وظيـفة تضخيم الإستطاعة

1- حالة الإشارات التماثلية :

1 -1- طرح الإشكاليـــة :

مثـــــال :- مجهار صوت مقاومته 8 Ω إستطاعته 30 W
- إشارة تماثلية صوتية صادة عن ميكروفون سيعته بـــ : الميلي فولط
توفر لنا إستطاعة $P=V^2/R$ بالمبلي واط.

الإشكـال : لا يمكن لهذه الإشارة أن توفر تغذي مباشرة لمجهار الصوت (الحمولة) .

الحـــل : ندرج تركيب إلكتروني بإمكانه توفير إنطلاقا من الإشارة ذات..... إشارة ذات ..... لتغذية الحمولة (هنا مجهار الصوت)

تسمي هذا التركيب بـــ : .....

2-1 مبدأ تضخيم الإستطاعـــة :

- الإستطاعة الكافية لتشغيل الحمولة يوفرها .....
- الإشارة ذات الإستطاعة الضغيفة تستعمل .....
- هذا التحويل يكون مصحوب بـــ: .....

بمأن هناك نقل للإستطاعة و غالبا تكون الأشارات المراد تضخيم سيعتها كبير

إذن ندمج المفاهيم التالية :

- **المـردود** : .....
- **التشـــوه** : .....

3-1 تحديد موضع مضخم الإستطاعة في سلسلة التضخيم :

من خلال مضخم الإشارة الصوتية المعروض حدد موقع مضخم الإستطاعة

.....

4-1 مضخـــم قسم B :

في هذا الصنف:

- تكون سيعة الإشارة المراد تضخيم إستطاعتها ..... لذا يتم ..... عن طريق .....

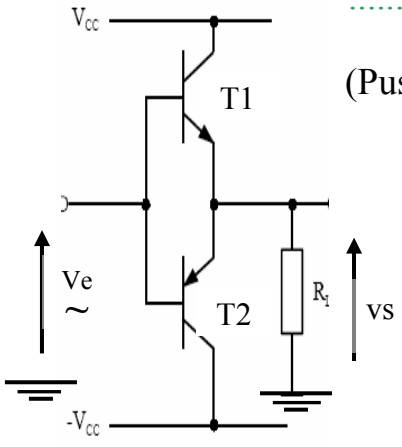
1-4-1- التركيب :

نستعمل تركيب دفع وجذب يحتوي أساسا علي مقحلين متكاملين تركيب تابع ($A_V=1$)

- مقحل NPN : .....
- مقحل PNP : .....

إذن زمن تشغيل كل مقحل هو : .....

الشكل التالي يمثل التركيب المبدئي لمضخم إستطاعة قسم B دفع و جذب (Push Pull)



شكل 1

2-4-1 موضع نقطة الإستراحـــة :

- **مستقيم الشحن السكونـــي :**

....
.....
.....
..... .

- **مستقيم الشحن التحريكـــي (الديناميكي)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

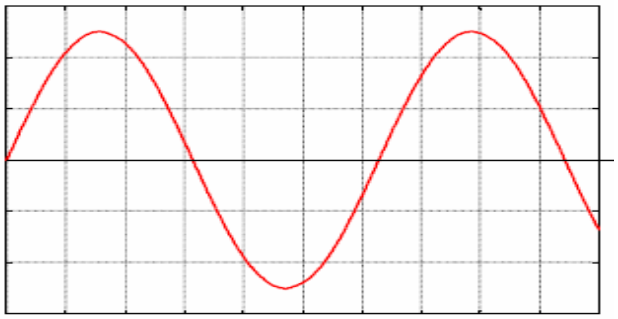
نقطة الراحة هي نقطة .....

و هي .....

مقحل : NPN

3-4-1 التشغيـــــــــل :

- **نشاط عملـــي :** بإستعمال برمجية Multisim أحجز التركيب القاعدي (شكل1) :



- سجل منحني إشارة الخروج المشاهد
- إعتمادا علي المنحني و التركيب حلل التشغيل :

• النوبة الموجبـة :

.....

.....

.....

.....

• النوبة السالبـة :

.....

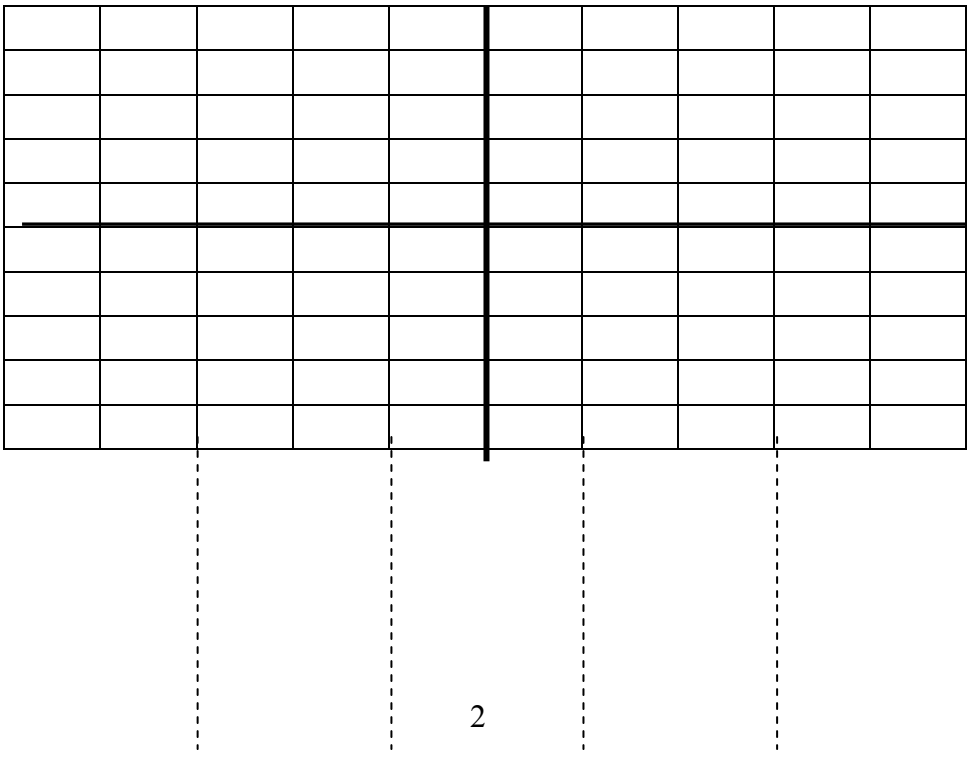
.....

.....

- ماذا تلاحظ علي مستوي إشارة الخروج : .....
- حدد السبب : .....
- قم برفع سيعة إشارة الدخول ماذا تلاحظ علي مستوي إشارة الخروج.

.....

- حدد السبب : .....
- أرسم ميزة التحويل $v_s=f(v_e)$



4-4-1 التشوهات و معالجتهـــــا :

من أجل إزالة التشوهات نستقطب التركيب ..... بحيث تكون نقطة الراحة ..... حسب الشكل المقابل فنحصل علي مضخم قسم .....

- ماهي حالة كل من D1 , ,D2

.....

.....

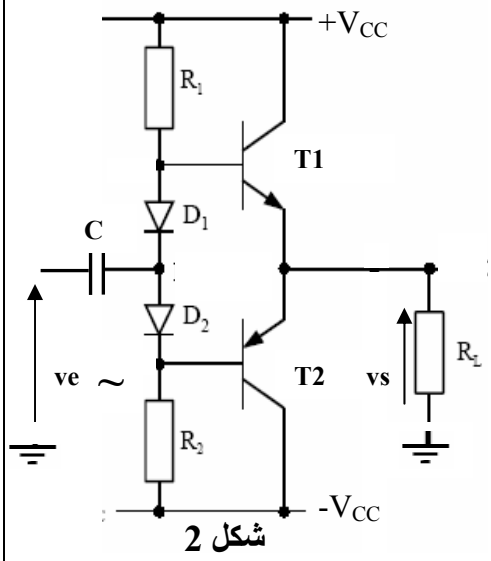
- أكتب العلاقة بين Vs وVe

.....

.....

.....

.....



شكل 2

نشـــــاط 2 : أحجز التركيب شكل2

- سجل منحني إشارة الخروج المشاهد

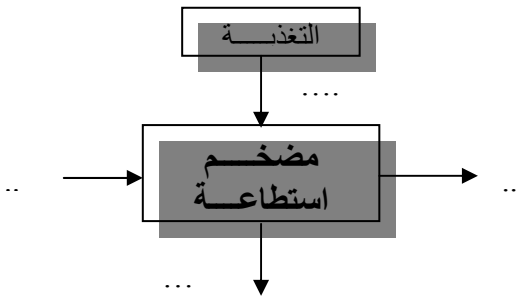
- ماذا تلاحظ علي مستوي إشارة الخروج :

.....

.....

5-4-1- الإستطاعـــــات و المـردود :

- Pe : .....
- Ps : .....
- Pf : .....
- Pd : .....



.....

.....

.....

.....

- الإستطاعة الموفرة من طرف مصدر التغذيـــــة :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- الإستطاعة الموفرة للحمولـــــــــة :

.....

.....

.....

.....

.....

- الاستطاعة المبددة من طرف التـــركيب :

.....

.....

.....

.....

- المـــــــردود : .....

.....

يكون هذا المردود..... من أجل استطاعة موفرة و استطاعة خروج ..... ($\hat{V}_S = V_{CC}$)

.....

.

صفحـــة تقنيـــة

1° Transistors bipolaires.

P_{tot} : puissance totale dissipée, *(total power dissipation).*

V_{CEO} : tension continue collecteur émetteur, avec $I_B = 0$ et I_C spécifié, *(collector-emitter continuous voltage with $I_B = 0$ and I_C specified).*

I_C : courant collecteur (continu), *(continuous collector current).*

h_{21E} : (β) valeur statique du rapport fert direct du courant, émetteu *(static value of the forwar transfer ratio, common emitte*

$V_{CE\,sat}$: tension de saturation collecteu avec I_C et I_B spécifiés, *(collector-emitter saturation vo I_C and I_B specified).*

	TYPES	P_{tot} mW	V_{CEO} V	I_C mA	h_{21} à I_C, V_{CE} min	max	mA	V	$V_{CE\,sat}$ V	I_C mA
مقاحل عادية	2 N 1711 NPN	800	50		100	300	150		1	15
	2 N 2219 NPN	800	30	800	100	300	150		1,5	15
	2 N 2222 NPN	500	40	800	100	300	500	10	0,4	50
	2 N 2905 PNP	600	−40	−600	100	300	−150	−10	−0,4	−15
مقاحل استطاعة		W	V	A			A	V	V	A
	2 N 3055 NPN	117	60	15	20	70	4	4	1,1	
	BDX 18 PNP	117	100	−15	20	70	−4	−4	−1,1	−
	TIP 31 NPN	40	40	3	25		1		1,2	
	TIP 32 PNP	40	40	−3	25		−1		−1,2	−

مثـــــــــال :

ليكن التركيب الموضح في الشكل2 علما أن المقحلين T_1 و T_2 متكاملان و متناظران

حيث $V_{BE1} = -V_{BE2} = 0.5V$ ، $Vcc = 10V$.

س1: ارسم مستقيما الحمولة السكوني و الديناميكي للمقحلين T_1 و T_2 ، إستنتج I_{Csat} و $V_{CEblocage}$

س2 : ماهي طبيعة كل من v_s ، i_s ، i_{c1} ، i_{c2}

س 2: ما هـــــو دور D_1 و D_2 ؟

س 3: احسب قيم R_2 و R_1 إذا كان تيار الاستقطاب الدائم $I = 0.5mA$.

نهمل تيارات القاعدة أمام تيار الجســـــر (تيار الإستقطاب الدائم)

س5 : نعوض D_1 و D_2 بمقاومتين R_4 و R_3 أحسب قيمة كل مقاومـــــة

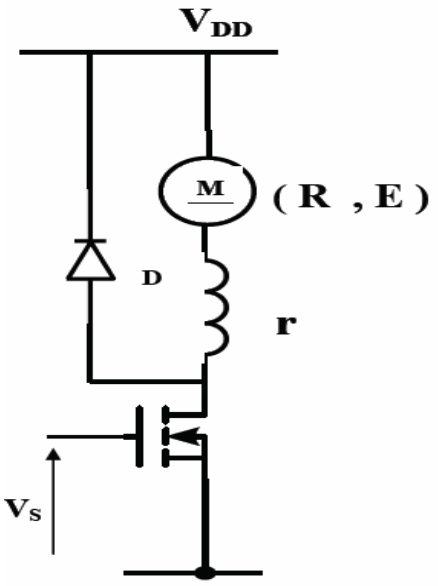
س6: احسب مختلف الاستطاعات العظمى.

س7: احسب عندئذ المـــــــــــــردود.

س8 : ماهي قيمة مقاومة الحمولة الموافقة للمردود الأعظمي.

حل النشاطات المفترحة في درس مضخمات الإشارات المنطقية : 3 ت ر : هك

مثـــال1 : الشكل المقابل يمثل طابق إستطاعة للتحكم في محرك تيار مستمر



- خصائص إشارة التحكم المنطقية :
  - في الحالة المنطقية 1 : $V_S = 5V$
  - في الحالة المنطقية 0 : $V_S = 0V$
- أهم خصائص المقحل المستعمل : MOS IRF 640

$I_{Dmax}(pulsed) = 72\ A$ ، $I_{Dmax} = 18\ A$, $V_T = 2\ldots4V$

$R_{DS(ON)} = 0.18\Omega$, $V_{DSmax} = 200\ V$

- خصائص المحرك :

$U_n = 24V$ ، الإستطاعة الإسمية الممتصة: $P_n = 100W$, $R+r = 0.6\Omega$

س1 : ماهي الحالة المنطقية الموافقة لتحكم في تشغيل المحرك.

س2 : أحسب : - التيار الممتص من طرف المحرك في النظام الإسمي

- التوتر V_{DS} ، ماهي حالة تشغيل المقحل

س3 : أحسب شدة التيار الممتص من طرف المحرك عند الإقلاع

س4 : من أجل الحالة المنطقية 0 لإشارة التحكم ماهي قيمة كل من I_D و V_{DS}

س5 : هل المقحل مكيف مع الاستعمال المعطي (التيار و التوتر).

الحـــــــل :

ج1 : الحالة المنطقية لتحكم في تشغيل المحرك : الحالة المنطقية 1

ج2 : - التيار الممتص من طرف المحرط في النظام الإسمي

$P_n = U_n . I_n$: ومنه $In = \frac{Pn}{Un} = \frac{100}{24} = 0.47A$

- التوتـــــــــــــــر V_{DS} : $V_{DS} = R_{DS(ON)} . I_D = 0.18.4.17 = 0.75V$

حالة تشغيل المقحـــل : يعتر مشبـــع

ج3 : تيار الإقلاع : $Id = \frac{V_{DD}}{RDS(ON) + r + R} = \frac{24}{0.18 + 0.6} = 30.77A$

ج4 : من أجل الحالة المنطقية 0 يكون المقحل محصور ومنه

$V_{DS} = V_{DD} = 24V$ و $I_D = 0$

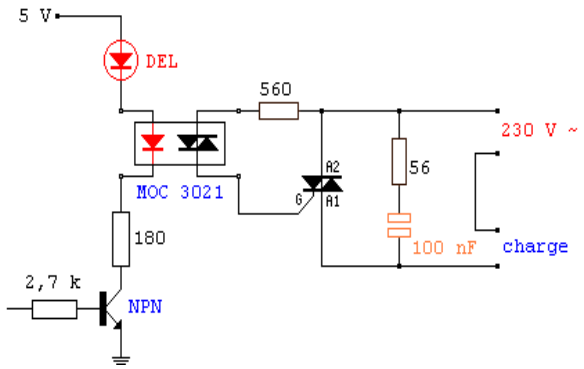
ج5 : لمعرفة هل المقحل مكيف أم لا نقارن القيم المحسوبة في الإستعمال مع القيم المعطاة من طرف الصانع :

- **في النظام العـــــادي :**
  - التشبـــــــع : $I_D = 4.7A < I_{DMAX} = 18A$
  - في الحصـــر : $V_{DS} = 24v < V_{DSMAX} = 200V$
- **في النظام الإنتقـــالي :** $I_D = 30.77A < I_{Dmax}(pulsed) = 72\ A$

النتيجـــــــة : المقحل مكيف مع الإستعمال

مثـــــــــال 2 : التحكم في حمولة تشتغل تحت توتر 220V متناوب

ماهو دور مختلف العناصر المكونة لتركيب



دور الدارة RC :

حماية الترياك من قمم التيار في حالة الحمولات الحثيـــة

دور الترياك الضوئي MOC 3021 :

عزل دارة التحكم عن دارة الإستطاعـــة

دور الثنائية المشعة للضوء DEL :

مصباح شاهـــــد

دور المقاومة 560 Ω :

تحديد التيار المار في الترياك و بالتالي حمايتـــه

دور المقاومة 180 Ω :

تحديد تيار الجامع و بالتالي حماية DEL و الثنائية المشعة لضوء للترياك الضوئي و المقحل.

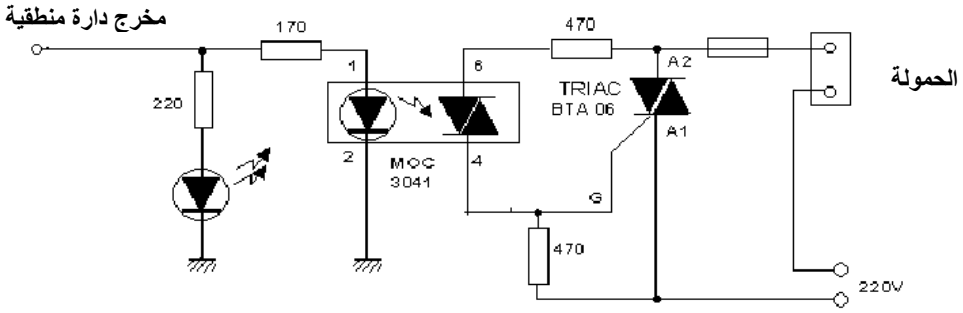
دور المقحل : مضخم إشارة منطقسة (وسيط)

علي أي أساس يتم إختيار مفاومة القاعـــدة 2.7KΩ

تختارعلي أساس تحقيق الشرط التالي : $I_B > I_C/\beta$: شرط التشبع

مثـــــــــال3 : التحكم في المقاومة المسخنة (أنظر الشكل) :

- إشرح بإختصار تشغيل التركيب .
- إذا كان التيار الممتص من طرف المقاومة المسخنة هو 10 A أحسب الإستطاعة الكهربائية المحولة بفعل جول إلي حرارة و أستنتج قيمـــة المقاومـــــة R



الحـــــــــل :

شرح تشغيل التركيب :

عند حضور إشارة التحكم (الإشارة المنطقية : مستوي عالي) يشتغل الترياك الضوئي فيرسل تيار التحكم إلي الترياك فيصبح ممررا و بالتالي تنقل الإستطاعة من المنبع إلي الحمولـة

- حساب الإستطاعة المحولة إلي حرارة في المقاومة :

$$Pj=U.I=220.10=2200W$$

- حســـــــاب R :

$$R=U/I=220/10=22Ohms$$

2- حالة الإشارات المنطقيـــة :

الهدف المرجـــو : هو تضخيم الإشارات المنطقية التي تصدر عن وحدة المعالجة قصد التحكم في المنفذات و المنفذات المتصدرة.

2 -1- طرح الإشكاليـــة :

مثـــــال : التحكم بواسطة بوابة منطقية TTL عادية :

- المميزات الأعظمية لمخرج بوابة TTL :
  - الحالة المنطقية 1 : V_{OH}=5V, I_{OH}= 400µA
  - الحالة المنطقية 0 : V_{OL}=0.8V, I_{OL}= 8mA
- مميزات بعض المنفذات و المنفذات المتصدرة :
  - صمام كهرومغناطيسي : 220 V~.
  - مرحل كهرومغناطيسي : 12V =, 600 Ω.
  - محرك لا متزامن 3~ 220V/380V.

الإشكـــال : الإشارة المنطقية توفر لنا إستطاعة .....
كيف يمكن التحكم بواسطة هذه الإشارة في المنفذات و المنفذات المتصدرة (إستطاعة معتبرة ، و توتر مستمر أو متناوب)

الحـــل : نستعمل تركيبات إلكترونية ..... تسمي بـــ : ..... .

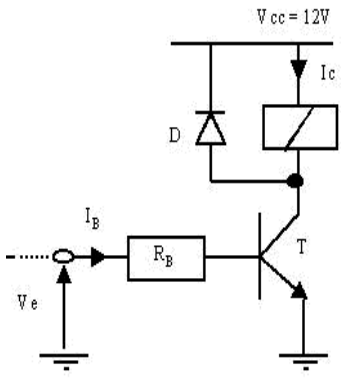
2-2 مبدأ التضخيـــم :

- المضخمات السكونية تحتوي أساسا علي ..... تعمل ..... تضمن .....(لذا تسمي كذالك .....) لنقل..... إلي المنفذ أو المنفذ المتصدر .....
- تستعمل الإشارة المنطقية .....
- بمأن توترات تشغيل المنفذات و المنفذات المتصدرة ..... لذا نستعمل .....

ملاحظـــة : في بعض الحالات الخاصة يمكن الاستغناء عن الوسيط

2-3 تركيب بمقحل ثنائي القطبيـــة :- تذكير –

مثـــال1 : التحكم في مرحل كهرومغناطيسي: 12V= , 600 Ω بمخرج بوابة TTL.



- **مميزات المقحل :**

BC337, NPN, β=100
I_{Cmax}=100mA V_{CEmax}=40V

- بأي مستوي منطقي يتم التحكم في المرحل : .....
.....
- أحسب التيار الممتص من طرف المرحل ماذا يمثل بالنسبة لتيارات المقحل.: .....
.....
.....
- أحسب V_{CE} و I_C من أجل Ve = 0V : .....
.....
- هل اختيار المقحل موفق ..... علل : .....
.....
.....

- أحسب تيار التحكم (تيار القاعدة) الموافق من أجل عامل تشبع يساوي 2 : .....
- هل التحكم بواسطة البوابة ممكن علل : .....
- في حالة نعم أحسب قيمة مقاومة القاعدة الموافقة، يعطي توتر $V_{BEsat} = 0.6V$

.....

مثـــــال2 :نستبدل المرحل كهرومغناطيسي السابق بأخر خصائصه : 12V =, 10 Ω

- أحسب التيار الممتص من طرف المرحل : .....
- أحسب معامل التضخيم السكوني للمقحل المختار حتي نتمكن من التحكم بواسطة البوابة السابقة

.....

.....

- بعد الإطلاع علي الوثائق التقنية للمقاحل (أنظر الصفحة التقنية المعطاة في الدرس السابق)، ماذا تلاحظ

.....

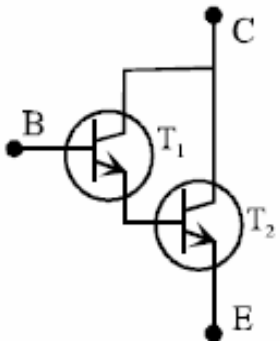
.....

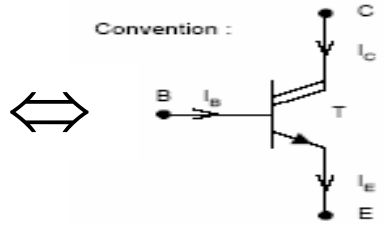
.....

4-2 تركيب دارلنطـــون Darlington

تركيب دارلنطون يسمح برفع .....

- **الرمز :** دارلنطون NPN





عند تجميع مقحلين PNP نحصل علي مقحل دارلنطون PNP

عبارة التضخيم السكوني في التيار المكافـــئ:

لدينا: .....

.....

.....

.....

و منه :

بالتعوض : .....

.....

.....

.....

مثـــــال : للتحكم في المرحل المعطي في المثال2 إستعملنا مقحل دارلنطون له الخصائص التالية :

BD 681 ,NPN, β =10000 ، $I_{,Cmax} = 4$ A , V_{CEmax}=100V

- أحسب I_B من أجل عامل تشبع يساوي3 .....
- هل التحكم بالبوابة ممكن الأن علل .....
- في حالة نعم أحسب قيمة المقاومة R_B الموافقة يعطي $V_{BE1sat} = V_{BE2sat} = 0.6V$ .....

.....

إشكـــال :

- نلاحظ أنه كلما إزدات استطاعة المرحل الكهرومغناطيسي نحتاج إلي معامل تضخيم سكوني أكبر و قد يصل إلي الاستحالة خاصة إذا كانت استطاعة إشارة التحكم صغيرة جدا (حالات الدارات المنطقية)

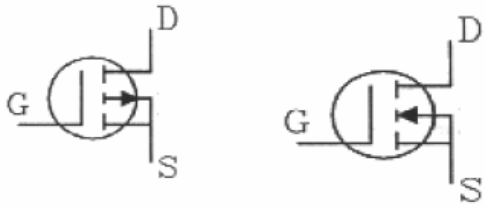
الحـــل : نستعمل التحكم ..... مما يستوجب أن تكون ..... و هذا ما لا توفره المقاحل ثنائية القطبية .

لذا نستعمل نوع ثاني من المقاحل لها ..... تصل إلي ..... تسمي مقاحل .....

.....

4-2 تركيب بمقحـــل MOS :

2-4-1- الرمـــز :



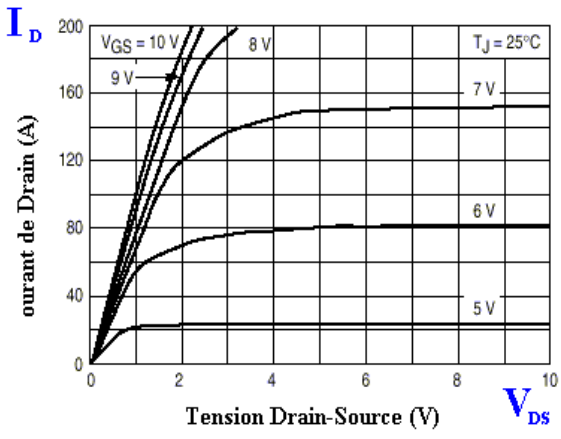
..... : D
..... : S
..... : G

- مقحل MOS بقناة N - مقحل MOS بقناة P
- ..... وبالتالي I_G =.....
- مقحل بقناة N : نتحكم فيه بـــ: .....
- مقحل بقناة P : نتحكم فيه بـــ: .....

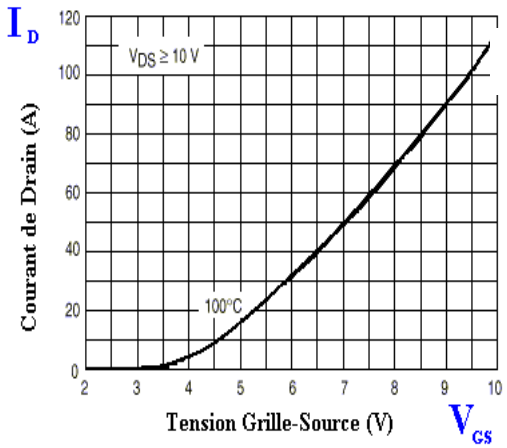
بمأن المنطق المستعمل و الأكثر شيوعا هو المنطق الموجب ستقتصر دراستنا علي المقحل MOS بقناة N

2-4-2- شبكة المميزات و التشغيـــل :

مثـــال : شبكة المميزات لمقحل MOS إستطاعي خصائصه: V_{DSmax}= 100V, $R_{DS(on)}$ = 0.011Ω , I_{Dmax}=100A



- ميزة الخـــروج



- ميزة التحويـــل

- **ميزة التحويـــل :** عند تطبيق توتر التحكم V_{GS} .....، المقحل يبدأ في التمرير عندما .....

.....

معادلة ميزة التحويل : ..... حيث:

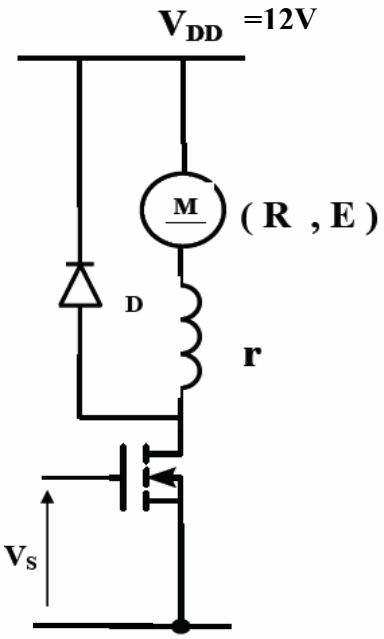
.....

- **ميزة الخـــروج :** نفس الشكل لمميزات الخروج لمقحل ثنائي القطبية.

.....

.....

مثـــــال : الشكل المقابل يمثل طابق إستطاعة للتحكم في محرك تيار مستمر



ـ خصائص إشارة التحكم المنطقيـــة :

- في الحالة المنطقية 1 : V_S= 5V
- في الحالة المنطقية 0 : V_S= 0V

ـ أهم خصائص المقحل المستعمـــل : MOS IRF 640

$I_{Dmax}(pulsed) = 72\ A$ ، $I_{Dmax} = 18\ A$, $V_T = 2\ldots4V$

$R_{DS(ON)} = 0.18\Omega$, $V_{DSmax} = 200\ V$

ـ خصائص المحـــرك :

U_n=12V ، الإستطاعة الإسمية الممتصة: P_n=100W , $R+r = 0.6\Omega$

س1 : ماهي الحالة المنطقية الموافقة لتحكم في تشغيل المحرك.

س2 : أحسب : - التيار الممتص من طرف المحرك في النظام الإسمي

- التوتر V_{DS} ، ماهي حالة تشغيل المقحل

س3 : أحسب شدة التيار الممتص من طرف المحرك عند الإقلاع

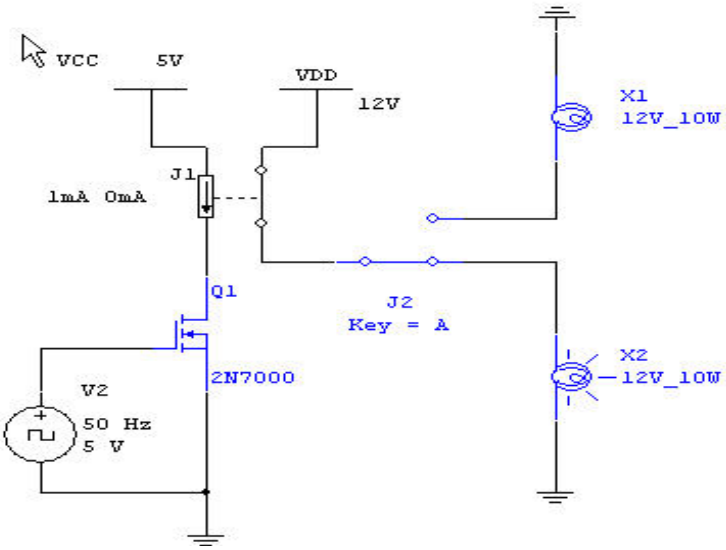
س5 : من أجل الحالة المنطقية 0 لإشارة التحكم ماهي قيمة كل من I_D و V_{DS}

س4 : هل المقحل مكيف مع الاستعمال المعطي (التيار و التوتر).

نشاط عمـــلي :

التركيب المقابل يمثل التركيب المبدئي للمركزية الغمازة

- قلد التركيب
- إستبدل المقحل MOS بمقحل دارلنطون، و قلد التركيب



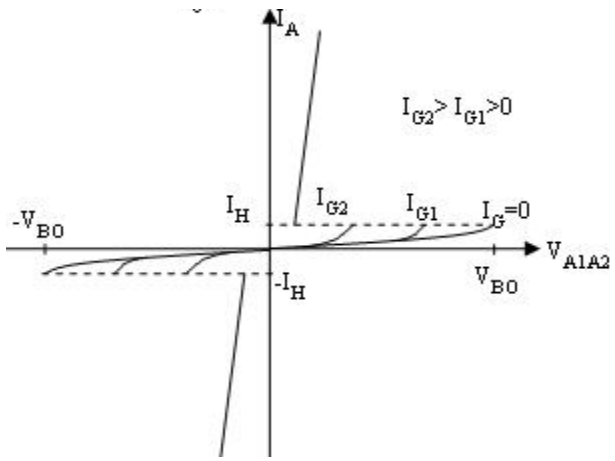
إشكـــال :

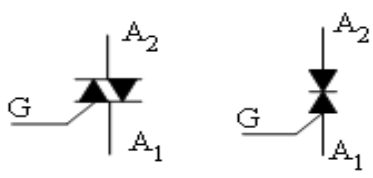
إن التركيبات السابقة بمقاحل لا يمكن استعمالها لتحكم مباشرة في حمولة في التيار المتناوب ، فما هو العنصر الذي يمكنه القيام بهذا الدور؟

يمكن استعمال عنصر كثير الاستعمال في الإلكترونيك يسمي .....

5-2 التريـــاك Triac :(مقداح التيار المتناوب)

5-2-1- الرمز و الميـــزة:





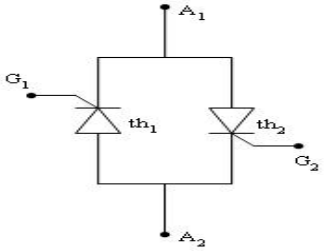
..... : A1

..... : A2

..... : G

من الميزة نلاحظ أن التريـاك يكافئ .....

....



2-5-2 التشغيـــل :

- $V_{A1A2}>0$: ..... .
- $V_{A1A2}<0$: ..... .

.....

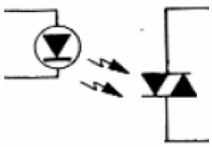
.....

إشكـــال : بمأن دارة التحكم تشتغل بالمستمر (إشارة منطقية) بينما دارة الاستطاعة تشتغل بالمتناوب ، تبقي إشكالية عزل الدارتين مطروحة

هناك عنصر إلكتروني أخر يقوم بهذه الوظيفة يسمي.....

3-5-2 الترياك الضوئـــي :Opto_Triac

- الرمز



- التشغيل :

.....

.....

.....

مثـــال 1 : التحكم في حمولة تشتغل تحت توتر 220V متناوب

ماهو دور مختلف العناصر المكونة لتركيب

دور الدارة RC : .....

دور الترياك الضوئي MOC 3021 : .....

دور الثنائية المشعة للضوء DEL : .....

دور المقاومة 560 Ω : .....

دور المقاومة 180 Ω : .....

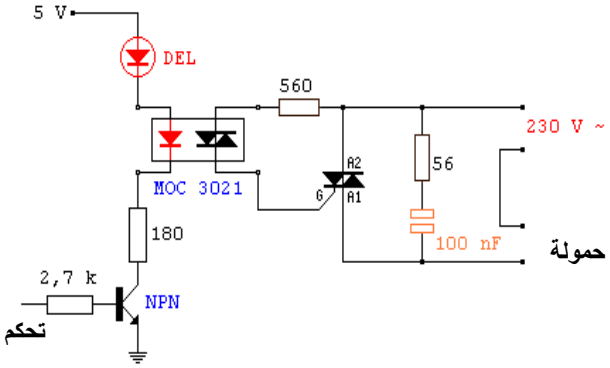
.....

دور المقحل : .....

علي أي أساس يتم اختيار مقاومة القاعدة 2.7KΩ

.....

.....



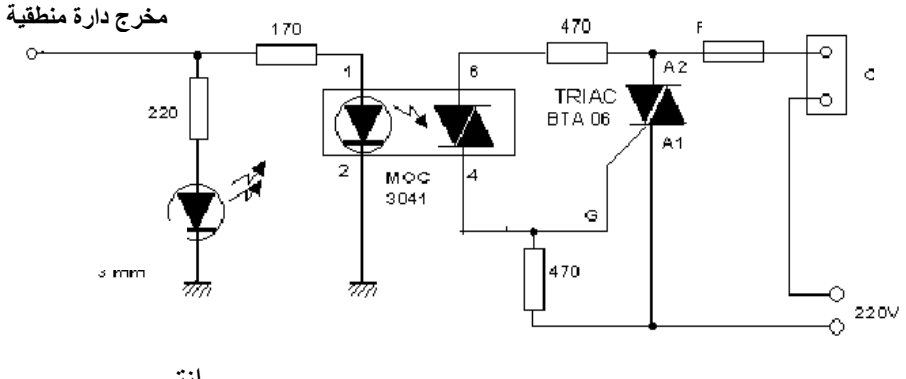
مثـــال2 : التحكم في مقاومة مسخنة (أنظر الشكل) :

- إشرح بإختصار تشغيل التركيب .

.....

.....

- إذا كان التيار الممتص من طرف المقاومة المسخنة هو 10 A أحسب الإستطاعة. الكهربائية المحولة بفعل جول إلي حرارة و أستنتج قيمـة المقاومـــة R للحمولة



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

إنتهـــي