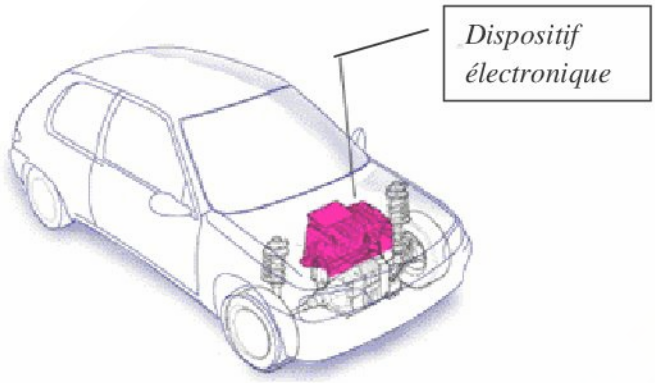
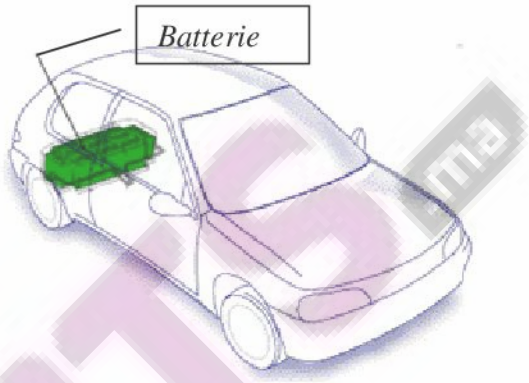
www.students.ma

Activité 12 — *TD : hacheur série*

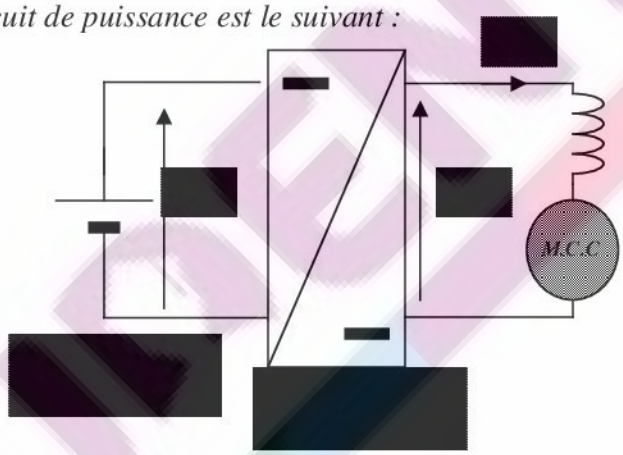
Exercice 1 :

Le moteur est alimenté par l'intermédiaire d'un convertisseur continu-continu. L'énergie électrique est stockée dans une batterie placée à l'arrière du véhicule.





Le schéma de principe du circuit de puissance est le suivant :



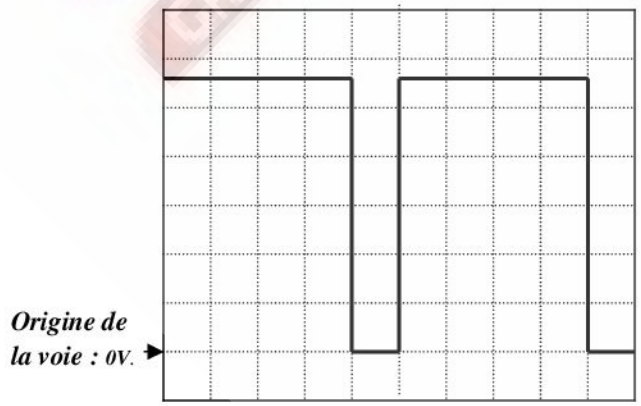
1°) Quel est le nom de ce convertisseur continu-continu ?

……

2°) Quel est le rôle de la bobine ?

……

3°) On observe la tension u aux bornes de la charge. L'oscillogramme de la tension u aux bornes de la charge est donné ci-contre :



Base de temps : 10 µs par division.
Calibre tension : 50 V par division.

www.students.ma

www.students.ma

Déterminer :

a) la fréquence ***f*** *de la tension u ;*

……

b) le rapport cyclique ***α*** *;*

……

c) la valeur moyenne ***<u>*** *de la tension u.*

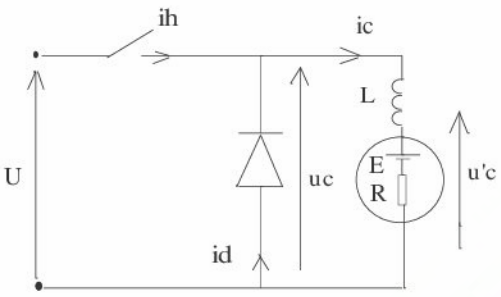
……

d) Quel appareil de mesure peut-on utiliser pour mesurer la valeur moyenne de la tension u (préciser le nom et le type) ?

……

Exercice 2 : *Un hacheur série est alimenté par une tension continue* ***U= 20 V*** *et alimente un moteur à courant continu. Le courant dans le moteur est parfaitement lissé et sa valeur moyenne vaut* $\mathbf{ic_{moy} = 2\ A}$*. Le rapport cyclique* ***α = 0.6****, la fréquence de hachage* ***f = 1000 Hz****.*

1. Tracer ***ic(t)****,* ***uc(t)*** *et* ***u'c(t)*** *sur une période (****5V/div****,* ***1A/div*** *et* ***0,1ms/div****). Préciser les intervalles et temps de conduction du hacheur et de la diode*



2. Calculer $\mathbf{uc_{moy}}$ *et la puissance fournie par le hacheur.*

……

3. Justifier par des considérations énergétiques le rôle de ***L*** *et* ***D****. Préciser comment on améliore le lissage du courant.*

……

……

Exercice 3 : *Un hacheur série parfait est alimenté sous une tension* ***U = 220 V.***

1. *La charge du hacheur est une résistance de* ***55 Ω*** *dans laquelle le courant peut être considéré comme constant.*

1.1. *Calculer l'intensité du courant qui traverse la résistance ainsi que la puissance dissipée dans la* ***résistance*** *en fonction du rapport cyclique* ***α*** *:*

……

……

1.2. *Application numérique :* ***α = 0,50****.*

……

……

2. *Le hacheur alimente, maintenant, un moteur à excitation indépendante dont la f.é.m. vaut* ***E = 140 V*** *pour* ***α = 2/3*** *et dont la résistance de l'induit est égale à* ***1,2 Ω****. On admet que le courant dans le moteur est pratiquement constant. Quelle est l'intensité de ce courant ?*

www.students.ma

www.students.ma

……

……

Exercice 4 : *Un hacheur série, parfait, alimente un moteur de traction électrique. La tension aux bornes du moteur se confond avec sa f.é.m. **E**. Le hacheur est commandé par un système périodique à la fréquence **f = 600 Hz**. Une tension continue **U = 750 V** est appliquée à l'entrée du hacheur.*

*Pour la valeur **α = 2/3** du rapport cyclique :*

*1. Donner l'allure des courbes **v(t)** et **u_H(t)**.*

*2. Quelle est la valeur de la f.é.m. **E** du moteur ?*

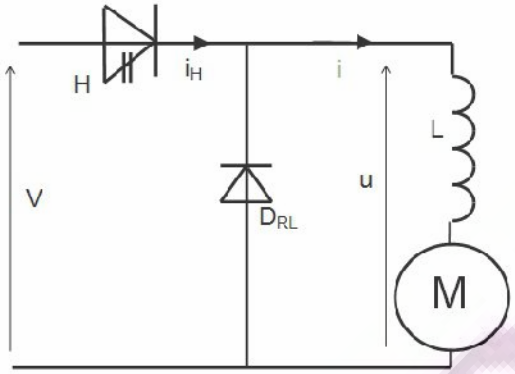
……

……

……

……

Exercice 5 : *On alimente l'induit d'un moteur à l'aide du hacheur série dont le schéma est représenté ci-dessous :*



***H** : Interrupteur électronique commandé à l'ouverture et à la fermeture.*

***D_{RL}** : Diode supposée idéale.*

***L** : Bobine d'inductance L supposée parfaite.*

***V** : Tension continue délivrée par une source idéale de tension.*

*1. Quel est le rôle de la diode **D_{RL}** ?*

……..

*2. Quel est le rôle de la bobine d'inductance **L** ?*

……..

Les allures de la tension u et du courant i sont représentées respectivement sur les figures 1 et 2.

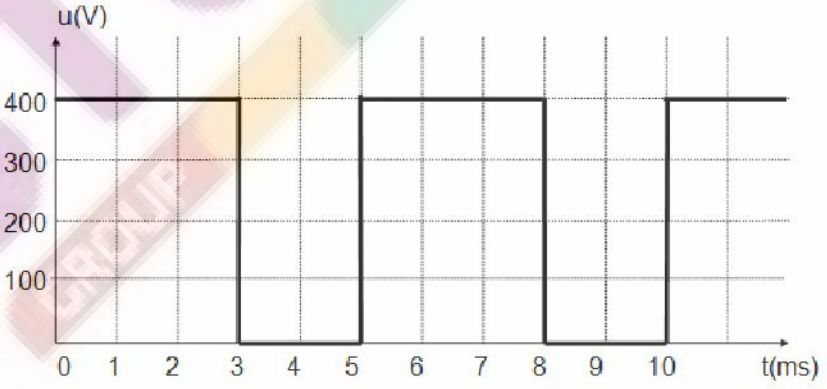


figure n°1

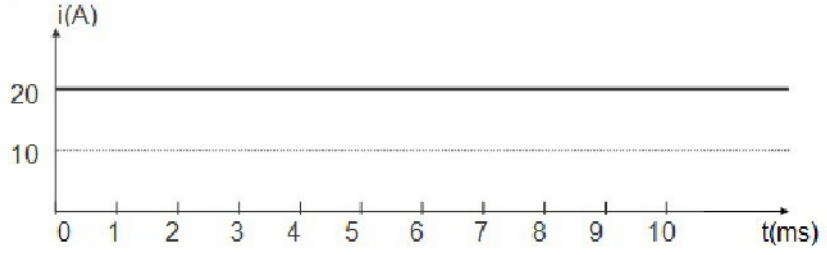


figure n°2

www.students.ma

www.students.ma

3. Déterminer la fréquence **f** de la tension u.

……

4. Déterminer la valeur du rapport cyclique **α** .

……

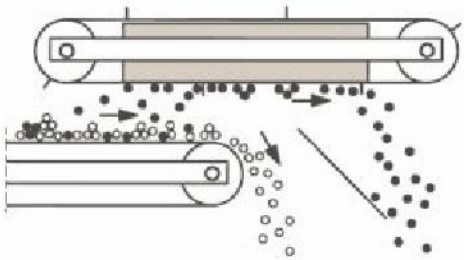
5. Montrer que la valeur moyenne **<u>** de la tension u peut s'exprimer : **<u> = α.V**, et en donner la valeur.

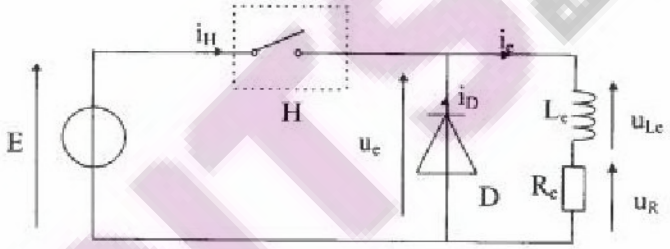
……

……

Activité 13 — Exercices à résoudre – hacheurs série

Exercice 1 : *On étudie ici un séparateur magnétique utilisé pour séparer les matériaux ferreux des déchets déroulant sur une bande convoyeuse.*





L'aimantation du séparateur se fait grâce à un électroaimant, assimilable à une bobine en série avec une résistance. Les concepteurs ont prévu que l'aimantation du séparateur puisse être variable en fonction du type de déchets à traiter. Cette variation d'aimantation est réalisé grâce à un hacheur série.
On donne les valeurs suivantes : **E = 140 V**, **Re = 50 Ω** *et* **L= 0,001 H** .

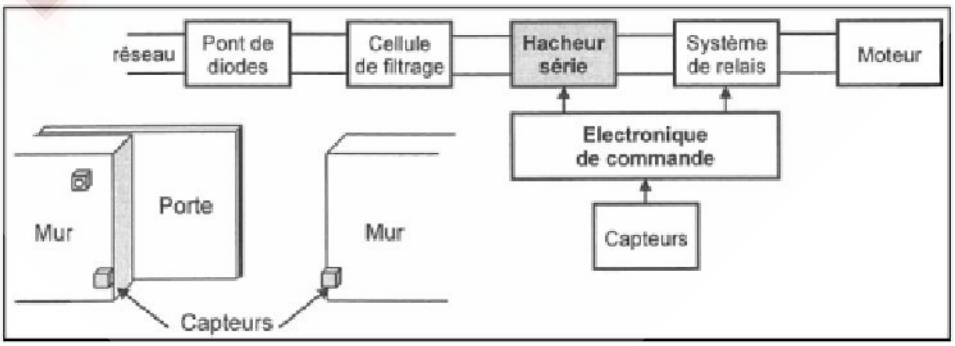
H *est fermé entre t = 0 et t = α.T ;* **H** *est ouvert entre t = α.T et t = T.* **T = 0,1 ms**

1. *Quel est le rôle de la diode* **D** *? Est-elle utile ici ?*
2. *Représenter l'allure de* **ue (t)**. *Calculer sa valeur moyenne,* **<ue>**,
3. *Calculer la valeur moyenne de* **ie**.

L'utilisateur du séparateur a besoin d'une force magnétique correspondant à un courant de **2 A**, *quel rapport cyclique doit-il appliquer ?*

4. *Donner l'expression du courant* **ie(t)** *dans les différentes phases. Représenter son allure.*
5. *Calculer l'ondulation du courant dans la charge définie par* **Δie** *en fonction de* **α**.
6. *Calculer pour* **H** *et* **D** *les courants moyens et efficaces. D'après ces valeurs, quel type de transistor utiliseriez-vous réaliser* **H** *?*

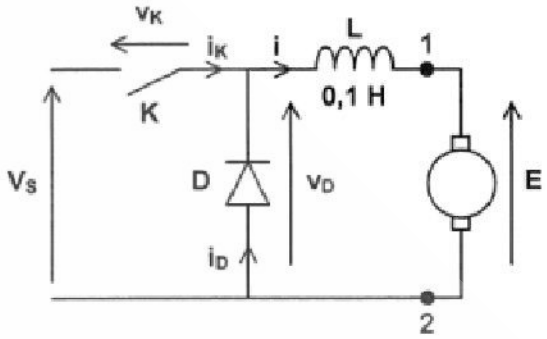
Exercice 2 : *Le support de cet exercice est un portail automatique de garage collectif dans un immeuble. Le synoptique concernant la partie électrique et une vue d'ensemble sont donnés.*



www.students.ma

www.students.ma

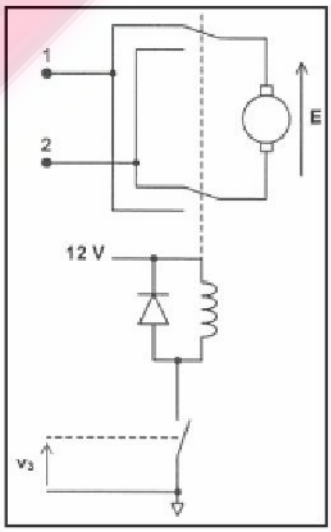
La tension d'alimentation est constante et vaut ***Vs = 210 V.***
D *est une diode idéale sans seuil.* ***K*** *est un interrupteur parfait commandé par une tension.*
On note ***α*** *le rapport cyclique de commande de ce hacheur et* ***T = 0,1 ms*** *est la période de fonctionnement.*
- pour ***t*** $\in [0 ; \alpha T]$, ***K*** *est fermé*
- pour ***t*** $\in [\alpha T ; T]$, ***K*** *est ouvert.*



On considère (c'est une hypothèse simplificatrice) que la tension aux bornes du moteur est égale à sa f.é.m. ***E*** *qui est proportionnelle à la vitesse de rotation du moteur :* $E = k.N$ *avec* $k = 5{,}25.10^{-2}\ V/(tr.min^{-1})$.
On suppose que l'intensité ***i*** *du courant ne s'annule jamais et varie entre les valeurs minimale et maximale* ***Im*** *et* ***IM***.
1/ Déterminer l'expression de $i(t)$ *pour* $t \in [0 ; \alpha T]$ *puis* $t \in [\alpha T ; T]$.
2/ Représenter les allures de $v_D(t)$ *et* $i(t)$ *sur le document réponse.*
3/ Exprimer la valeur moyenne de la tension $v_D(t)$ *en fonction de* ***α*** *et* ***Vs***. *En déduire la relation entre* ***E***, ***α*** *et* ***Vs***.
4/ Exprimer l'ondulation de courant $\Delta i = IM - Im$ *en fonction de* ***α***, ***Vs***, ***L*** *et* ***T***.
5/ Représenter l'allure de Δi *en fonction de* ***α***.
6/ Pour quelle valeur de ***α*** *l'ondulation de courant est-elle maximale ? Calculer* Δi_{max}.
7/ Déterminer la valeur de ***α*** *qui permet de régler la vitesse de rotation à* $N = 1000\ tr.min^{-1}$.
8/ Représenter les allures de $i_D(t)$ *et* $i_K(t)$ *et exprimer leurs valeurs moyennes respectives en fonction de* ***α***, ***Im*** *et* ***IM***.

Système de relais

En réalité, le hacheur n'alimente pas directement le moteur : on intercale comme indiqué sur la figure ci-dessous un système de relais piloté par un interrupteur commandé par une tension v_3.



Au repos, lorsque la tension aux bornes de la bobine est nulle, les interrupteurs sont dans la position représentée sur la figure.

Lorsque la tension aux bornes de la bobine est égale à ***12 V****, les interrupteurs sont dans l'autre position.*

9/ Quelle est l'utilité de ce système de relais ?

Activité 14 — TD - Fonction génération des signaux : Montage ASTABLE

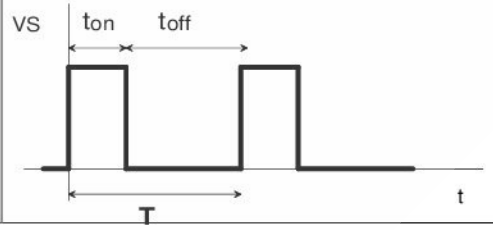
Présentation

Pour commander un hacheur à transistor, on a besoin d'un générateur des signaux appelé astable.

La fonction ASTABLE = ...

La sortie de cette fonction ne possède pas d'état stable, et commute périodiquement entre les états bas et haut.

On distingue 3temps :
- *la période* $T = t_{on} + t_{off}$
- t_{on} *: durée de l'état haut*
- t_{off} *: durée de l'état bas*



On appelle rapport cyclique α*: le rapport entre la durée de l'état haut et la période*

$$\alpha = \frac{t_{on}}{T}$$

www.students.ma

www.students.ma

On peut réaliser cette fonction à partir des solutions :

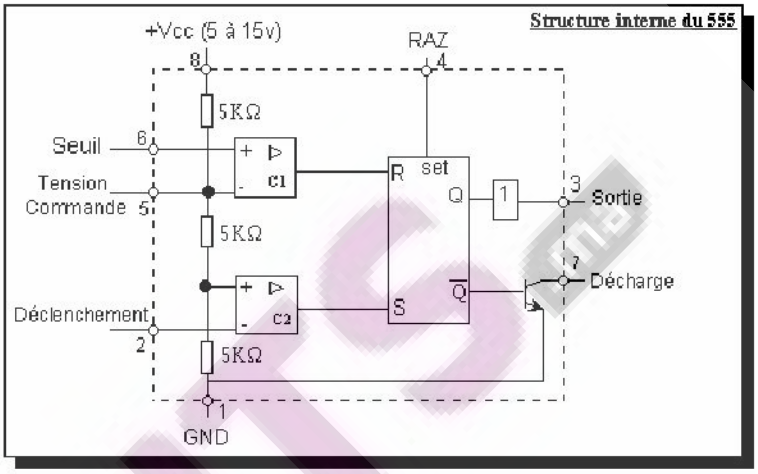
- *A base de circuits spécialisés (ex : NE555).*
- *A base d'amplificateur opérationnel intégré*
- *A base de CI logiques*

Le timer NE 555

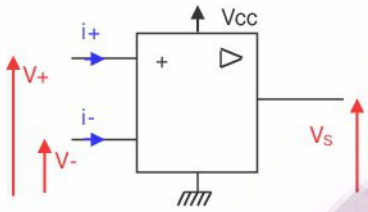
Présentation du 555

Le circuit 555 est un circuit intégré de 8 broches spécialisé dans la production de signaux.
Il permet la réalisation de temporisation, d'horloge, etc…
Il est composé par :

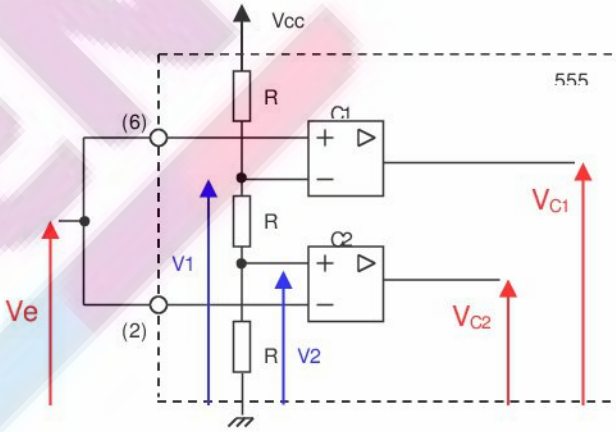
- *un pont diviseur*
- *deux comparateurs C1 et C2*
- *une bascule RS*
- *un transistor de décharge (interrupteur commandé)*
- *un circuit tampon chargé de fournir ou d'absorber le courant de sortie.*



Etude de l'étage de comparaison



Si V+ > V- alors V_S = ...
Si V- > V+ alors V_S = ...
i+ = i- = 0 car Re = ∝



*On considère l'étage d'entrée du 555, composé par le pont diviseur et les deux comparateurs C1 et C2. On relie les entrées **(2)** et **(6)**. On se propose d'étudier l'évolution de V_{C1} et V_{C2} dans ce cas-là.*

*1) Donner l'expression de **V1** et de **V2** en fonction de Vcc.*

V1= ..... *V2= .....*

2) Donner les valeurs prises par V_{C1} et V_{C2} suivant les valeurs de Ve.

Pour le comparateur C1: si Ve > V1 => V_{C1}= .... *et si Ve < V1 => V_{C1}= .....*

Pour le comparateur C2: si Ve > V2 => V_{C2}= .... *et si Ve < V2 => V_{C2}= ....*

3) Compléter alors les chronogrammes de $V_{C1}(t)$ et de $V_{C2}(t)$ suivant l'évolution de Ve(t).

Etude de la bascule RS

En plus des entrées R et S, la bascule comprise dans le 555 possède une entrée RAZ de remise à zéro active sur un niveau haut.
1) Rappeler la table de vérité d'une bascule RS en tenant compte de l'entrée RAZ.
2) Compléter alors les chronogrammes de Q, $\overline{Q}$ et V_S en fonction de ceux trouvés précédemment.

R	S	Q	$\overline{Q}$
0	0	…	…
1	0	…	…
0	1	…	…
1	1	…	…

www.students.ma

www.students.ma

L'interrupteur commandé.

Le transistor de décharge fonctionne comme un interrupteur commandé par la sortie $\overline{Q}$ de la bascule RS. C'est à dire que :

si $\overline{Q}$ = 0, l'interrupteur est *ouvert.*

si $\overline{Q}$ = 1, l'interrupteur est *fermé.*

1) Consigner dans le tableau ci-contre l'état pris par la sortie (7) suivant les valeurs de $\overline{Q}$.

$\overline{Q}$	*Etat du transistor*
0	.....
1	.....

Synthèse du fonctionnement du circuit 555

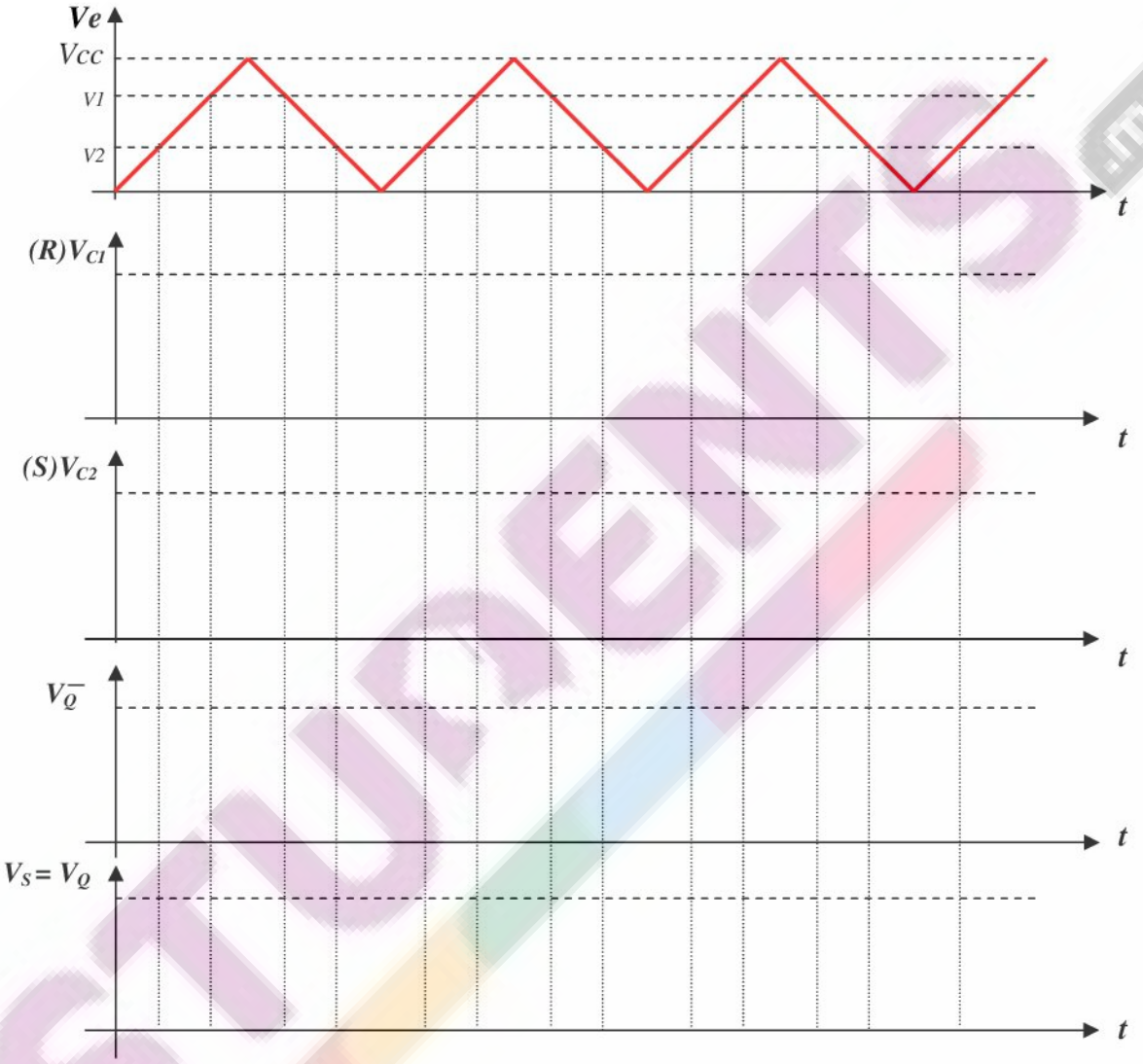
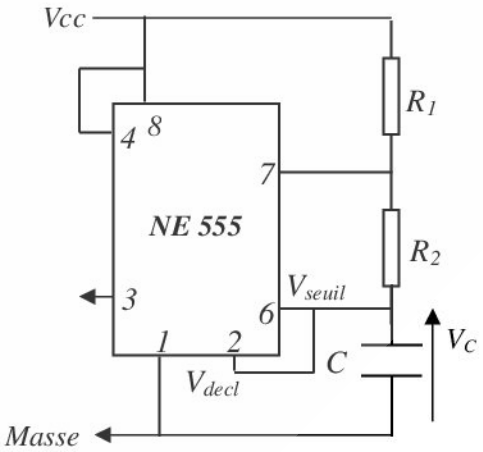


Schéma du montage astable



$V_c = V_{seuil} = V_{decl}$.

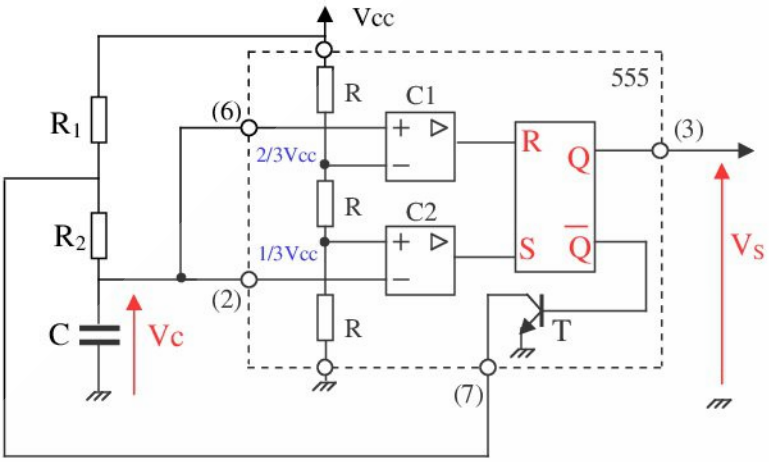
www.students.ma

www.students.ma

Fonctionnement du montage

Hypothèse : *Le condensateur est supposé initialement déchargé : $V_c = 0$ V. On a donc V_{seuil} et V_{decl} nulles, ce qui implique $V_s = V_{cc}$.*

Evolution temporelle de Vc et de Vs



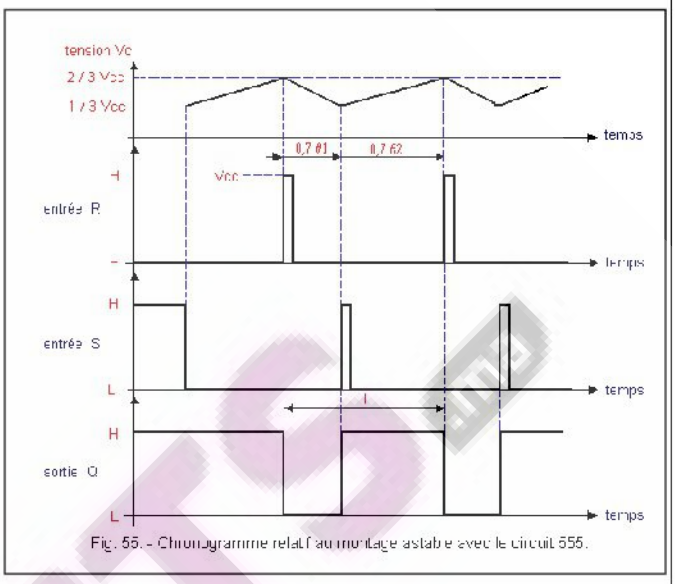


Fig. 55. - Chronogramme relatif au montage astable avec le circuit 555.

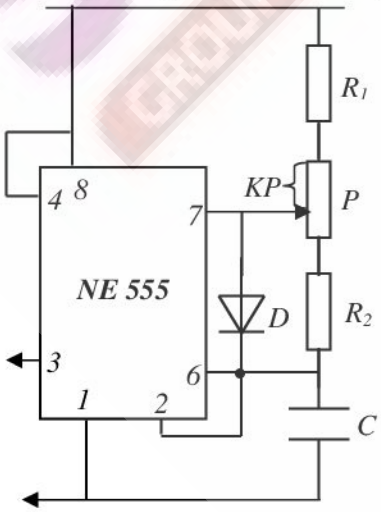
- *A la mise sous tension, le condensateur C se ..... à travers les résistances en série ... et ... puisque le transistor est ..... (Q est au niveau ....).*
- *Lorsque la tension Vc atteint ....., l'entrée R passe au niveau .... , donc la sortie Q passe au niveau .... Ceci rend le transistor T ..... .*
- *Le condensateur C se ..... à travers la résistance .... La constante de décharge vaut $\tau_1 = R_2 . C$. Lorsque Vc atteint le seuil ....., l'entrée S passe au niveau ..... et Q repasse au niveau ..... . Le condensateur C se ..... avec une constante de temps $\tau_2 = (R_1 + R_2) C$ et le cycle continue ainsi indéfiniment.*

Calcul de la période T et du rapport cyclique

- *On observe une oscillation périodique de V_s et de V_c entre 0V et V_{cc} (ou entre 1/3 V_{cc} et 2/3 V_{cc} pour V_c). Le montage ne parvient pas à trouver un état d'équilibre, il est .....*
- *La période d'oscillation T est égale à la somme de la durée de charge du condensateur (Vc variant de 1/3 V_{cc} à 2/3 V_{cc}) et de la durée de décharge (Vc variant de 2/3 V_{cc} à 1/3 V_{cc}).*
  $T = (R_1+R_2).C. Ln2 + R_2.C.Ln2$
  $T = 0,7.C.(R_1 + 2 R_2)$ *T est indépendant de la tension d'alimentation.*
- *Le rapport cyclique est : $\alpha = (R_1 + R_2)/(R_1 + 2 R_2)$*

Montage astable à rapport cyclique variable

Pour avoir un rapport cyclique variable, on utilise le montage ci-dessous :



Charge :

t_{on} = ...

Décharge :

T_{off} = ...

Donc la période:

T = ...

Le rapport cyclique :

α = ...

www.students.ma