt{(6,75)^2 + (11,57)^2} = 13,39KVA$

5-2 رسم إنشاء فرينل :



5-3 حساب معامل الإستطاعة :

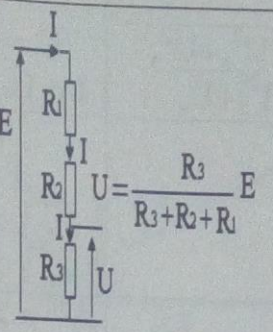
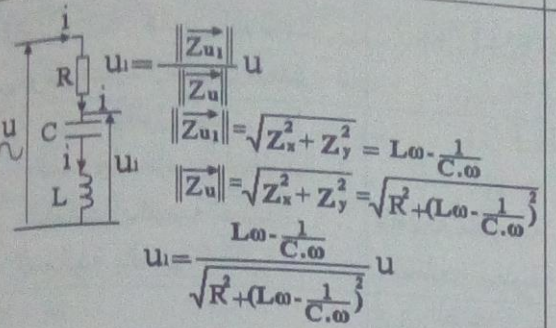
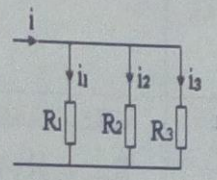
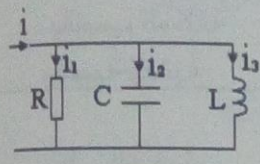
$Cos(\varphi) = P/S = 11,57/13,39 = 0,86$

5-4 المقارنة بين معاملي الإستطاعة :

نلاحظ أن معامل الإستطاعة قبل تركيب المكثفة C أقل منه بعد تركيب المكثفة C .

5-5 دور المكثفة إذن هو الرفع من معامل الإستطاعة وذلك بالتنقيص في الإستطاعة الردية .

إسم العلاقة	التيار المستمر	التيار المتناوب
قانون ـ* قانون الحلقات كرشوف ـ* قانون العقد	$U = U1+U2+U3+\ldots\ldots$ $I = I1+I2+I3+\ldots\ldots$	$\|\vec{U}\| = \|\vec{U_x}+\vec{U_y}\| = \sqrt{U^2_x+U^2_y}$ $\|\vec{I}\| = \|\vec{I_x}+\vec{I_y}\| = \sqrt{I^2_x+I^2_y}$
قانون أوم الممانعة بالنسبة لمقاومة الممانعة بالنسبة لمكثفة الممانعة بالنسبة للذاتية	$U = R.I$ $\|\vec{Z_R}\| = R$ قاطعة مفتوحة $\|\vec{Z_C}\| = \infty$ قاطعة مغلوقة $\|\vec{Z_L}\| = 0$	$Ueff = Z.Ieff$ $\|\vec{Z_R}\| = R$ $\|\vec{Z_C}\| = 1/C\omega$ $\|\vec{Z_L}\| = L.\omega$
فرق الصفحة بين التوتر و التيار بالنسبة للمقاومة بالنسب للمكثفة بالنسبة للذاتية	/ / /	0 $-\pi/2$ $\pi/2$
الممانعة المكافئة على التسلسل على التفرع	$R_{éq} = R_1+R_2+R_3+\ldots\ldots$ $\frac{1}{Réq} = \frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}+\ldots$	$Z_{éq} = \sqrt{Z^2_x+Z^2_y}$ $Z_x = R_{éq}$, $Z_y = (Z_{Léq}-Z_{Céq})$ $\frac{1}{Z_{éq}} = \sqrt{\frac{1}{R^2_{éq}}+(\frac{1}{Z_{Léq}}-\frac{1}{Z_{Céq}})^2}$
الإستطاعات لحمولة عبارة عن محرك لحمولة عبارة عن مولد	$Pa = Pu + Pj$ $Pa = U.I$ $Pu = E'.I$ $Pj = rI^2$ $Pa = E.I$ $Pu = U.I$ $Pj = rI^2$	$S = \sqrt{P^2+Q^2}$ $S = U.I$ $P = S.Cos(\varphi)$ $Q = S.Sin(\varphi)$ $Cos(\varphi) = P/S$ $Sin(\varphi) = Q/S$ $tg(\varphi) = Q/P$
المردود :	$\eta = Pu/Pa$	معامل الإستطاعة $Cos(\varphi) = P/S$ $Q_L = L\omega I^2 = U^2/L\omega$ $Q_C = -U^2.C.\omega = -I^2/C.\omega$ $Q_{LC} = Q_L + Q_C$ $P = RI^2 = U^2/R$
علاقات التوتر بالنسبة للمكثفة (C) بالنسبة للذاتية (L) بالنسبة للمكثفة(C) و (L)على التسلسل	$U_C = q/C$ $(q = I.t <= $ ثابت I) 0 /	$U_C = I/C\omega$ $U_L = L.\omega.I$ $U_{LC} = \|U_L-Uc\|$

بالنسبة للمقاومة (R) العلاقة بين التوترات	$U_R = R.I$ $U_{max} = U_{eff}$	$U_R = R.I$ $U_{max} = U_{eff}\sqrt{2}$
نظرية قاسم التوتر	 $U = \frac{R_3}{R_3+R_2+R_1} E$	 $u_1 = \frac{\|\overrightarrow{Z_{u_1}}\|}{\|\overrightarrow{Z_u}\|} u$ $\|\overrightarrow{Z_{u_1}}\| = \sqrt{Z_x^2 + Z_y^2} = L\omega - \frac{1}{C.\omega}$ $\|\overrightarrow{Z_u}\| = \sqrt{Z_x^2 + Z_y^2} = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C.\omega})^2}$ $u_1 = \frac{L\omega - \frac{1}{C.\omega}}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C.\omega})^2}} u$
نظرية قاسم التيار	 $i_3 = \frac{R_1 // R_2}{(R_1 // R_2) + R_3} i$ $i_2 = \frac{R_1 // R_3}{R_3 + (R_1 // R_3)} i$ $i_1 = \frac{R_2 // R_3}{R_1 + (R_2 // R_3)} i$	 $i_1 = \frac{\|\overrightarrow{Z_C // Z_L}\|}{\|\overrightarrow{R + (Z_C // Z_L)}\|} i$ $i_2 = \frac{\|\overrightarrow{R // Z_L}\|}{\|\overrightarrow{Z_C + (R // Z_L)}\|} i$ $i_3 = \frac{\|\overrightarrow{R // Z_C}\|}{\|\overrightarrow{(R // Z_C) + Z_L}\|} i$

نظرية تيفنا : تحويل أي تركيب إلى تركيب بسيط جدا الشكل(1).

-* لحساب R_{Th} :

1- نقصر كل المولدات .

2- ننزع الحمولة .

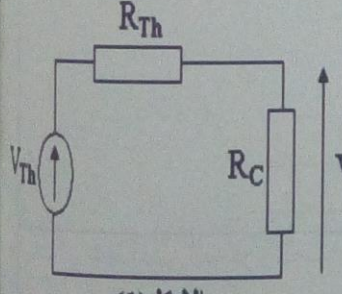
3- نحسب المقاومة المكافئة بالنظر من جهة الحمولة

(أي أننا نفرض أن التيار يدخل إلى التركيب من جهة الحمولة) .

-* لحساب V_{Th} :

1- ننزع الحمولة .

2- نحسب التوتر بين القطبين الذين نزعت من بينهما الحمولة .



الشكل(1)

نظرية نورتن : تحويل أي تركيب إلى تركيب بسيط جدا الشكل(2).

-* لحساب R_N :

1- نقصر كل المولدات .

2- ننزع الحمولة .

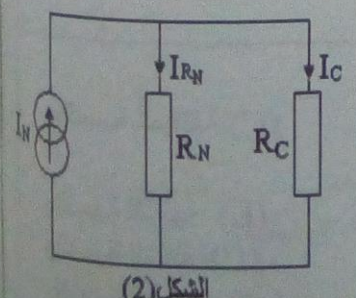
3- نحسب المقاومة المكافئة بالنظر من جهة الحمولة

(أي أننا نفرض أن التيار يدخل إلى التركيب من جهة الحمولة) .

-* لحساب I_N :

1- نقصر الحمولة .

2- نحسب تيار التقصير I_{CC} (أي نحسب التيار المار في سلك التقصير).



الشكل(2)

* معادلة الطاقة الكهربائية
* معادلة كمية الطاقة الحرارية
* علاقة تحويل الطاقة

$W = P.t = U.I.t = R.I^2.t$

$Q = m.C.(\Delta T)$

$R.I^2.t = m.C.(\Delta T)$

* علاقة تيار المجمع (الجامع) : $I_C = \beta.I_B$

* المعادلة العامة لمستقيم الهجوم $I_B = f(V_{BE})$ هي : $I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B$

* المعادلة العامة لمستقيم الهجوم $V_{BE} = f(I_B)$ هي : $V_{BE} = V_{BB} - R_B I_B$

* المعادلة العامة لمستقيم الحمولة $I_C = f(V_{CE})$ هي : $I_C = (V_{CC} - V_{CE}) / R_C$

* المعادلة العامة لمستقيم الهجوم $V_{CE} = f(I_C)$ هي : $V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C$

* التوتر $V_{BE} = 0,7V$ بالنسبة للسيليسيوم (Si) .

* التوتر $V_{BE} = 0,35V$ بالنسبة للجرمانيوم (Ge) .

* التوتر المتناوب ثلاثي الأطوار :

- العلاقات اللحظية للتوترات البسيطة :

$V_1(t) = V_{1max}.Sin(\omega t)$

$V_2(t) = V_{2max}.Sin(\omega t - 2\pi/3)$

$V_3(t) = V_{3max}.Sin(\omega t + 2\pi/3)$

- العلاقات اللحظية للتوترات المركبة :

$U_{12} = U_{12max}.Sin(\omega t)$

$U_{23} = U_{23max}.Sin(\omega t - 2\pi/3)$

$U_{31} = U_{31max}.Sin(\omega t + 2\pi/3)$

*العلاقة بين التوتر البسيط والتوتر المركب : $U = V\sqrt{3}$

* العلاقة بين التيار في الخط و التيار في الحمولة :

I : التيار في الخط .

J : التيار في الحمولة .

1- بالنسبة للإقران النجمي : $I = J$.

2- بالنسبة للإقران المثلثي : $I = J\sqrt{3}$.

*قيمة التوتر بين قطبي الحمولة :

1- بالنسبة للإقران النجمي : $U_{charge} = V = 220V$.

2- بالنسبة للإقران المثلثي : $U_{charge} = U = 380V$.

*علاقات التوتر المتناوب :

النبض : $\omega = 2\pi f$ $\quad \pi = 3,14\ rad$

التردد : $f = 1/T$

الدور : T

* العلاقة اللحظية (المعادلة الزمنية) لشحن المكثفة : $U_C(t) = E.(1-e^{-t/\tau})$.

* العلاقة اللحظية (المعادلة الزمنية) لتفريغ المكثفة : $U_C(t) = E.e^{-t/\tau}$.

* علاقة الثابت الزمني لشحن أو لتفريغ مكثفة : $\tau = R.C$

*بالنسبة للتوتر المستمر :

النبض : $\omega = 0$

التردد : $f = 0$

الدور : $T \longrightarrow \infty$

الوحـــــــدات

الإسم	الرمز	الوحدة	رمز الوحدة
المقاومة	R	الأوم	Ω
الممانعة	Z	الأوم	Ω
التوتر	U , V , E	الفولت	V
التيار	I , i	الأمبير	A
الطاقة الكهربائية	W	الجول	J
كمية الطاقة الحرارية	Q	الجول	J
الإستطاعة الممتصة	Pa	الواط	W
الإستطاعة المفيدة (الفعالة)	Pu	الواط	W
الإستطاعة الضائعة	Pj	الواط	W
الإستطاعة الفعالة (المفيدة)	P	الواط	W
الإستطاعة الظاهرية	S	فولت.أمبير	V.A
الإستطاعة الردية	Q	فولت.أمبير.ردي أو(إرتكاسي)	V.A.r
التردد(التواتر)	f	الهرتز	Hz
الدور	T	الثانية	S
النبض	ω	الراديان /الثانية	rad/S
الزمن	t	الثانية	S
سعة المكثفة	C	الفاراد	F
الذاتية	L	الهنري	H
الثابت الزمني	τ	الثانية	S
كمية الشحنة	q	كولوب	C
المردود	η	نسبة مئوية ليس له وحدة	/
معامل الإستطاعة	Cos(φ)	ليست له وحدة	/
فرق الصفحة (فرق الطور)	φ	الراديان	rad
الكتلة	m	الكيلوغرام	kg
الحرارة النوعية	C	جول/الكيلوغرام.الدرجة المئوية.	J/kg.C°
الفرق في درجة الحرارة	ΔT	الدرجة المئوية	C°

مضاعـــــــفات الوحدات

مضاعفات الوحدة	الرمز	القيمة	مضاعفات الوحدة	الرمز	القيمة
الوحدة الأساسية	رمز الوحدة	$1 = 10^0$	الوحدة الأساسية	رمز الوحدة	$1 = 10^0$
الكيلو	K	10^3	الميلي	m	10^{-3}
الميغا	M	10^6	الميكرو	μ	10^{-6}
الجيغا	G	10^9	النانو	n	10^{-9}
			البيكو	p	10^{-12}

مثال : إذا كانت الوحدة الأساسية هي الهرتز و التي رمزها هو : Hz

الهرتز (Hz) ، الكيلوهرتز(KHz) ، الميغاهرتز(MHz) ، الجيغاهرتز(GHz)

الميلي هرتز(mHz) ، الميكرو هرتز(μHz) ، النانوهرتز(nHz) ، البيكوهرتز(pHz) .

$1GHz = 10^9$ Hz ، $1MHz = 10^6$ Hz ، $1KHz = 10^3$Hz

$1pHz = 10^{-12}$Hz ، $1nHz = 10^{-9}$ Hz ، $1\mu Hz = 10^{-6}$Hz ، $1mHz = 10^{-3}$Hz

ISBN: 978-9947-20-557-0
Dépot légal: 2237- 2010
MS: 1226 / 2010
سعر البيع: 160.00 دج

2010 - 2011