PHYSIQUE APPLIQUÉE

1ÈRE STI

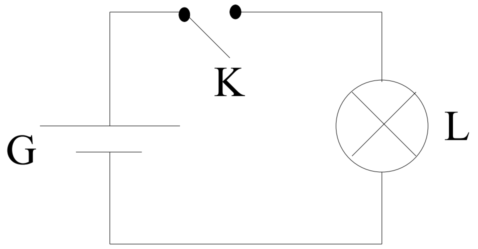
année: 2008-2009

. LOIS FONDAMENTALES DU COURANT CONTINU

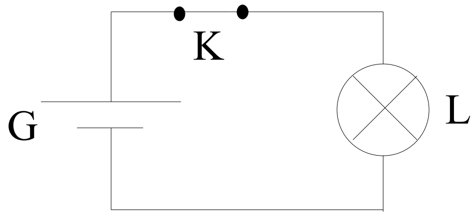
I. LE COURANT ÉLECTRIQUE

I.1. CIRCUIT ÉLECTRIQUE

Éléments fondamentaux



La lampe est ....



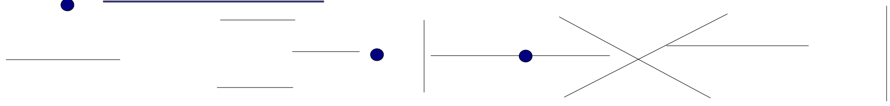
La lampe est ....

Conclusion:
Un courant électrique .... que dans un circuit ....

Un circuit électrique est constitué de .... et de ....
relié par des .... (ou .... Opposé
des ...., les .... – bois, béton, caoutchouc ..)
L'................................ permet d'interrompre le courant électrique.

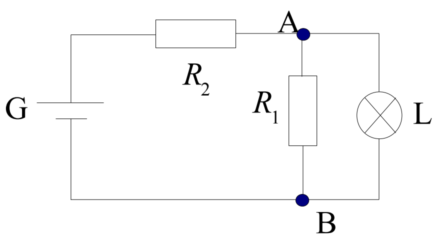
Nœud, branche, maille

- Un .... est une .... entre différents ....



Attention: ....
....
....
....

Une .... est une .... comprise entre ....



.... branches:
- avec ....,
- avec ....
- avec ....

Une .... est un .... Dans le circuit précédent, il existe 3 mailles.

- maille comprenant ....
- maille comprenant ....
- maille avec ....

Association en série ou en dérivation (parallèle)

- Des dipôles sont dits .... quand ils .... à la .... ou à un circuit ne comportant qu'..................................
- Des dipôles sont .... s'ils sont compris entre ....

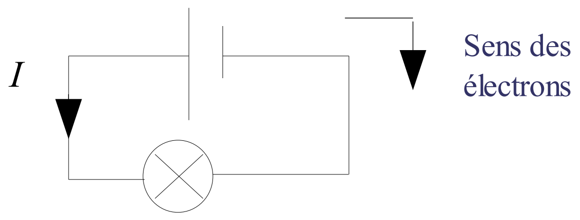
I.2. NATURE MICROSCOPIQUE DU COURANT ÉLECTRIQUE

Le courant électrique est un .... d'ensemble de .... de .... électriques. Il existe deux types de .... de .... électriques: les .... et les .... (charges .... ou ....).
La charge élémentaire est celle de l'électron: e = ... C

I.3. SENS CONVENTIONNEL DU COURANT ÉLECTRIQUE

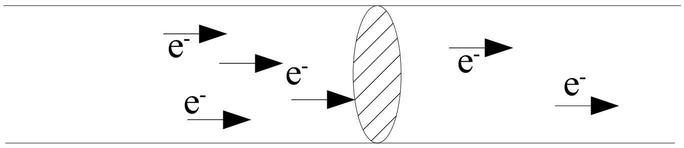
Par convention, le courant électrique est orienté dans le .... de charges .... (sens .... des électrons)

Le courant électrique sort de la borne .... et entre par la borne .... du ....



I.4. INTENSITÉ DU COURANT ÉLECTRIQUE CONTINU

L'intensité du courant électrique est une grandeur physique qui caractérise le .... des porteurs de charges traversant une .... du conducteur.



$i = \frac{d...}{d...}$ — $d...$: variation de la .... d'électricité en (.......)

$I = \frac{.....}{.....}$ — $d....$: un intervalle de .... (.....)

Si le débit est .... dans le temps, le courant est dit ....

L'intensité du courant électrique s'exprime en .... (.......).

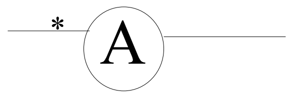
Pour les besoins industriels q = i.t = 1 A.h = ... C

I.5. MESURE DE L'INTENSITÉ D'UN COURANT ÉLECTRIQUE

L'appareil de mesure est l'..................................... que l'on insère en .... pour être traversé par le courant qu'il mesure.

Un .... possède .... bornes:

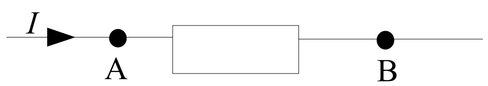
- une borne d'...................... (.................. ou repérée par un des signes: ......, ..., ...)
- une borne de .... (.................. ou repérée par un des signes: ....)



I.6. ALGÉBRISATION

L'intensité du courant électrique est une grandeur ....

- L'intensité du courant est .... lorsque le sens de la flèche (choisi ....) est .... au sens conventionnel du courant.
- L'intensité du courant est .... lorsque le sens de la flèche (choisi ....) est contraire au sens conventionnel du courant.



$I = 3A$ — I circule de ...... vers ....

$I = -3A$ — I circule de ....vers ....

I.7. LOI DES NOEUDS

Circuit série

Tous les appareils montés en .... sont traversés par .... intensité *I.*

.........= ....

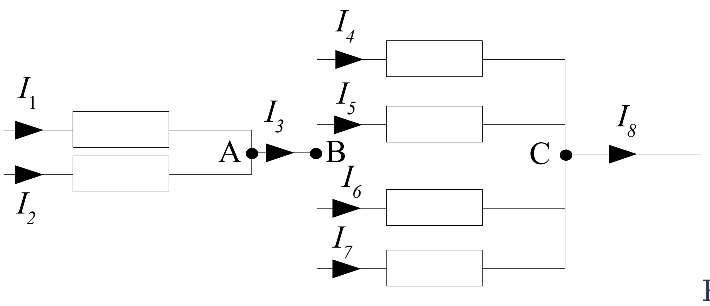
Circuit avec des dérivations

....

....

....

....



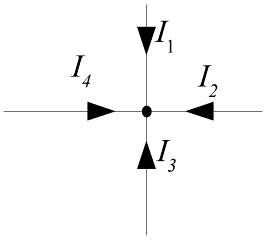
Au noeud A: ....

au noeud B: ....

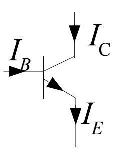
au noeud C: ....

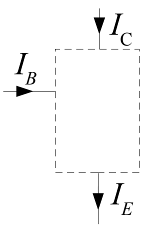
Remarques:

– Lorsque tous les courants aboutissent à un noeud, la somme des intensités est ....



– La loi des noeuds est applicable à un ensemble, une portion du circuit ou à un composant.





.... = ...

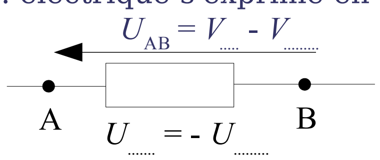
II. LA TENSION ÉLECTRIQUE.

II.1. NOTION DE TENSION ÉLECTRIQUE

Pour qu'un courant électrique circule entre deux points A et B d'une portion de circuit, il faut:

- que le circuit soit .... (contiennent des porteurs de charges ....)
- que les porteurs de charge soit soumis à une .... (............) appelé également .... électrique.

La .... électrique s'exprime en .... (.....).



V_A et V_B sont respectivement les .... des points A et B par rapport à un .... de .... (généralement la ....: V_M = ... V)

II.2. MESURE D'UNE TENSION ÉLECTRIQUE

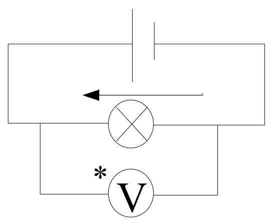
La tension électrique peut être mesurée avec:

- un ....,
- un .... (analogique ou numérique).

Celui ci doit être placé en .... avec le dipôle aux bornes duquel il mesure la tension.

Un .... possède deux bornes:

- une borne d'.................... (................ ou ......, ..., ...)
- une borne de .... (................ ou ......, ...)



II.3. ALGÉBRISATION

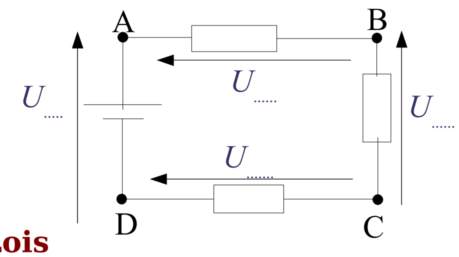
La tension électrique est une grandeur ....

- La tension est .... lorsque le potentiel du point de mesure repéré par la .... de la flèche (..........................) est .... à celui du point repéré par le .... (.....................).
- La tension est .... lorque le potentiel du point de mesure repéré par la .... de la flèche est .... à celui du point repéré par le ....

II.4. LOI DES MAILLES

On respecte les règles suivantes:

- on choisit .... de parcours arbitraire de la maille et ....
- On affecte le signe .... aux tensions dont la flèche indique le ....
- On affecte le signe .... aux tensions dont la flèche indique le ....



Maille ABCDA: ....

Lois

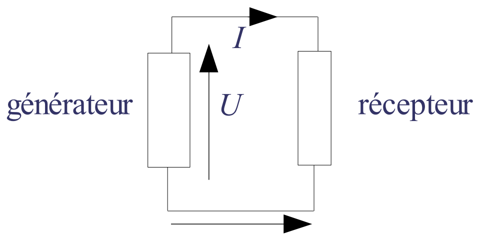
1. ....

2. ....

Branche AC : ....

III. LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE.

III.1. PUISSANCE ET ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ÉCHANGÉE



Transfert de puissance

La puissance électrique échangée par les deux dipôles s'exprime par la relation:

***P* = ...**

P: puissance en ....
U: tension électrique en V

I: intensité de courant électrique en A

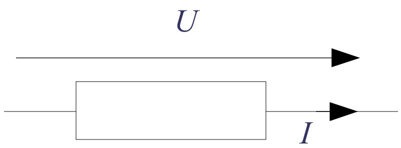
L'énergie électrique s'exprime par l'expression ***W* = ...**

W: Énergie en .... (......)
t: temps en ....

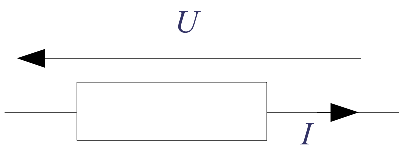
III.2. <u>DIPÔLE GÉNÉRATEUR – DIPÔLE RÉCÉPTEUR</u>

- Pour le dipôle générateur, *U* et *I* sont dans le .... : c'est la convention .... Le dipôle .... de la puissance P_f = ... 0
- Pour le dipôle récepteur, *U* et *I* sont dans de sens contraire : c'est la convention .... et P_f = ... 0 le dipôle .... de la puissance

	Convention générateur	Convention récepteur
U.I > 0	Dipôle	Dipôle ....
U.I < 0	Dipôle	Dipôle ....



Convention ....



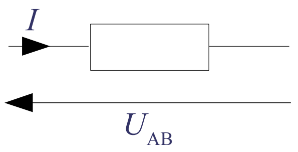
Convention ....

. LOI D'OHM ET ASSOCIATION DE DIPÔLES

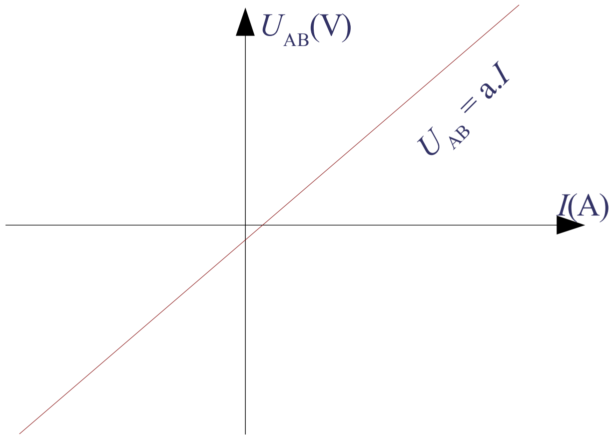
I. LOI D'OHM POUR UN CONDUCTEUR OHMIQUE

I.1. LOI D'OHM

Pour un récepteur, on utilise la convention _________________, I et U_{AB} sont de ___________.



Le ___________________________ de la droite représente une caractéristique du conducteur ohmique:
la ___________________.



En adoptant la convention _________________: U_{AB} = _________

U_{AB}: tension aux bornes du conducteur ohmique en V

____: résistance du conducteur ohmique en ______

I: intensité de courant traversant le conducteur ohmique en A

On peut encore l'expression de la loi d'ohm sous la forme:

I = ... = ... avec ....

.........: ....

Avec la convention générateur: U_{BA} = ...

I.2. PUISSANCE DISSIPÉE DANS UN CONDUCTEUR OHMIQUE

Avec la convention récepteur U_{AB} = ..., la puissance s'exprime par la relation:
P = ...
A partir de ces deux expressions , on en déduit:

P = ...

P: puissance en ....

............: résistance en ....

I: intensité de courant en A U_{AB}: tension en V

.........: ....

La puissance dissipée par le conducteur ohmique se transforme en ....: c'est l'effet ....

II. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES D'UN CONDUCTEUR OHMIQUE

II.1. RÉSISTIVITÉ

....................: capacité d'un matériau à .... des porteurs de charge.

La relation entre la résistance et la résistivité est donnée par la formule:

$$R =$$

R: résistance du conducteur ohmique en Ω

.........: ....

.........: ....

.........: ....

Rappel: $S =$ .... avec r: rayon de la section en m et

$D = 2r$: diamètre de la section

II.2. CONDUCTIVITÉ

..................: la .... est une grandeur caractérisant la .... du matériau .... des porteurs de charge: c'est .... de la résistivité.

$\gamma =$................ G =

..... : ....

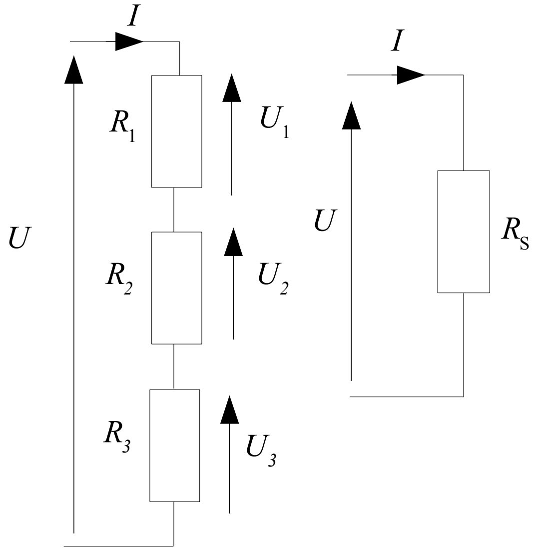
..... : ....

..... : ....

III. ASSOCIATIONS DE CONDUCTEURS OHMIQUES

III.1. ASSOCIATION EN SÉRIE

définition: des dipôles sont en série lorsqu'ils sont traversés par ....



$U =$ ....

$R_S.I =$ ....

$R_S =$ ....

....

....

....

....

....

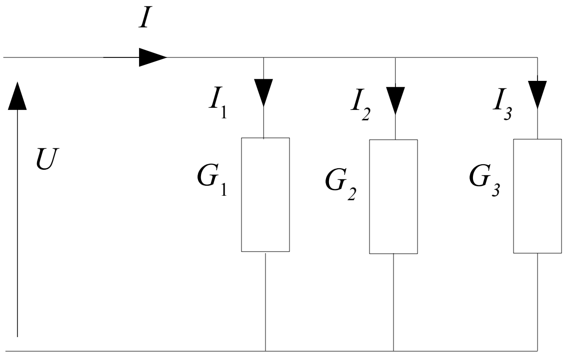
Remarques:

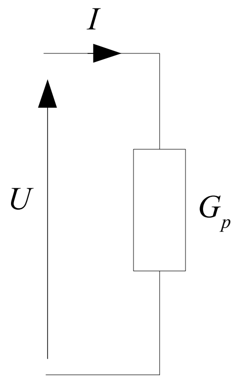
1. La résistance équivalente est ....
   ....

2. Si $R_1 = R_2 = R_3 = ... = R_N = R$ alors $R_S =$ .... avec N: nombres de conducteurs ohmiques

III.2. ASSOCIATION EN DÉRIVATION

définition: des dipôles sont en dérivation lorsqu'ils ....
....





I = ... ⇒ .... = ...

.... = ... ⇒ .... = ...

....

....

....

....

....

....

Remarques:

1. La résistance équivalente est ....
   ....

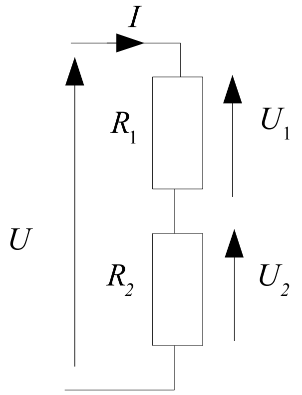
2. Si l'on associe N conducteurs ohmiques identiques ....
   ....

3. Pour deux conducteurs ohmiques en dérivation R_P ....
   ....

IV. DIVISEUR DE TENSION – DIVISEUR DE COURANT

IV.1. DIVISEUR DE TENSION

On est en présence d'... chaque fois que des .... sont branchés en...................., donc traversés ....



U_1 = ... U_2 = ...

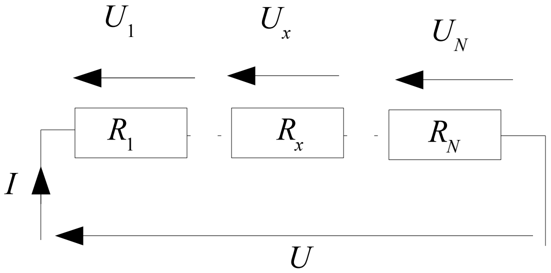
U = ...

on en déduit: I = ...

U_1 = ...

U_2 = ...

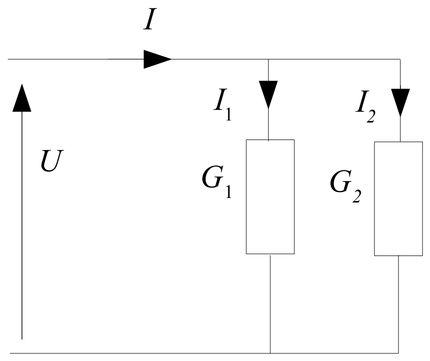
Pour N conducteurs ohmiques en série:



U_X= ....

IV.2. DIVISEUR DE COURANT

On est en présence d'un .... chaque fois que des .... sont branchés en ...., donc ....



I_1 = ...

I_2 = ...

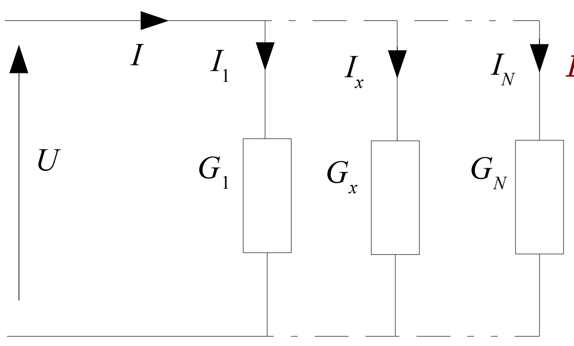
I = ...

I = ...

d'où U = ...

I_1 = ... I_2 = ...

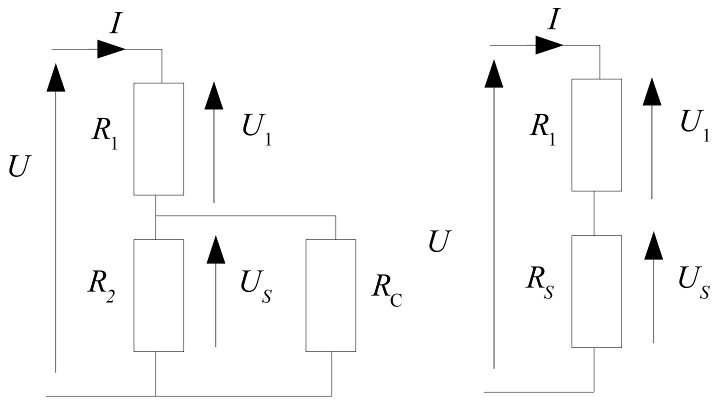
Pour N conducteurs ohmiques en dérivation



I_x= ....

IV.3. DIVISEUR DE TENSION EN CHARGE

La présence d'une résistance de charge R_C dans le montage .... les courants et les tensions. On ne peut pas appliquer directement les relations précédentes car les conducteurs ohmiques R_1 et
R_2 ....



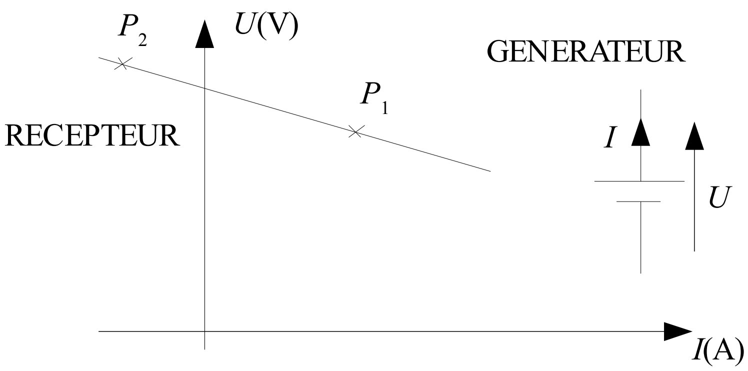
R_S = ...

on utilise le diviseur de tension:

U_S =..

. LES DIPOLES ACTIFS

I. CARACTERISTIQUE D'UN DIPOLE ACTIF



$P_1 = U.I$ .... 0: le dipôle actif .... de la puissance électrique

$P_2 = U.I$ .... 0: le dipôle actif .... de la puissance électrique

Du faite de cette dissymétrie, un dipôle actif est .... Il faut donc ....

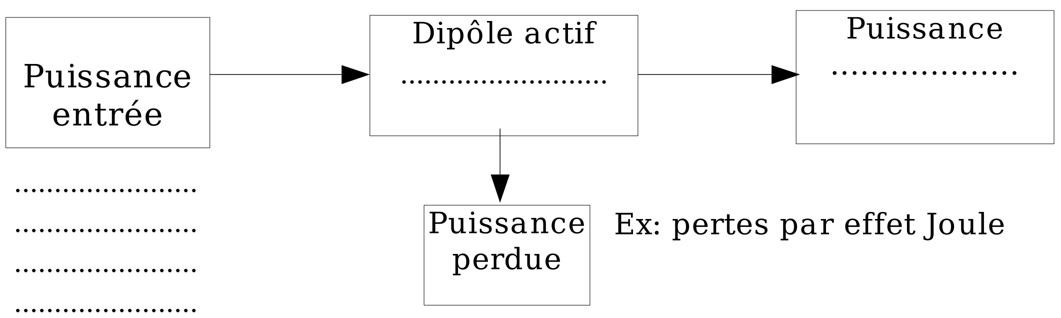
Un dipôle est dit ....quand U ...... 0 V pour I .... 0 A (passif : U ..... 0 V pour I ...... 0 A).

Un dipôle actif est soit ...., soit .... Un dipôle actif pouvant assumer les deux fonctions est dit ....

II. FONCTIONNEMENT EN GENERATEUR - RECEPTEUR

II.1. GÉNÉRATEUR

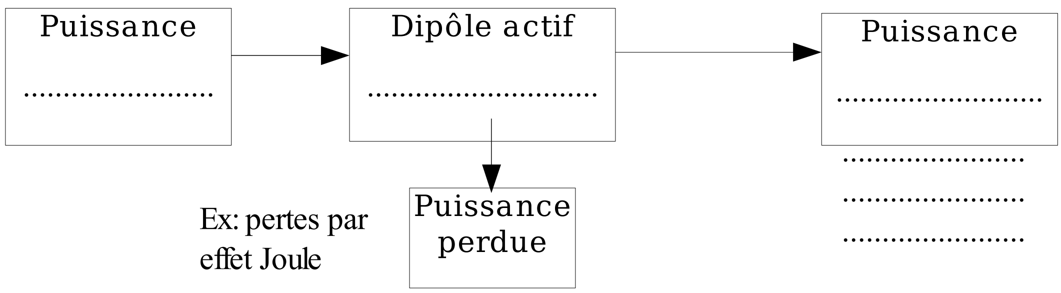
Un dipôle .... est en fonctionnement .... lorsqu'il transforme une puissance ....



Puissance: $P = U.I$ .... 0: le dipôle actif .... une puissance électrique

II.2. <u>RÉCEPTEUR</u>

Un dipôle .... est en fonctionnement .... lorsqu'il transforme une puissance ....
....
....

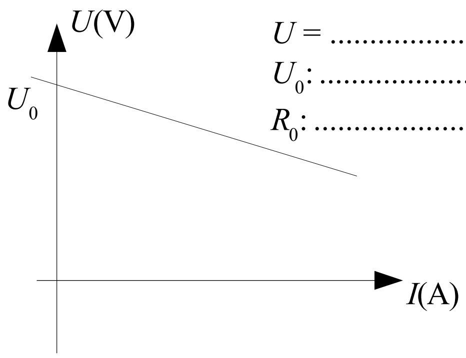


Puissance: $P = U.I$ ...... 0: le dipôle actif .... une puissance électrique

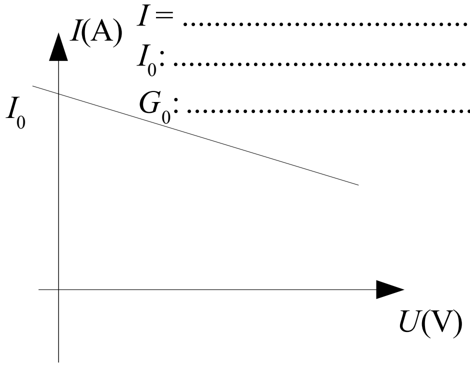
III. DIPOLES ACTIFS LINEAIRES (OU LINEARISES)

III.1. <u>CARACTÉRISTIQUE D'UN DIPÔLE ACTIF LINÉAIRE.</u>

La caractéristique d'un dipôle actif linéaire est une .... Elle peut être représenté par:



$U =$ ....
U_0: .... (I=0)
R_0: ....

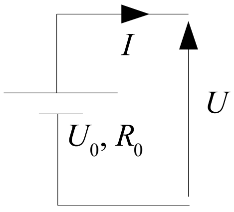


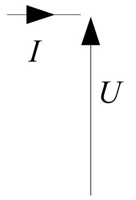
$I =$ ....
I_0: .... ($U = 0$)
G_0: ....

III.2. MODÈLE ÉLECTRIQUE ÉQUIVALENT

Modèle équivalent de Thévenin – M.E.T. - modèle série

la relation $U =$ .... correspond à la loi d'une branche.

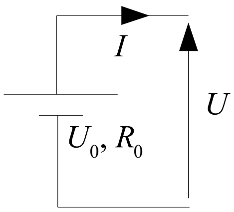


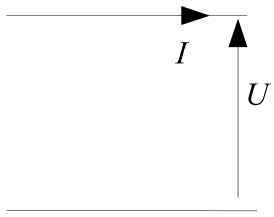


$U =$ ....
U_0: .... (I=0)
R_0: ....

Modèle équivalent de Norton – M.E.N. - modèle parallèle

la relation $I =$ .... correspond à la loi des noeuds.





$I =$ ....
I_0: ....
G_0: ....

Equivalence entre les deux modèles

M.E.T (U_0, R) $\Rightarrow$ M.E.N (I_0, G)

$U =$ ....

$\frac{U}{R_0}$ = ...

$\Rightarrow \quad I$ = ...

$I =$ ....

par analogie:

I_0 = ...*et* G_0 = ...

M.E.N (I_0, G) $\Rightarrow$ M.E.T U_0, R)

$I =$ ....

$\frac{I}{G_0}$ = ...

$\Rightarrow \quad U$ = ...

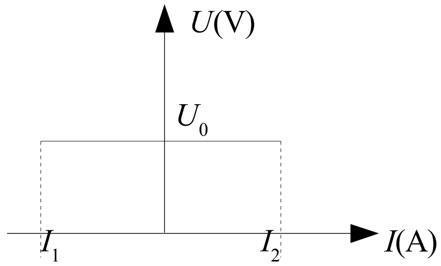
$U =$ ....

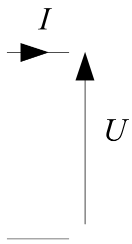
par analogie:

U_0 = ... *et* R_0 = ...

III.3. SOURCES LINÉAIRES PARFAITES.

Source de tension parfaite





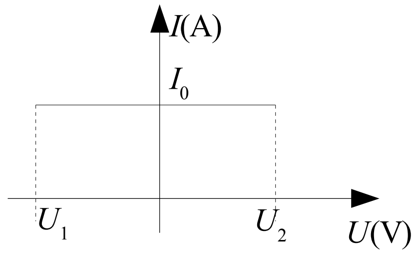
$U =$ .... ∀ ..... < I < ....

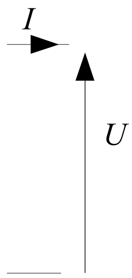
R_0 = ...

Pertes: ....

Aucun modèle ....

Source de tension parfaite





$I =$ .... ∀ .... < U < ....

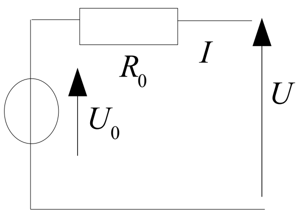
G_0 = ...

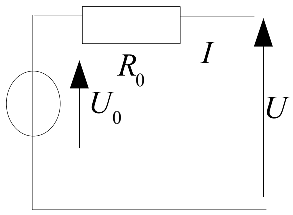
Pertes: ....

Aucun modèle ....

IV. PUISSANCE ELECTRIQUE POUR UN DIPOLE REVERSIBLE

Fonctionnement GENERATEUR	Fonctionnement RECEPTEUR
convention générateur	convention récepteur





U_0: tension à vide en V (I=0)

R_0: résistance interne en Ω

$P =$ ....

$P = P_u$: puissance utile (fournie)

$P =$...

$P = P_a$: puissance absorbée

P_{em}: puissance électromagnétique

P_{em} = ...

$P_{j:}$ Pertes par effet Joule

P_j = ...

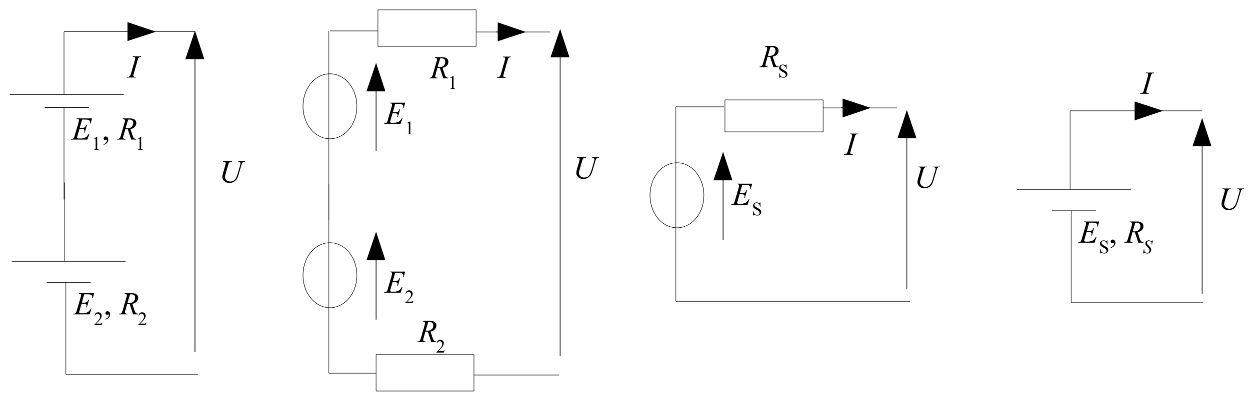
P_u = ...

P_a = ...

V. ASSOCIATIONS DE DIPOLES ACTIFS LINEAIRES

V.1. ASSOCIATION SÉRIE

Définition: les dipôles actifs sont en ....
lorsque ....
....
....



Loi des branches: U = ...

Par identification: E_S = ... et R_S = ...

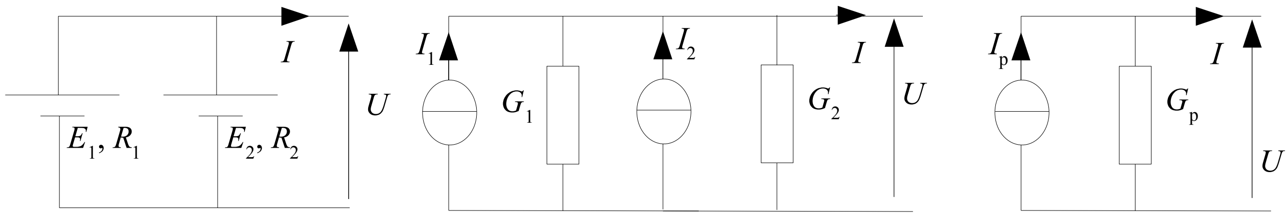
Pour une association de dipôles actifs linéaires en série:

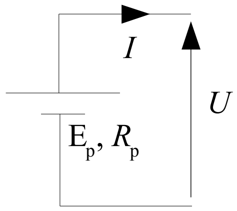
- ....
  ....
  ....
  ....
- ....
  ....
  ....
  ....

Dans le cas de N dipôles actifs linéaires identiques en série: E_S = ... et R_S = ...

V.2. ASSOCIATION EN DÉRIVATION

Définition: les dipôles actifs sont en ....
lorsque ....
....
....





Loi des noeuds: $I =$ ....

Par identification: $I_p =$ ....

On en déduit: $E_p =$.................. et $R_p =$......................

Pour une association de dipôles actifs linéaires en dérivation:

- ....
  ....
  ....
  ....
- ....
  ....
  ....
  ....

Dans le cas de N dipôles actifs linéaires identiques en dérivation: $I_p =$ .... et

$G_p =$ ....

Remarques:

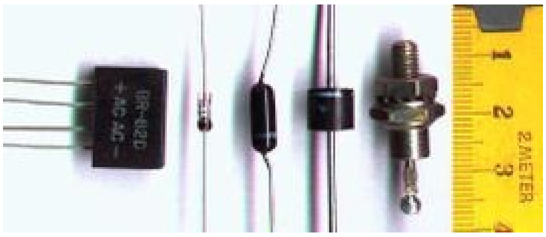
- l'association de dipôles actifs en .... permet d'augmenter .... mais pas ....
- l'association de dipôles actifs .... permet

d'augmenter .... mais pas ....

– On ne peut pas brancher en .... des sources .... (ou de ....) n'ayant pas .... Ex: batterie de 6 V avec une de 12 V.

– On ne peut pas associer .... des sources .... n'ayant pas ....

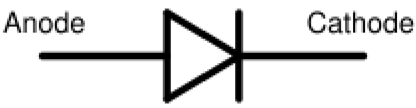
. LES DIODES A JONCTION

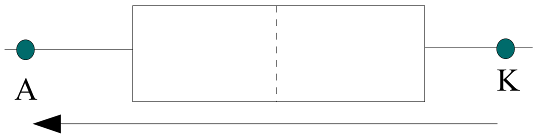


I. DESCRIPTION

Une diode à jonction est un ...., réalisé à partir .... semi-conducteur comportant des atomes .... (.........................). Une partie de ce semi-conducteur contient en .... proportion, des atomes d'impuretés .... (.....................................) pour former la région .... L'autre partie contient, en .... proportion des atomes .... (...) pour former la région ....

La zone de transition qui sépare les deux régions internes est appelé ....





L'électrode reliée à la région P est ....(......).

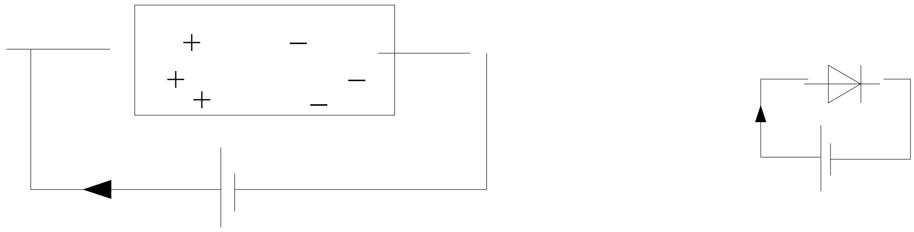
L'électrode reliée à la région N est .... (........).

II. POLARISATION D'UNE JONCTION

II.1. JONCTION PN POLARISÉE DANS LE SENS PASSANT.

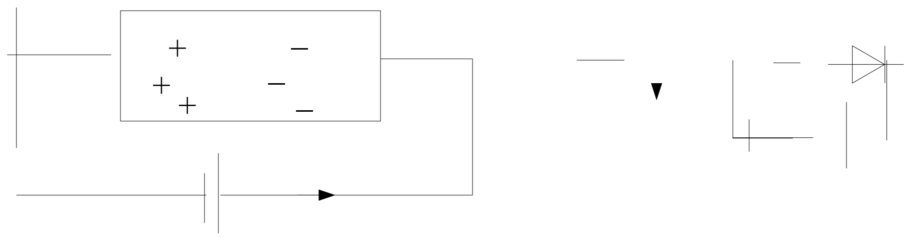
Le pôle .... d'une source de tension est reliée à la partie .... Il y a alors

………………… de la barrière de potentiel et la ……………………… se comporte comme un ………………………………



II.2. JONCTION PN POLARISÉE DANS LE SENS BLOQUANT.

Le pôle positif est reliée à la partie ………. La source de tension ……………… les électrons de la zone N vers son pôle ……………… et les « trous » (charges ……………………….) de la zone …… vers son pôle …………………; la jonction …………………… et ………………………… à toute migration de charges.



II.3. CONCLUSION

La jonction PN se comporte comme un …………………………………………………………: elle conduit le courant de ………………… (……) vers ………………………… (……….).

III. PROPRIETES DES DIODES DE REDRESSEMENT

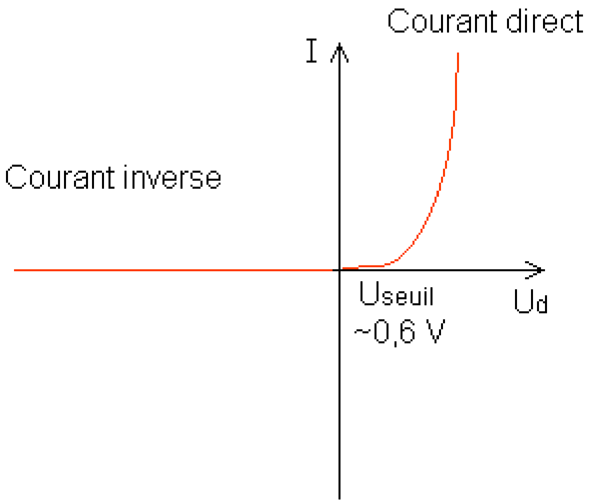
Une diode est un élément ayant la propriété d'être un …………………………………… pour un certain sens de courant et ……………………………………… pour l'autre sens.

Le sens ……………………… du courant est appelé sens ………………………………

Le sens ……………………… est appelé sens ………………………………………

IV. CARACTERISTIQUE STATIQUE D'UNE DIODE A JONCTION

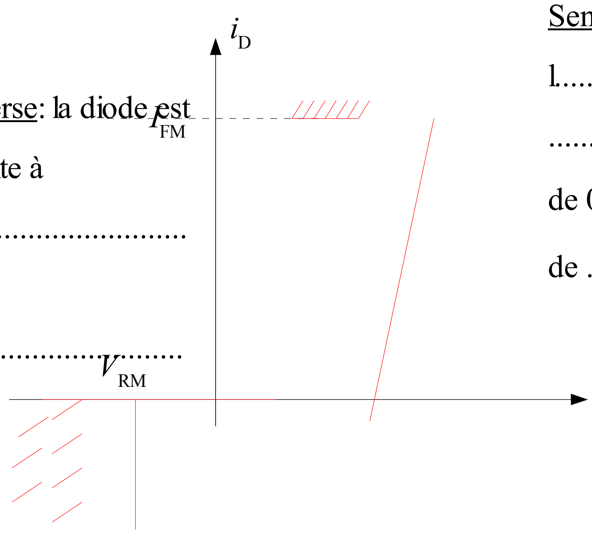
IV.1. CARACTÉRISTIQUE RÉELLE



I_{FM}: courant ....

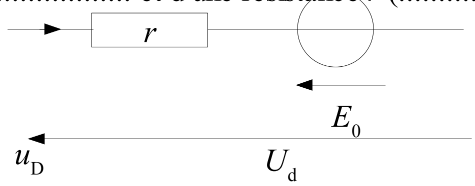
V_{RM}: tension ....

IV.2. MODÈLE DE LA DIODE R



Sens inverse: la diode est équivalente à un ....

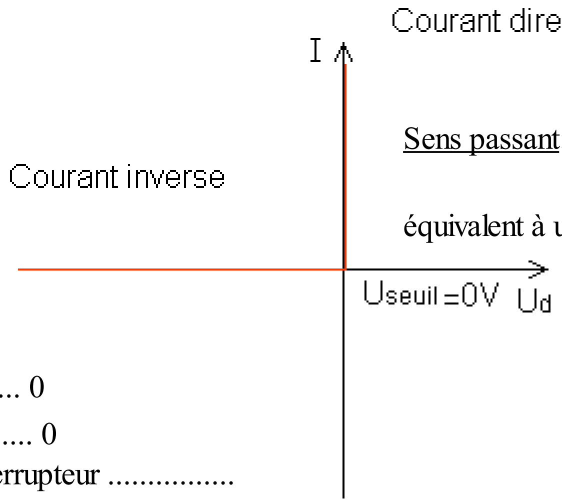
Sens passant: la diode peut être modélisée par l.. ....(de l'ordre de 0,7 à 0,8 V), appelé E_0 tension de .... et d'une résistance r (.............)



Diode passante:
u_D = ...
$u_D \geq$ .... et i_D 0

IV.3. MODÈLE DE LA DIODE IDÉALE

Il s'agit de représenter la diode par un .... En électronique de puissance, la tension aux bornes de la diode passante est .... devant les autres tensions du circuit.



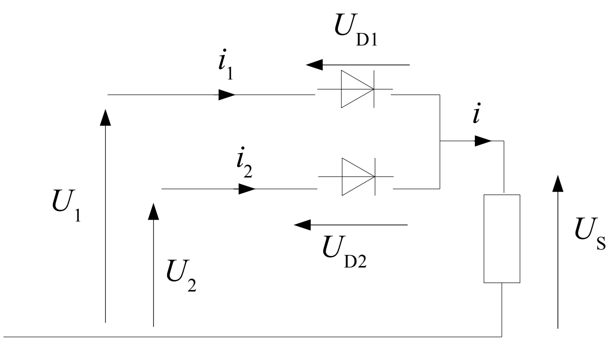
<u>Sens passant</u>: U_d 0
I 0
équivalent à un interrupteur ....

<u>Sens inverse</u>: U_d 0
I 0
équivalent à un interrupteur ....

V. GROUPEMENT DE DIODES

Dans les convertisseurs d'énergie, nous rencontrons souvent des groupements de diodes. Dans ce cas, il est intéressant de savoir quelle diode est susceptible de conduire.

V.1. <u>GROUPEMENT DE DIODES À CATHODES COMMUNES</u>



Hyp: $i > 0$ et $U_1 > U_2$

- si D1 conduit U_{D1} ..... 0.

U_{D2} = ... et la diode D2 est ....

- si D2 passante: U_{D2} ..... 0 et

U_{D1} = ... donc D1

également .... U_{D1} ...... 0 implique

U_1 .... U_2 en .... avec

l'hypothèse de départ.

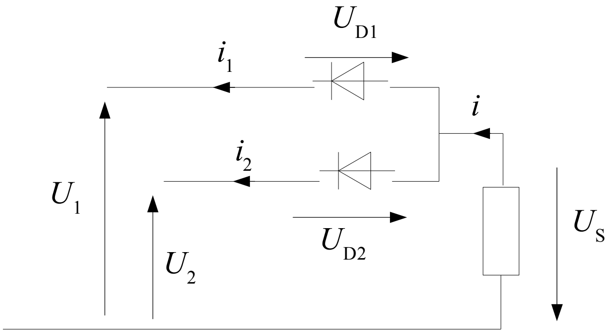
....

....

....

....

V.2. GROUPEMENT DE DIODES À ANODES COMMUNES



Hyp: $i > 0$ et $U_1 > U_2$

- si D2 conduit U_{D2} ...... 0.

U_{D1} = ... et la diode D1 est ....

- si D1 passante: U_{D1} .... 0 et

U_{D2} = ... donc D2 également

passante U_{D2} .... 0 implique U_1 .... U_2 en

contradiction avec l'hypothèse de départ.

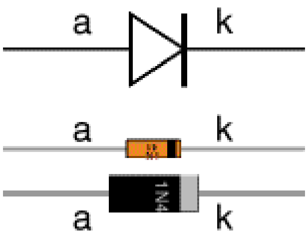
....

....

....

....

VI. COMPLEMENTS

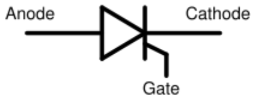


LED (U.S) ou DEL (Eur)
diode électroluminescente

PHOTODIODE

Diode SCHOTTKY

Diode TUNNEL



THYRISTOR

Diode VARICAP

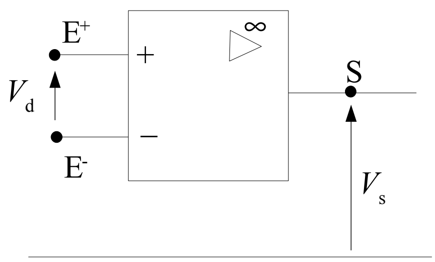
diode ZENER

. AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL

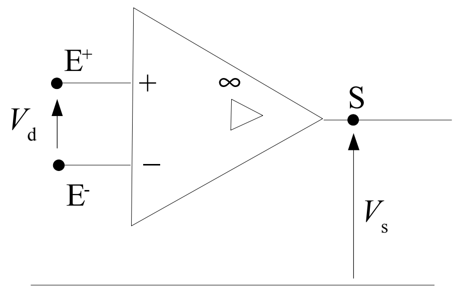
I. PRESENTATION

I.1. SYMBOLES ET FONCTION

L...(A.I.L ou A.L.I) est un composant électronique de structure interne complexe, appelé aussi .... (A.O.P) ou .... (ADI).



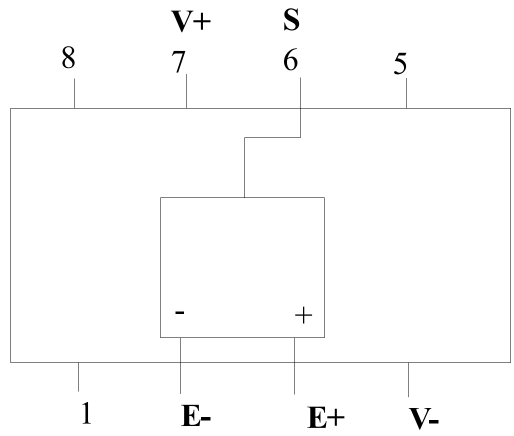
Norme européenne



Norme américaine

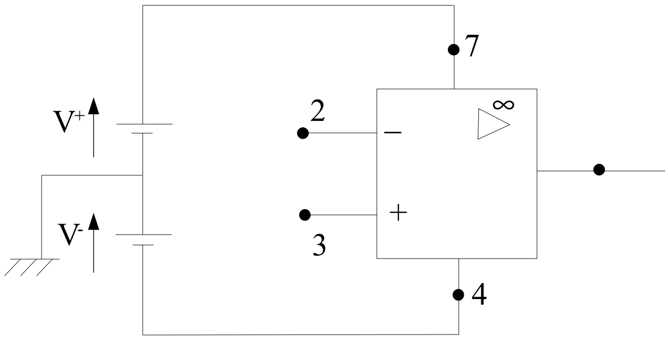
I.2. EXEMPLE DE BROCHAGE

(2): entrée inverseuse (E^-)
(3): entrée non inverseuse (E^+)
(6): sortie ou (S)
(4): tension de polarisation V^- (-15 V)
(7): tension de polarisation V^+(15 V)

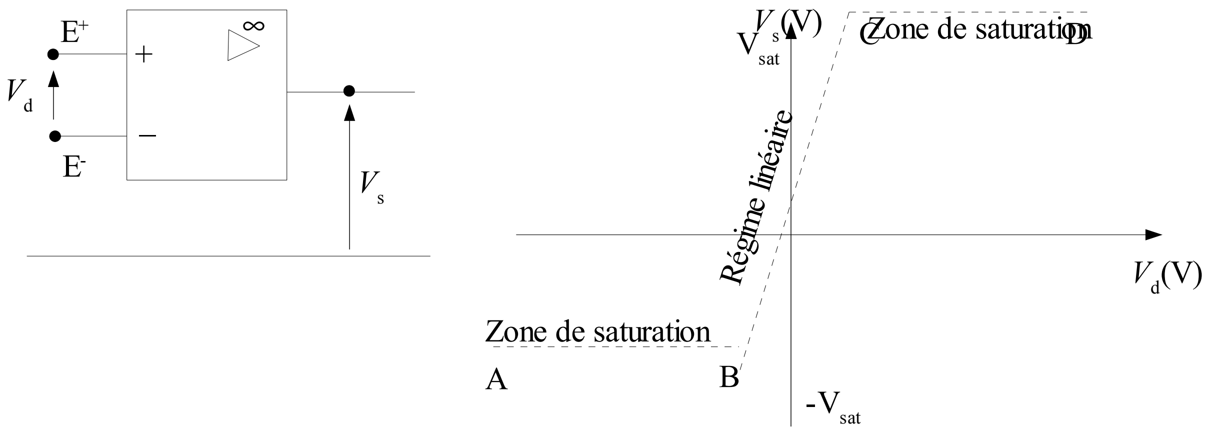


Les tensions de polarisation sont fournies par une alimentation extérieure. L'alimentation comporte un point milieu. ....

Pour simplifier les schémas, on ne représentera plus le circuit d'alimentation.



I.3. CARACTÉRISTIQUE DE TRANSFERT EN TENSION DE L'A.L.I.



Deux régimes de fonctionnement:

- entre B et C $-\varepsilon_0 \leq V_d \leq \varepsilon_0$ V_s est proportionnelle à $V_d \Rightarrow V_s =$............................

A_d : ....

A_d : très grand ≈ 10^5 $A_d \rightarrow$......................

Dans les anciens ouvrages A_d = µ

Nous sommes en ....

dit encore ....

- entre]AB] et [CD[V_s = ... $|V_s| = |V_{sat}|$ l'amplificateur est .... $V_d < -\varepsilon_0 \, et \, V_d > \varepsilon_0$

I.4. MODÈLE ÉQUIVALENT DE L'AMPLIFICATEUR INTÉGRÉ

A.L.I. Réel

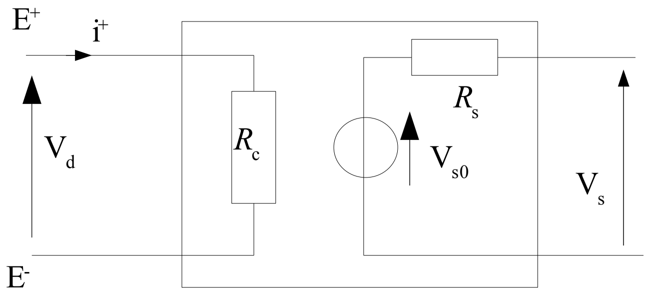
A_d étant très grand, le domaine de linéarité ($\Delta\varepsilon$ = ΔV_d) est très réduit.

Exemple: $|V_{sat}|$ = 15 V $\Rightarrow = \frac{|V_{sat}|}{A_d} = \frac{15}{10^5} = 0{,}15\,mV$

$R_e \geqslant 1\mathrm{M}\,\Omega$

i^+ et i^- de l'ordre du nA (négligeable devant les autres courants)

$R_s \leqslant 100\,\Omega$



A.L.I. IDÉAL

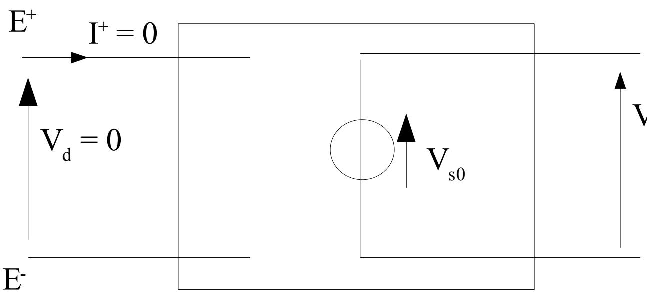
R_e # …………………… implique $i^+ = i^- =$ …………….

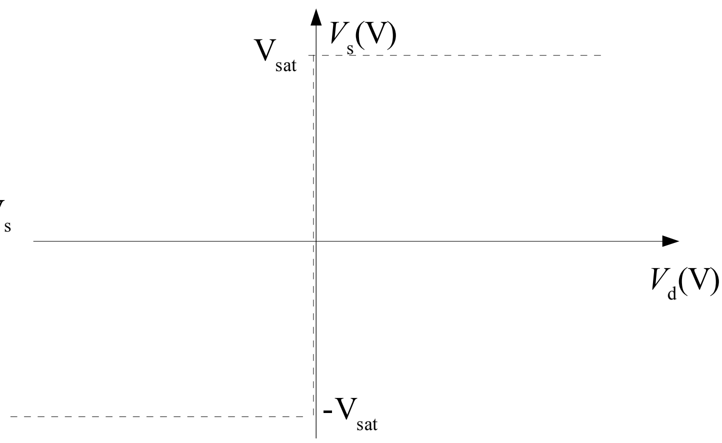
R_s # ………… implique $V_s \approx$ ……………………

V_d # ………. $-V_{sat} \leqslant V_s \leqslant V_{sat}$

$V_d > 0 \rightarrow V_s =$……….

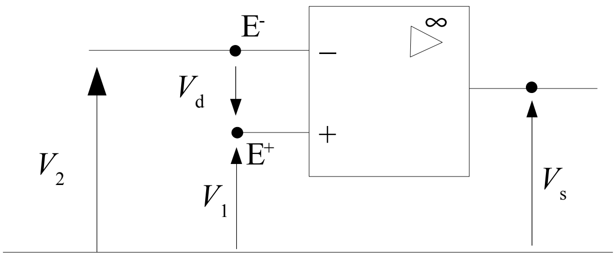
$V_d < 0 \rightarrow V_s =$……….





II. ETUDE EN BOUCLE OUVERTE

II.1. MONTAGE ET FONCTIONNEMENT



sortie saturée dès que $V_d \neq 0$

$V_1 > V_2 \Rightarrow V_d \ldots 0\ V_s = \ldots\ldots$ $\qquad$ $V_1 < V_2 \Rightarrow V_d \ldots\ldots 0\ V_s = \ldots\ldots\ldots$

La valeur de la tension de sortie V_s permet de .... les valeurs des tensions V_1 et V_2 .

Le montage fonctionne en ....

CONCLUSION

V_1 étant différent de $V_2 \Rightarrow A_d$ grand, ALI ne peut fonctionner en régime linéaire.

II.2. FONCTIONNEMENT EN BOUCLE FERMÉ

PRINCIPE

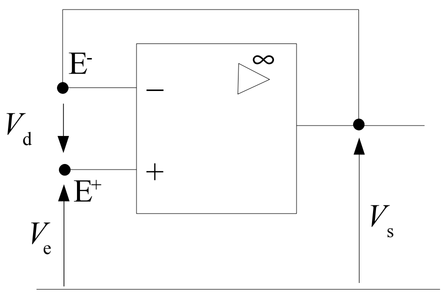
On réalise une liaison, appelé .... entre .... et ....

Pour faciliter l'étude, on suppose que la tension de sortie est totalement ramené sur l'entrée.

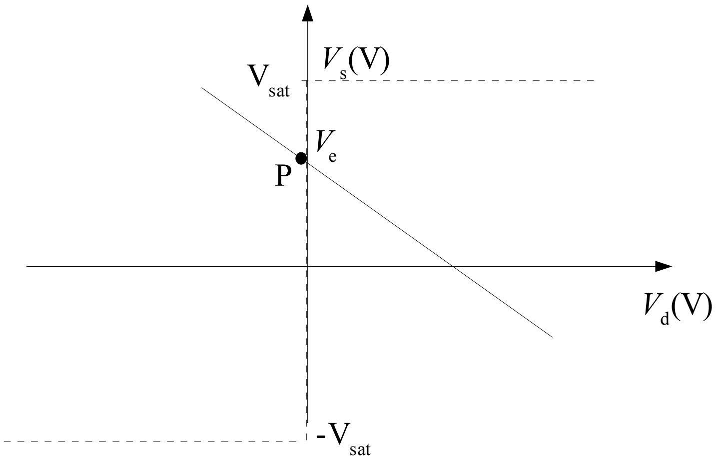
II.3. RÉACTION SUR L'ENTRÉE NÉGATIVE

MONTAGE

La sortie est reliée à l'entrée ....: c'est une ...., encore appelé ....



POINT DE FONCTIONNEMENT



Loi des mailles: ....$= V_e \Rightarrow V_S =$................... (2)

Le point de fonctionnement P du montage se situeà l'intersection de ces 2 courbes et donc V_S # V_e .

On remarque que P se trouve dans la zone ....

Le fonctionnement est .... car si, V_d augmente alors $V_S = A_d . V_d$ .... et $V_d = V_e - V_S$ .... Lorsque V_e varie, la droite (2) se déplace ....

P reste dans la zone linéaire tant que $-\hat{V}_e < V_e < \hat{V}_e$ sinon V_s = ± V_{sat}

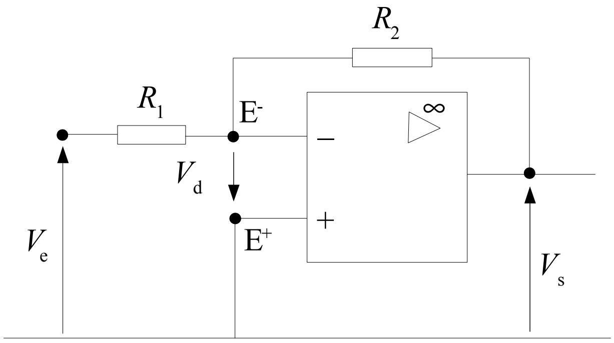
CONCLUSION

Avec une réaction sur l'entrée négative:

- fonctionnement ....
- domaine de linéarité du montage .... que celui de l'A.L.I. Seul (V_d négligeable).
-
- A_v .... (içi $\frac{V_s}{V_e}$ = 1)

La zone de fonctionnement linéaire dépend du courant de sortie i_S . Si celui-ci devient trop important, un .... se produit pour des valeurs $|V_S| = |V_{sat}|$

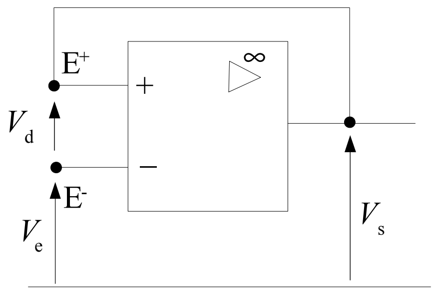
EXEMPLES: L'AMPLIFICATEUR INVERSEUR.



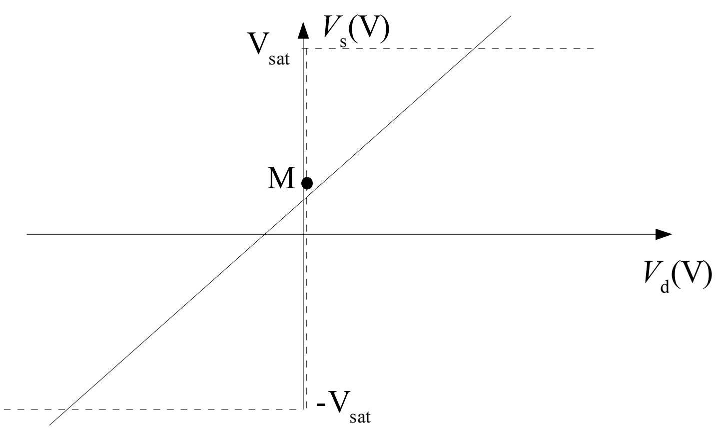
V_s=.................................... $\Rightarrow A_v = \frac{V_s}{V_e}$ =........................ A_v : coefficient d'amplification

II.4. RÉACTION SUR L'ENTRÉE POSITIVE

MONTAGE



POINT DE FONCTIONNEMENT



V_s est lié à V_d par deux caractéristiques:

- la caractéristique de transfert V_s=................. de l'A.L.I. (1)
- La loi des mailles: V_s=...................... (2)

Supposons le point de fonctionnement en M.

Si V_d augmente alors $V_s = A_d . V_d$ .... et $V_d = V_s - V_e$ .... Ainsi le point de fonctionnement se déplace jusqu'en ....
....

Si V_d diminue, le point de fonctionnement se déplace jusqu'en ....

Le fonctionnement est donc .... en M.

Conclusion

La tension de sortie ....: ± ....le fonctionnement en régime linéaire est ....

Remarque: Il faut cette fois tenir compte de V_d . V_s = ± V_{sat} et le signe de V_s est celui de ....

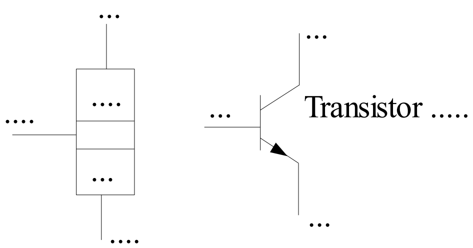
. TRANSITOR BIPOLAIRE

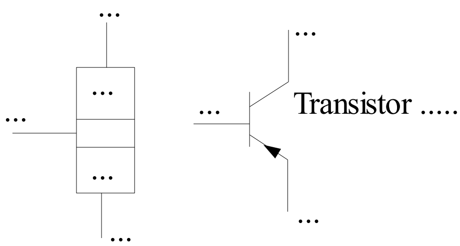
DESCRIPTIONS ET SYMBOLES

Un transistor bipolaire est constitué par la juxtaposition de trois .... On réalise le transistor à partir des .... configurations suivantes:

- .... emprisonnant une mince couche .... (<10 µ): transistor ....
- .... emprisonnant une mince couche ....: transistor ....

Le transistor comporte .... connexions: .... (E), ... (B), ... (C).

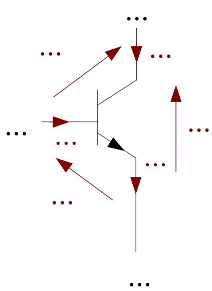




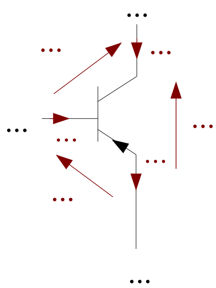
Le transistor est un semi-conducteur permettant:

- un fonctionnement .... (..................................)
- un fonctionnement ....(.....................)

CONVENTION ET RELATION



... = ... + ...



NPN: toutes les grandeurs sont ....

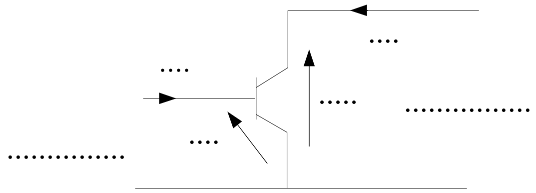
PNP: toutes les grandeurs sont ....

RESEAUX DE CARACTERISTIQUES

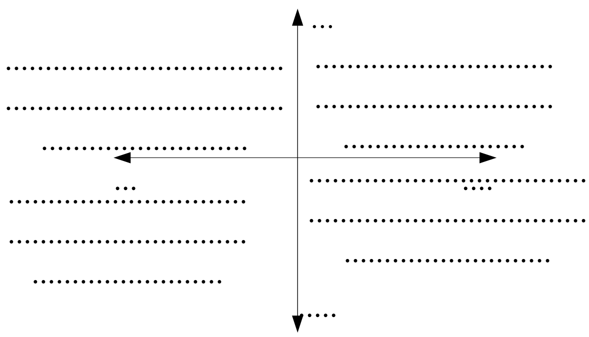
PRÉSENTATION

Quatre grandeurs suffisent pour caractériser le comportement du transistor:

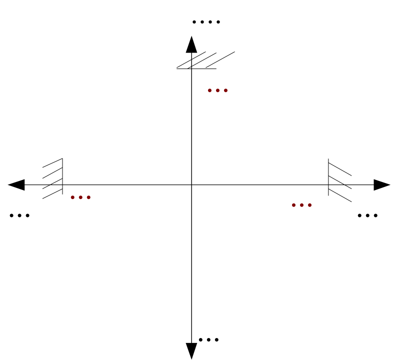
- deux grandeurs d'entrée: ......, ...
- deux grandeurs de sortie: ....., ...



L'ensemble des caractéristiques peut donc être représenté dans le système d'axe suivant:



VALEURS LIMITES DU COMPOSANT



I_{CM}: ....

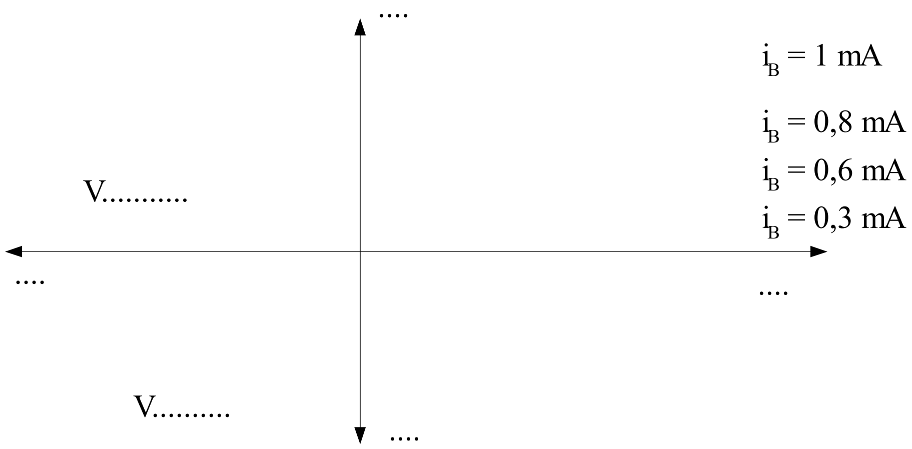
V_{CEM}: ....
....
....

I_{BM}: ....
....
....

P_M: ....; pour une température du boîtier de ....

P_M = ...+ .... ≈ ....

ENSEMBLE DE CARACTÉRISTIQUES



INTERPRÉTATION

- $i_C = f(i_B)$ est appelé ....

  Pour $v_{CE} > 1$ V .... = ...

  ..... = ... : coefficient ....

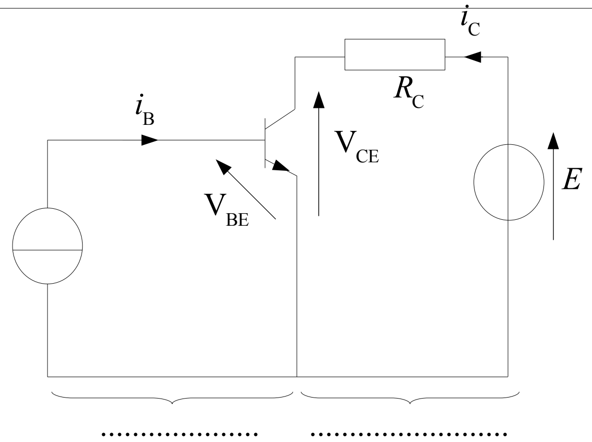
- $i_B = f(v_{BE})$: la caractéristique .... est .... à celle d'une .... lorsque $v_{CE} > 1$ V

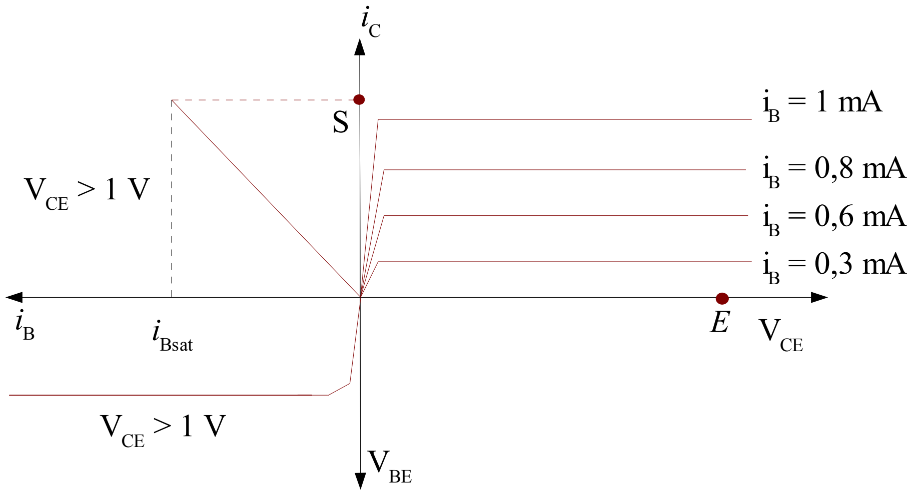
  $v_{BE} \approx$ ....

- Les .... sont sensiblement .... pour $v_{CE} > 1$ V. Le transistor est équivalent à un .... presque parfait dont l'.. par le .... de ....

  .... = ... **Pour $v_{CE} > 1$ V**

TRANSISTOR BIPOLAIRE SUR CHARGE RESISTIVE





Loi des mailles: .... = ... ⇒ ...... = ...

coefficient directeur : ....droite décroissante) et coordonnées à l'origine: ....

I_C =f(V_{CE}): ....

Au point de ....: V_{CE} ≈ .... V I_{Csat} ≈ .... i_B ....I_{Bsat} avec I_{Bsat} = ...

la formule .... n'est plus valable. Quelque soit la valeur de i_B (.....I_{bsat}) i_C = ...

Au point de ....: V_{CE} ≈ .... I_C ≈........... et I_B ≈ ....

Au point de .... (compris entre .... et ....): fonctionnemnt

.... pour i_B ....I_{bsat}

APPLICATION A LA COMMUTATION

La .... est le .... et inversement.
Le transistor ne peut être que .... ou ....: il se comporte comme un ....ou ....

ETAT BLOQUÉ

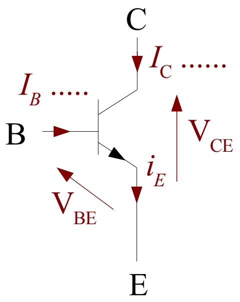
transistor réel: I_B = ...

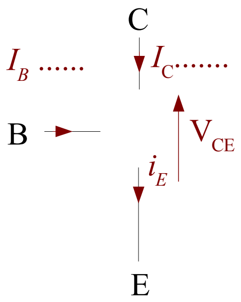
I_C ≈ ....

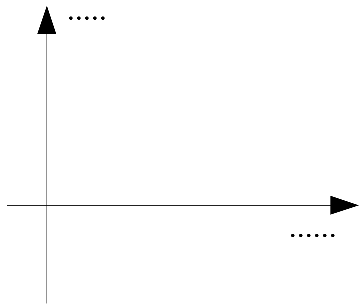
NPN $\begin{cases} V_{BE} \text{ ....} \\ V_{CE} \approx \text{ ......} \end{cases}$

PNP $\begin{cases} V_{BE} \text{ ....} \\ V_{CE} \approx \text{ ....} \end{cases}$

transistor idéal:







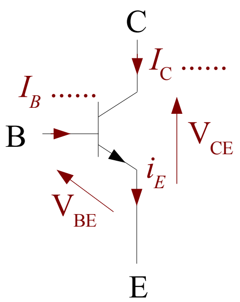
ETAT SATURÉ

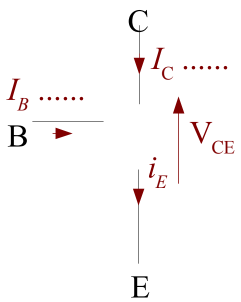
transistor réel: i_B ....

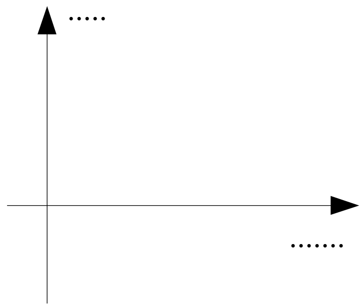
i_C = ...

NPN $\begin{cases} V_{BEsat} \text{ ....} \\ V_{CEsat} \approx \text{ ....} \end{cases}$ PNP $\begin{cases} V_{BE} \approx \text{ ....} \\ V_{CE} \approx \text{ ....} \end{cases}$

transistor idéal:

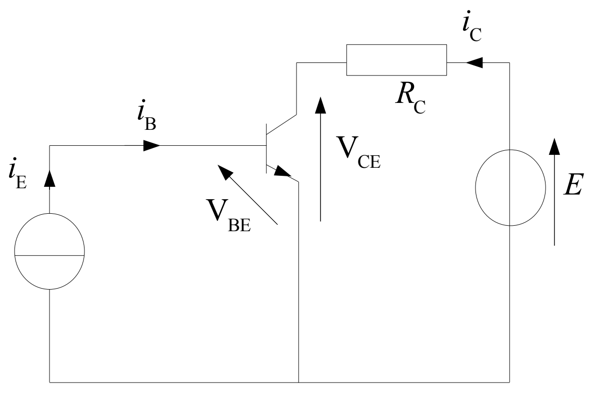


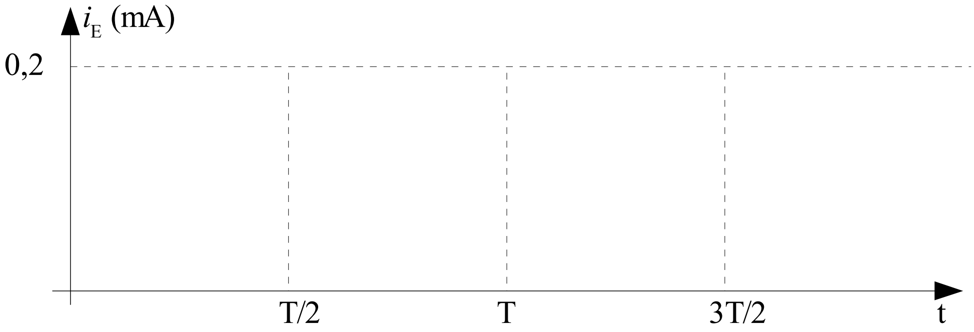


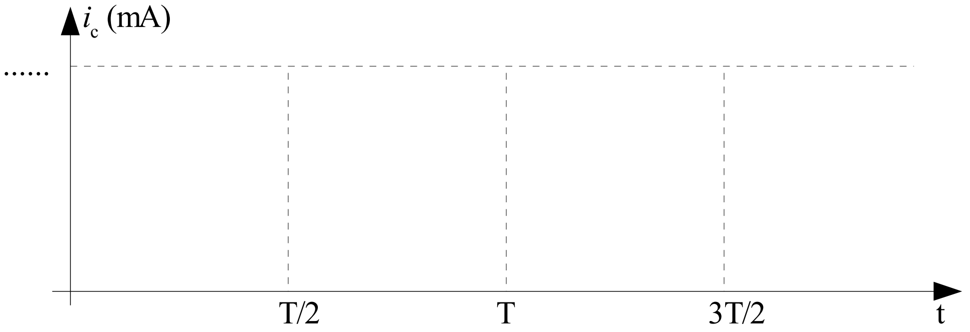


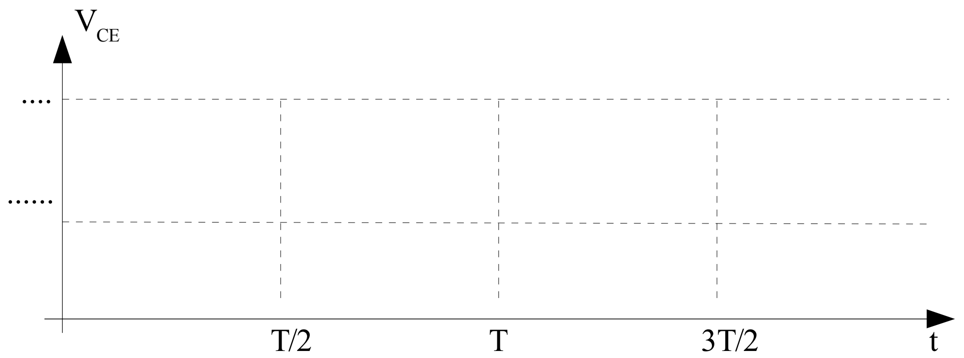
EXEMPLE DE COMMUTATION

$E = 15$ V
$R_C = 1$ kΩ
$\beta = 100$
$V_{CEsat} = 0{,}5$ V
$i_B = i_E$









de $0 < t < \dfrac{T}{2}$ ...... $= i_B = 0{,}2$ mA or $i_{Csat} =$ .... = ... $\Rightarrow i_{Bsat} =$ .... = ...

i_B ..... i_{Bsat} le transistor est ....

On en déduit $i_C =$ .... = ...

de $0 < t < \dfrac{T}{2}$ $i_E =$ .... le transistor est .... $I_C =$ .... et $V_{CE} =$ ....

. FORCE DE LAPLACE

I. EXPERIMENTATION

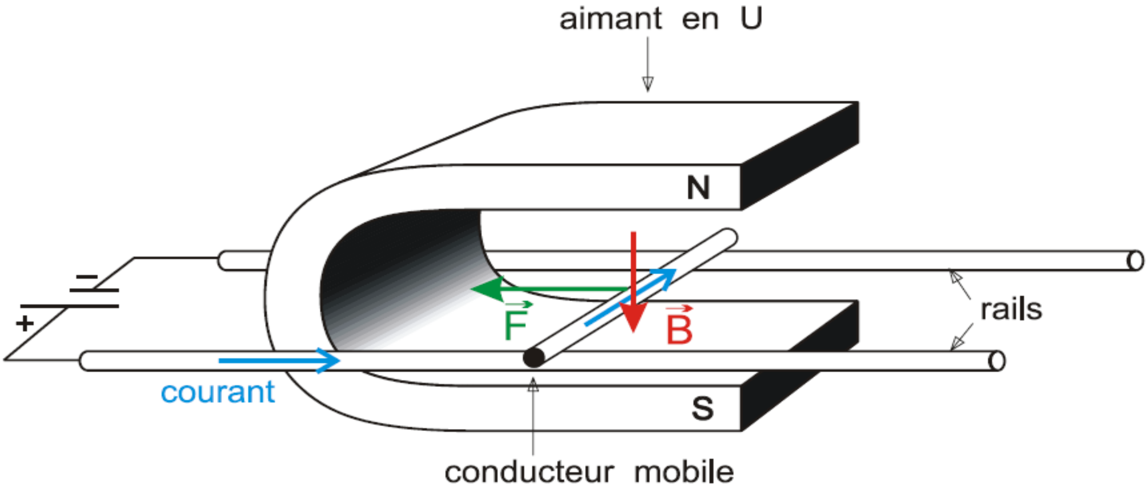
....

....

....

....

....



$\vec{F}$: force de Laplace (N)
I : intensité de courant (A)
$\vec{B}$: champ magnétique en T.

II. LOI DE LAPLACE

Une portion rectiligne d'......................................, de longueur l, parcourue par un .... et placée dans un ...., est soumise à une .... appliquée en son milieu et donnée par la relation:

Le sens du vecteur $\vec{l}$ étant ....

La force de Laplace a donc les caractéristiques suivantes:

- ✔ direction: $\vec{F}$ est toujours .... au plan formé par le .... et le .... ($\vec{F}$ est .... par $\vec{l}$ et $\vec{B}$)
- ✔ sens: il est conforme à la règle .... Nous dirons également que le trièdre ($\vec{l}$, $\vec{B}$, $\vec{F}$) est ....
- ✔ Intensité: $F =$ .... avec $\alpha = \left(\widehat{\vec{l}, \vec{B}}\right)$

III. APPLICATIONS

HAUT PARLEUR ÉLECTRODYNAMIQUE

Un haut parleur électrodynamique est constitué par une bobine pouvant coulisser entre les pôles d'un aimant de forme régulière. L'aimant crée un champ radial: le champ magnétique, en chaque point d'une spire est dirigé vers le centre de celle-ci. La bobine est solidaire d'une membrane.

Lorsqu'un courant circule dans la bobine, chaque spire est soumise à des forces de Laplace qui la déplacent. Un petit élément δl d'une spire est soumis à une force de Laplace $\delta\vec{F}$. L'élément $\delta\vec{l}$ est suffisamment petit pour être confondu avec un petit segment de droite: il est orienté dans le sens du courant.

Le champ étant radial, $\vec{B}$ est perpendiculaire à $\delta\vec{l}$ (sin α = 1). Sur chaque élément δl de la bobine, s'exerce une force orthogonal à $\vec{B}$ et $\delta\vec{l}$, donc perpendiculaire au plan des spires. Sa valeur est :

$\delta F =$............................... or $\vec{F} = \sum \delta\vec{F}$

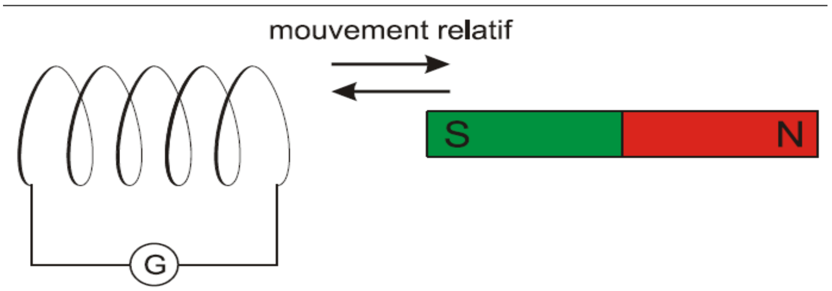
avec $L = 2\pi N.R$

L: longueur de la bobine
N: Nombre de spires
R: rayon d'une spire

. INDUCTION – AUTOINDUCTION

MISE EN EVIDENCE EXPERIMENTALE DE L'INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

DISPOSITIF ET FAITS EXPÉRIMENTAUX



Au .... de l'aimant droit .... la bobine, l'aiguille du galvanomètre .... Eloignons ce pôle de la bobine, la déviation .... Elle s'inverse aussi si on .... les .... de l'aimant. La déviation est d'autant plus .... que le déplacement est ....

Interprétation

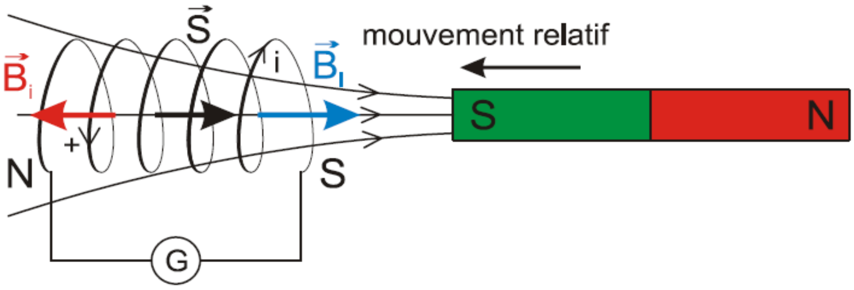
Dès qu'il y a .... de la source du .... près d'un circuit électrique fixe, une .... apparaît aux bornes du circuit: il se comporte comme un .... Il existe à l'intérieur du circuit, une .... qui crée cette tension.

Terminologie

- La .... de champ .... (aimant droit): ....
- Le circuit dans laquelle apparâit la f.é.m. *E*: .... (bobine)
- f.é.m. *e* est appelé .... et le phénomène ....

COURANT INDUIT – LOI DE LENZ

LES COURANTS INDUITS



Au cours de l'expérience, le circuit fermé fait .... la circulation d'.............   .... lors du .... de l'............................ Ce courant est appelé courant ....

On remarque que le courant induit fait apparaître une face Nord en regard du pôle Nord de l'aimant droit qui s'approche. Il s'............................ donc à cette approche.

Loi de Lenz

Le phénomène d'induction électromagnétique est tel que ....
....

APPLICATIONS

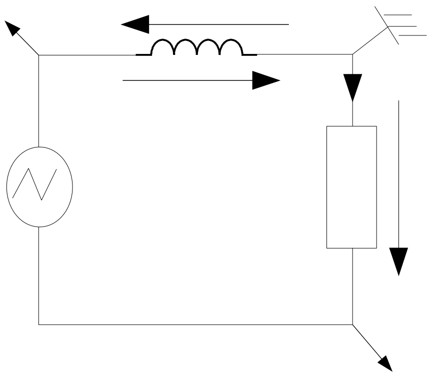
Courant de Foucault

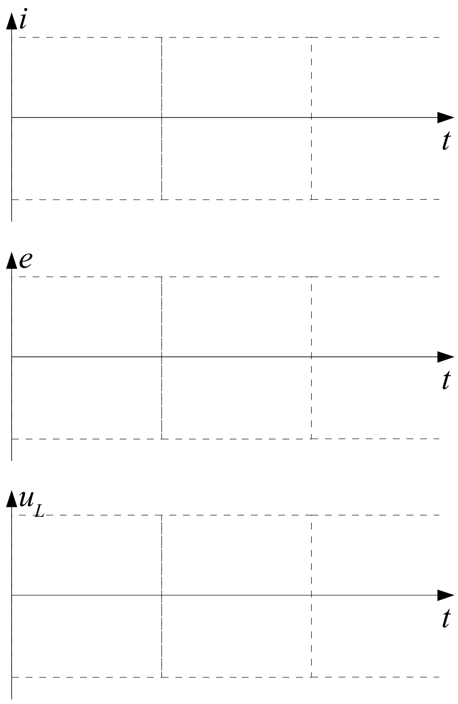
Un disque métallique peut osciller librement entre les pôles d'un électroaimant. Si ce dernier n'est pas alimenté, les oscillations ne sont pratiquement pas amorties. Par contre, les mouvement du disque cesse très rapidement dès que l'électroaimant produit un champ magnétique.

Le disque métallique est le siège de f.é.m. Induite. Le circuit métallique permet la circulation des courants induits d'où l'apparition des forces de Laplace qui s'oppose au mouvement. On retrouve un autre exemple d'application de la loi de Lenz.

AUTOINDUCTION

MISE EN ÉVIDENCE





Dans le phénomène d'........................., ... et .... sont deux éléments différents. Dans le phénomène d'................................, ... est aussi l'....................

TENSION ET F.E.M. *e* AUTOINDUITE

$i = a.t + b \Rightarrow \dfrac{di}{dt} = ...$ $\qquad L.\dfrac{di}{dt} = ... = ... \Rightarrow$ $\boxed{u_L \;=\qquad}$

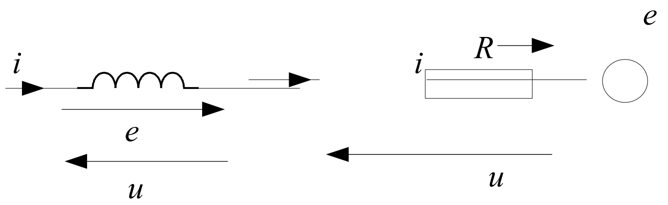
u_L: tension aux bornes de la bobine en V
L: inductance en .... (H)
i: courant en A
t: temps en s

On appelle L le .... qui est caractéristique de la bobine. Il porte le nom d' .... et s'exprime en ....

On en déduit : $\boxed{e = -\quad}$

Remarque: si le courant est constant $\dfrac{di}{dt}$ = ... ⇒ e = ...

MODÈLE ÉQUIVALENTE D'UNE BOBINE RÉELLE



$$e = -L.\frac{di}{dt}$$

u = ...

une bobine est considérée comme idéal quand .... >> .... ⇒ u = u_L = ...

ENERGIE EMMAGASINÉE PAR UNE BOBINE

$$\boxed{W = \frac{1}{2} L i^2}$$

W: énergie en Joules
L: inductance de la bobine en H
i: intensité de courant circulant dans la bobine en A

EXPRESSION DE *L* D'UN SOLENOÏDE PLACÉ DANS L'AIR

$\boxed{L = \qquad}$ avec $n = \dfrac{N}{l}$ ⇒ $\boxed{L \qquad}$

$\mu_0 = 4\pi\, 10^{-7}$ S.I.: perméabilité du vide
S: surface en m²
l: longueur de la bobine
N: nombre de spire
n: nombre de spire/m

PUISSANCE ET ÉNERGIE ÉLECTROMAGNÉTIQUE DANS UNE BOBINE INDUCTIVE

ORIENTATION DE LA F.É.M. E

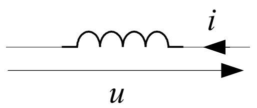
La loi de Lenz permet de déterminer rapidement l'orientation de la f.é.m induite *e* créée dans un circuit.

On imagine le circuit fermé et on dit que le courant ...., de par sa .... dans le circuit s'... à la .... qui lui donne ....

....

Ainsi, à une appproche d'un pôle ...., le courant induit fait apparaître une face .... qui .... ce pôle. Connaissant la face, on en déduit le .... du courant .... *i* et celui de la .... *e* (*i* et *e* de ....).

BOBINE PURE



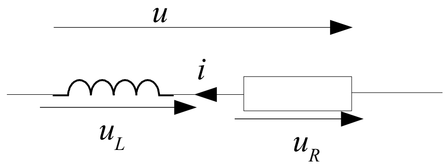
$$u = L.\frac{di}{dt}$$

Puissance: P = ...

Energie: δW = ... or $W = \sum \delta W =$...............................

BOBINE RÉELLE

La bobine est schématisée par une inductance pure en série avec une résistance



Puissance: P = ...

Energie: W =...

. LES CONDENSATEURS

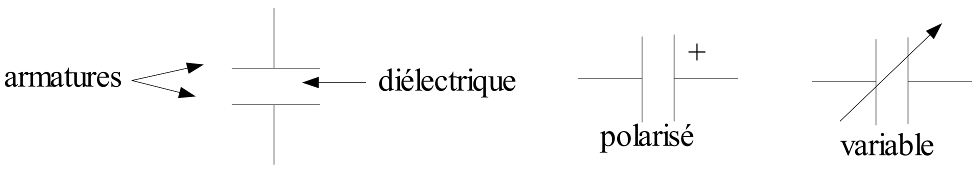
DESCRIPTION

Un condensateur est constitué de .... séparées par un ....

La construction et la forme du condensateur dépendent de sa technologie et de son application.

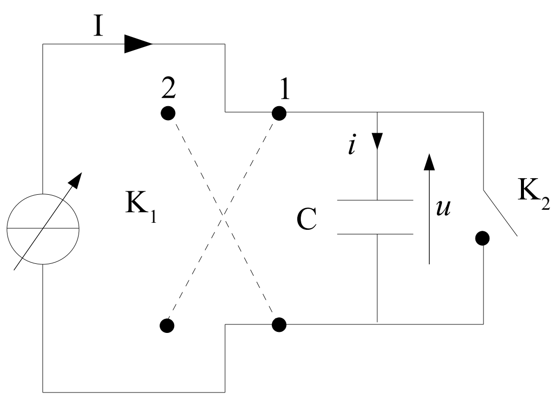
Les condensateurs ....
ou .... (de forte capacité) sont
généralement ....

Il existe également des condensateurs de (faible) capacités ....



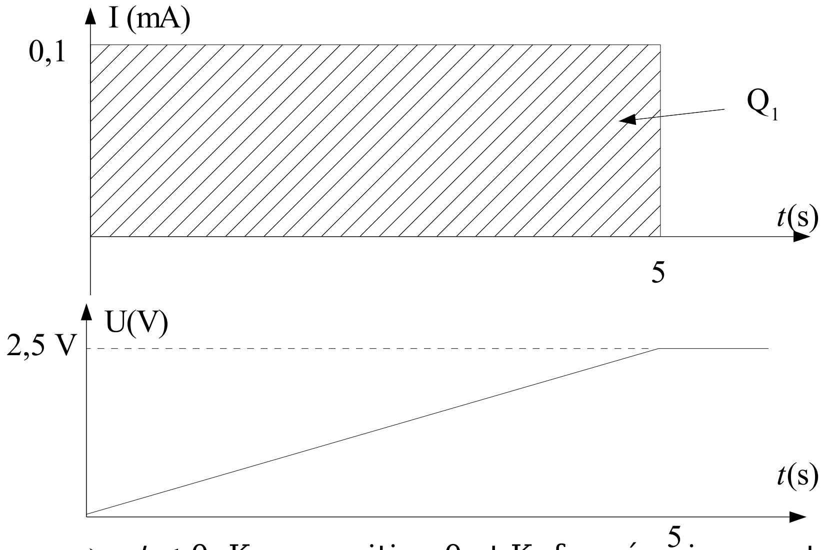
PROPRIÉTÉS DES CONDENSATEURS

MONTAGE EXPÉRIMENTAL



	K_2 ouvert	K_2 fermé
K_1 ouvert		
K_1 position 1		
K_1 position 2		

CAPACITÉ D'UN CONDENSATEUR



- $t < 0$: K_1 en position 0 et K_2 fermé puis ouvert. $I =$ ...... et $u =$ ....
- $0 < t < t_1$ K_1 en position 1 $\Rightarrow$ $i =$ ....

le condensateur reçoit une quantité d'électricité: $q =$ ....

La tension .... au cours du temps, de façon analogue à la quantité d'électricité reçue par le condensateur u =................

Le ....est une grandeur constante caractéristique du condensateur appelée, ... du condensateur:

$$C = ...= ....= ....$$

$$q = ...= ....$$

q: quantité d'électricité en Coulomb (C)
C: capacité d'un condensateur en Farad (F)
U: tension en V
V_A , et V_B : potentiel respectivement au point A et B en V.

- $t > t_1$: K_1 ouvert $i =$ ....

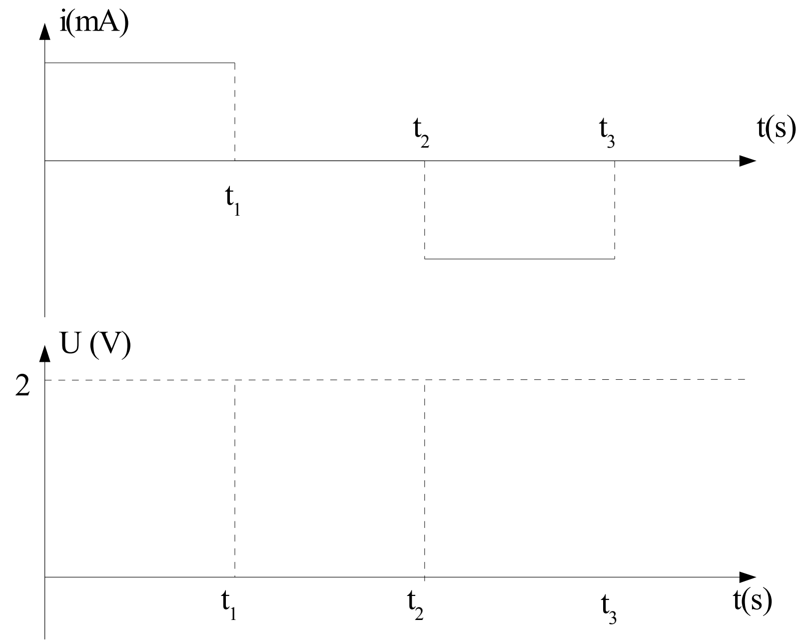
Lorsque le condensateur ne reçoit plus la charge électrique, la quantité d'électricité accumulée et la tension à ses bornes restent ....

La quantité d'électricité totale reçue par le condensateur est représentée par ....

$Q_1 =$...

La capacité du condensateur vaut: $C =$..

RELATION ENTRE COURANT ET TENSION



- $0 < t < t_1$: $i =$......

La tension u au bornes du condensateur ....au cours du temps.

$\frac{du}{dt} =$..

- $t_1 < t < t_2$: i = ...

La tension u aux bornes du condensateur ....

$\frac{du}{dt} =$...

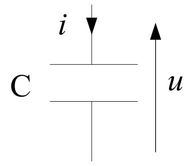
- $t_2 < t < t_3$: $i =$.........

La tension u au bornes du condensateur ....au cours du temps.

$\frac{du}{dt} =$...

De façon générale, un courant .... transporte, pendant ...., une quantité d'électricité... La tension aux bornes du condensateur ....

i= ....

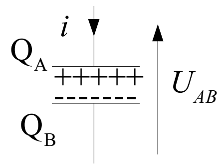


CHARGES PORTÉES PAR LES ARMATURES

Dans un condensateur, les ....(les e$^-$) ne ....

Pendant un temps Δt , un courant d'intensité I entraîne une accumulation des charges.

Q_A= ....

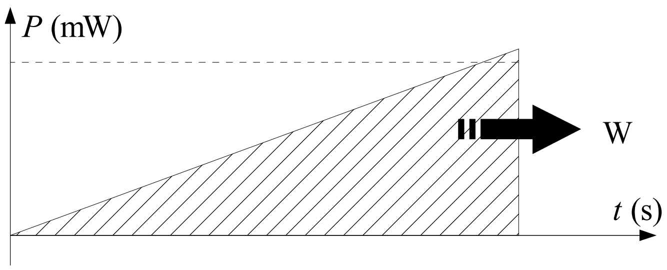


Q_A= ....

Si I = constante alors Q = ... jusqu'à la tension de .... U_{AB}

ENERGIE ÉLECTRIQUE STOCKÉE PAR UN CONDENSATEUR

W: énergie (travail)



Pour $t = t_1$ $P_1 = U_1.I$

$t > t_1$ $P = 0$

W = ... or P =...................

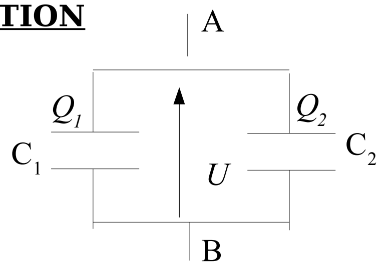
$\Rightarrow W$= ....

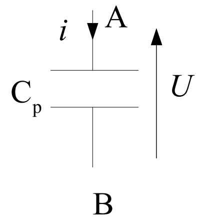
avec Q: quantité d'électricité en Coulomb (C)
u: tension aux bornes du condensateur (V)
C: capacité du condensateur (F)
W:énergie en Joules (J)

I. ASSOCIATIONS DE CONDENSATEURS

Le condensateur équivalent à une association série ou parallèle, est tel qu'il accumule la même .... lorsqu'il est soumis à la....................................

CONDENSATEURS EN DÉRIVATION





$Q=$.........................

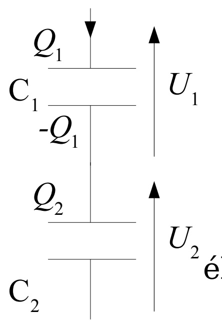
$C_p U=$...........................

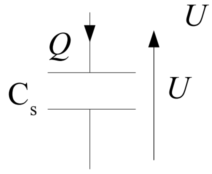
$\Rightarrow C_p=$......................

Cas général: C_{eq} = ...

....

CONDENSATEURS EN SÉRIE





$U=$..................

$\Rightarrow \frac{Q}{C}=$...

La somme des charges sur les deux armatures en contact électrique est nulle:

..................$=0 \Rightarrow Q=$................

$\frac{1}{C_S}=$....................................$\Rightarrow C_S=$.......................................

cas général: $\frac{1}{C_{eq}}=$....................................... : l'inverse de la capacité équivalente est égale

à la ....

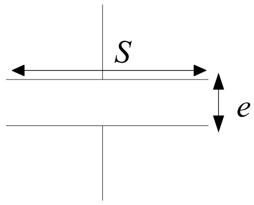
I. CHAMP ÉLECTRIQUE ET FORCE ÉLECTROSTATIQUE.

CHAMP ÉLECTRIQUE DANS UN CONDENSATEUR PLAN

Capacité d'un condensateur plan.

La capacité d'un condensateur plan dépend de ses dimensions et de la nature du diélectrique.

C = ...



avec: S: surface d'une armature (m²)
e: épaisseur du diélectrique (m)

ε_0 : permittivité du vide $\varepsilon = \frac{1}{36\pi .10^9}$ en F.m^{-1}

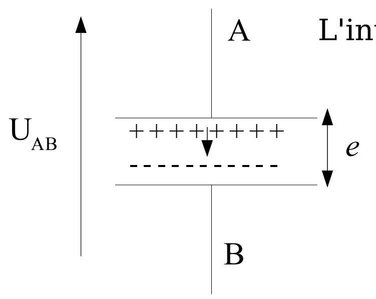
ε_r : permittivité relative du diélectrique (sans unité)

Champ électrique dans un condensateur plan.

Si l'on admet que

les .... des armatures, il existe entre celles-ci un ....

$\vec{E}$ dirigé de l'armature .... vers l'armature ....(ou dirigé vers les potentiels ....).



L'intensité du champ électrique est telle que: $E=$.....................

avec E en V.m^{-1} U_{AB} en V et e en m

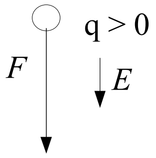
Champ disruptif

Au delà d'une certaine......................................., le champ électrique peut provoquer la ....: ce champ maximal est appelé ....

Au champ disruptif correspond une .... dite de .... qu'il ne faut jamais atteindre.

FORCE ÉLECTROSTATIQUE

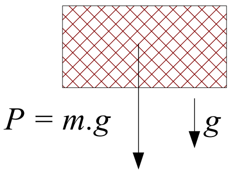
Une charge électrique q placée dans un champ électrique $\vec{E}$ est soumise à une force électrostatique $\vec{F}$ telle que:



$\vec{F}$ = ...

F en N q en C et E en $V.m^{-1}$

Remarque: Le champ électrique $\vec{E}$ agit de façon analogue sur une charge électrique q, que le champ de pesanteur $\vec{g}$ sur une masse m



GRANDEURS PERIODIQUES

GRANDEURS VARIABLES

NOTATIONS

Nous représentons par une lettre ……………………………… la valeur ……………………………… d'une grandeur électrique variable (intensité de courant *i*, tension *u*). La valeur ……………………… de cette grandeur sera noté ……………. (…………..) et sa valeur …………………………………… (…………).

REMARQUE

A instant *t* donné, un courant variable *i* a une valeur fixe, c'est comme si, à cet instant, le circuit électrique était traversé par un courant continu de valeur *i* constante. Nous en déduisons que:

………
………
………
………

MESURES

Les ……………………………………………………………………..d'une tension et d'une intensité(évolution de la tension ou du courant au cours du temps) peuvent être ……………………………… et ………………. sur l'écran d'un ………………………………………………. avec éventuellement des …………………………… ……………………………………………. et des …………………………………………………

CARACTERISTIQUES DES GRANDEURS PERIODIQUES

PÉRIODE ET FRÉQUENCE

Définition de la période

La ……………………………… d'une grandeur ………………………………..est la durée

………, exprimée en ……………………………, qui sépare ………………………………………
……………………………………, où la grandeur se reproduit identiquement à elle-même.

$$u(\ldots\ldots\ldots) = u(\ldots)$$

Définition de la fréquence

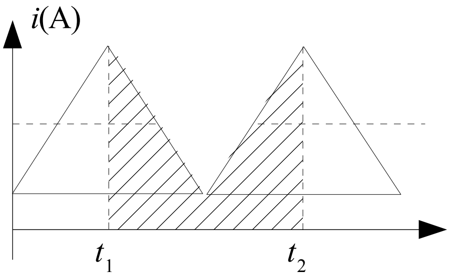
La ……………………………, exprimée en ………………… (………) d'une grandeur périodique, est égale au …………………… de …………………………… par …………………………… La fréquence est égale à l'……………………………… de la ……………………

$$f\,(en\ldots\ldots) \;=\; \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

VALEUR MOYENNE D'UNE GRANDEUR PÉRIODIQUE

Intensité moyenne d'un courant variable.

a)Définition



Considérons un courant continu, d'intensité I constante. Pendant la durée $\Delta t = t_2 - t_1$, il transporte une charge électrique
Δq = ………… Ce produit est matérialisé par …………………………………………………… colorié sous la courbe.

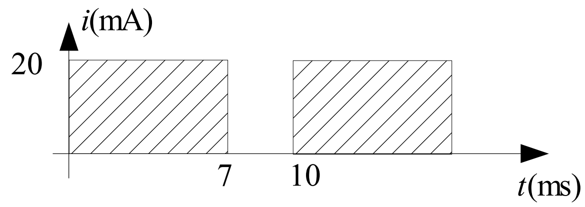
Définition:
………
………
………
………
………

b)Principe de calcul

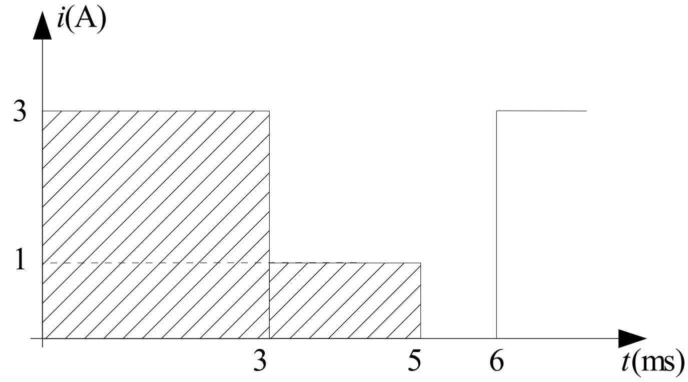
Pour des courants périodiques, on calculera l'.. du courant sur .... Comme dans le cas du courant continu, la quantité d'électricité (Δq) transportée par le courant périodique sera matérialisé par l'aire de la surface limitée par la courbe de variations de i=f(t) et les verticales d'abscisses t et $t+T$

$$\langle i\rangle=\frac{[.......]}{.....}=\frac{\Delta ...}{.....} \quad \text{ou} \quad \langle i\rangle=\frac{1}{T}\int i(t)\,dt$$

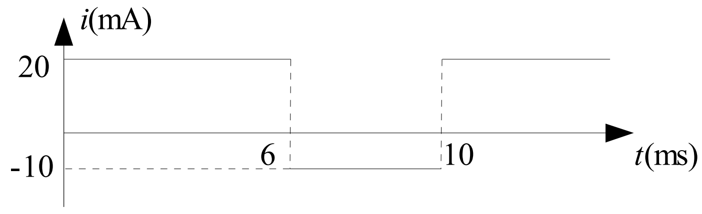
c)Exercices d'application



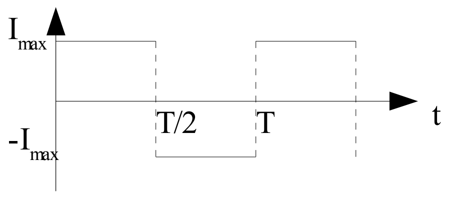
$\langle i\rangle=\frac{\Delta ...}{....}=........mA$



$\langle i\rangle=...........$



$\langle i\rangle=......$



Un .... de valeur .... est appelé un courant ...., ...

d)Mesures de l'intensité moyenne

Les .... (symbole) mesure directement l'... d'un courant variable. La .... étant .... à la valeur .... du courant, ce type d'ampèremètre est utilisable ....

Les ...., avec le sélecteur en position .... indiquent également l'...

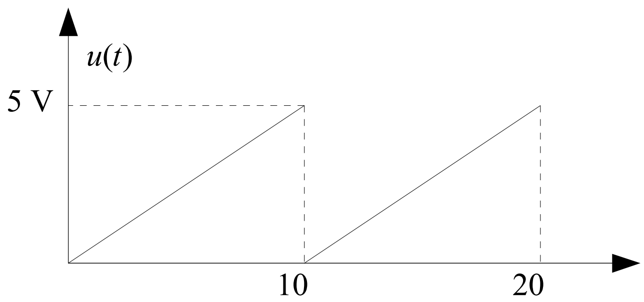
Valeur moyenne d'une tension variable.

a)Principe

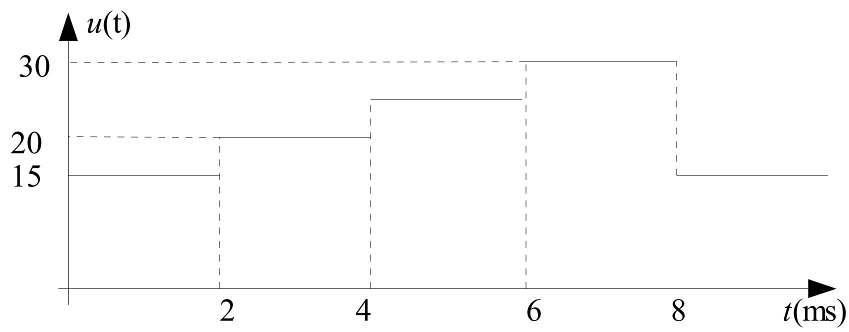
La ...., utilisée pour déterminer l'..., s'applique de la même façon pour calculer la .... d'une tension variable.

La mesure s'effectue à l'aide d'un voltmètre .... ou numérique en position ....

b)Exercices d'application



$\langle u \rangle =$.........



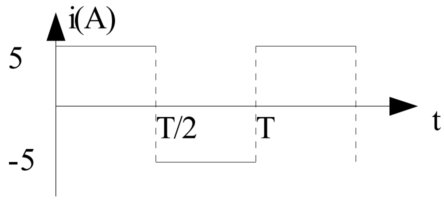
$\langle u \rangle =$..........

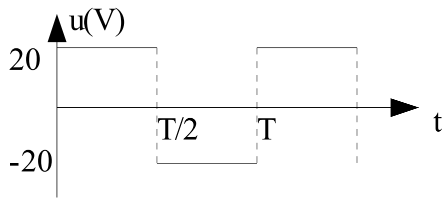
Valeur moyenne d'une puissance

Soit un dipôle récepteur parcouru par un courant *i* variable sous une tension *u* (variable). La .... s'exprime par la relation $p =$ ....

La puissance moyenne $P = <p> =$ est donnée par la relation $P =$ ....

Elle se calcule par la .... Le ....mesure directement la .... de la ....





Entre 0 et $\frac{T}{2}$, $u =$ .... V et $i =$ .... A $\Rightarrow P =$ .... = ... W

entre $\frac{T}{2}$ et T, $u =$ .... V et $i =$ .... A $\Rightarrow$ P = ... = ... W

On en déduit $<p> =$ .... W alors que $<u>$ = ... V et $<i>$ = ... A.

$<p>$ = ... ≠ ....

VALEUR EFFICACE D'UNE GRANDEUR PÉRIODIQUE

INTENSITÉ EFFICACE D'UN COURANT VARIABLE

a)Définition

On appelle .... notée .... du courant variable *i*, l'intensité du courant continu qui dissiperait par ...., la .... dans la ...., pendant la ....

b)Cas d'un courant périodique

Le courant périodique *i* produit, aux bornes de la résistance, puissance .... $p =$ .... Durant chaque période T, l'............................ créé étant la même, le courant continu fournirait une puissance

$P = \frac{\dots\dots}{\dots\dots} = \dots\dots\dots$ constante qui est la valeur moyenne de p :

$P = \langle p \rangle$ implique:

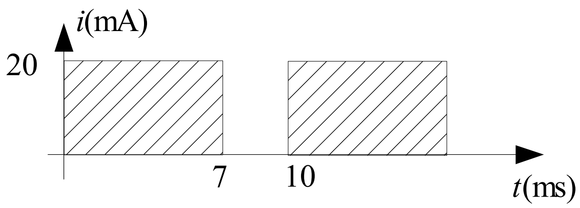
....

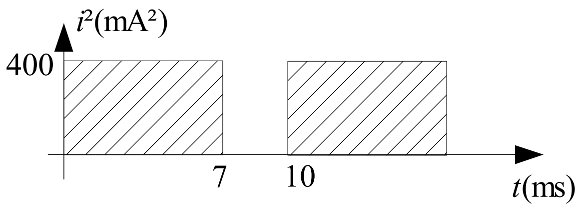
c)Principe de calcul

1.On .... les variations de .... en fonction du temps;

2.On .... la .... de .... par la ....

3.On prend la .... de celle-ci et on obtient ainsi la valeur efficace ...... du courant i, quelle que soit la forme de celui-ci.





$\langle i^2 \rangle$ = ... mA^2 I = ... mA

Remarque: la valeur moyenne de ce courant est de 14 mA, donc l'.. est .... à l'..

VALEUR EFFICACE D'UNE TENSION VARIABLE

La valeur efficace .... d'une tension variable u est telle que : ....

On ...., comme auparavant,en utilisant la ....

MESURE D'UNE VALEUR EFFICACE

les appareils ....( ) sont directement basés sur la .... dégagée par .... et .... donc les .... des courants et des tensions, ...

Les appareils .... ( ) remplissent la même fonction. Ces appareils sont .... Peu ...., et ...., ils ne sont plus très utilisés. Les appareils numériques dits « .... » (root mean square) avec le sélecteur en position .... mesurent aussi les valeurs efficaces.

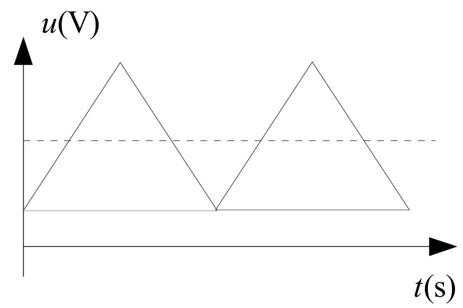
DECOMPOSITION D'UNE GRANDEUR PERIODIQUE

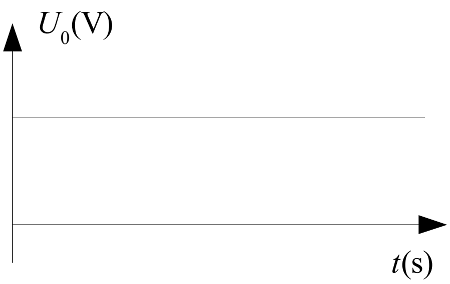
Toute grandeur périodique se décompose comme .... d'une .... et d'une ....

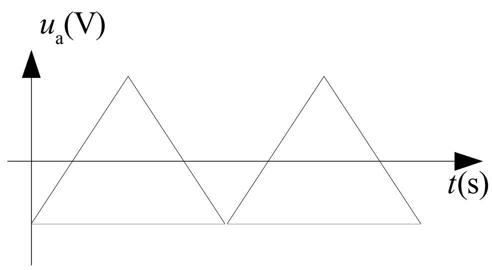
$$u(t) = \text{...........................}$$

la grandeur .... est la valeur .... de u

la grandeur .... est l'.................................. de u autour de sa valeur moyenne.







On mesure .... (valeur efficace de $u_a(t)$) avec un appareil .... en position ....

. ETUDE DES GRANDEURS EN REGIME SINUSOÏDAL

I. GENERALITES

I.1. DÉFINITIONS

On appelle grandeur ...., une grandeur .... dont la valeur .... est une fonction .... du temps.

$u(t)$ = ... avec $\alpha = \omega t + \Theta_u$

$u(t)$: tension .... en V

$\hat{U}$: tension .... en V

α : ....

ω : ....

Θ_u : ....

I.2. PROPRIÉTÉS

VALEUR MOYENNE: $<u>$ = ... car c'est une fonction ....

VALEUR EFFICACE:

$u(t) = \hat{U}\sin(\omega t + \Theta_u)$ soit $u^2(t) = \hat{U}^2 \sin^2(\omega t + \Theta_u)$ or $\sin^2 a = \frac{1 - \cos 2a}{2}$ donc

$$u^2 = \frac{\hat{U}^2}{2} - \frac{\hat{U}^2 \cos(2\omega t + 2\Theta_u)}{2}$$

la valeur moyenne de $\frac{\hat{U}^2 \cos(2\omega t + 2\Theta_u)}{2}$ = 0

$\langle u^2 \rangle$ = ... $U = \sqrt{\langle u^2 \rangle}$ = ...

$u(t)$ = ...

PERIODE

- La période temporelle .... est telle que $u(t) =$............................... avec k entier.
- La période angulaire vaut .... : $\sin\alpha =$......................................

Nous obtenons donc:

$\hat{U}\sin(\omega t+\Theta_u)=\hat{U}\sin[\omega(t+kT)+\Theta_u]=\sin(\omega t+\Theta_u+2k\pi)$

soit $\omega(t+k.T)+\Theta_u=\omega t+\Theta_u+2.\mathrm{k}.\pi\Rightarrow$...............=.................

ω : en $\mathrm{rad.s^{-1}}$ et T en s.

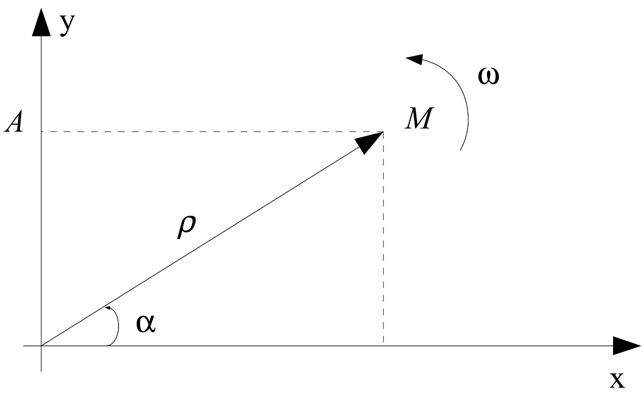
$f=\frac{1}{T}\Rightarrow$............=.................   la fréquence f est en Hz

I.3. REPRÉSENTATION DE FRESNEL

1.3.1. Vecteur tournant

A toute ...., on peut .... un .... autour de son .... à la vitesse ....

α est fonction du temps: $\alpha=\omega t+\Theta$ Θ étant l'angle ($\vec{Ox}, \vec{OM}$) à t = 0



$\overline{OA} = \overline{OM}$..................=........................

ρ : module de $\overline{OM}$

$\overline{OA}=$..................................... est une fonction sinusoïdale du temps.

1.3.2. Vecteur de Fresnel

A toute fonction sinusoïdale du temps, on peut donc associer un vecteur. Les grandeurs qui caractérisent une tension:

$$u(t)=\text{...}$$

U: .... en V

Θ_u : .... des temps de *u* en rad.

Ces deux grandeurs permettent de définir le vecteur associé ....

Définition: A la tension sinusoïdale *u*(*t*), on associe un .... dont le .... est la ...., faisant .... avec un axe de référence des phases. .... sont les coordonnées .... de ....

Exercices d'application:

$u_1(t)=2\sqrt{2}\sin(\omega t+\frac{\pi}{4})$ $\qquad \vec{U}_1=module......, angle(\vec{Ox},\vec{u_1})=.........$

$u_2(t)=3\sqrt{2}\sin(\omega t-\frac{\pi}{6})$ $\qquad \vec{U}_2=module......, angle(\vec{Ox},\vec{u_2})=.............$

II. ETUDE DES CIRCUITS LINEAIRES

II.1. FRÉQUENCE

Soit un circuit ne comportant que des .... Ce circuit étant alimenté par une .... *u* de ...., tous les courants et toutes les tensions de ce circuit ont la .... La représentation de Fresnel n'est utilisable que pour ce type de circuit.

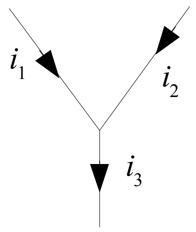
II.2. LOI DES NŒUDS ET LOI DES MAILLES

2.1. Principe

.... établies en courant continu .... directement .... Dans le cas des circuits linéaires, on pourra les appliquer, en régime sinusoïdal, à l'une ou l'autre des représentations suivantes:

- ....
- ....
- ....

2.2. exemple



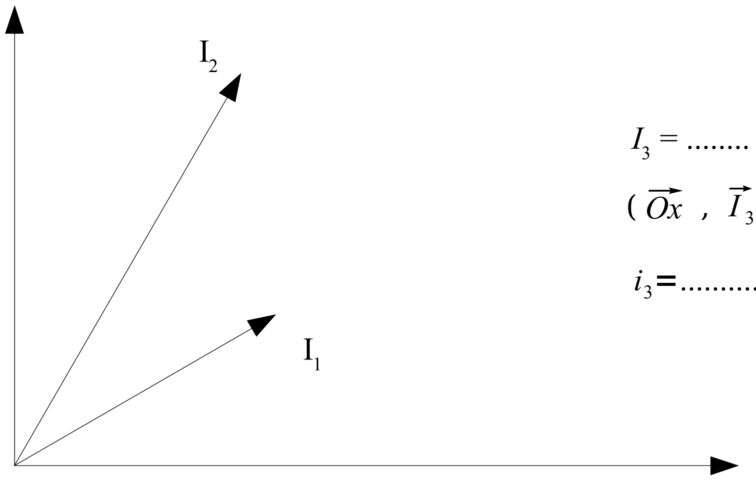
$$i_1 = 4\sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{6})$$
$$i_2 = 6\sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{3})$$

Calculer i_3

$i_3 = ... \Rightarrow \vec{I_3} = ...$ $i_1 \rightarrow \vec{I_1} = [......;........]$ $i_2 \rightarrow \vec{I_2} = [....;........]$

1ère solution: construction point par point
On représente les variations i_1 et i_2 en fonction du temps, et on fait la somme point par point pour obtenir i_3. La méthode est longue pour un résultat précis.

2ème solution: construction par Fresnel
A l'échelle:



I_3 = ... A

$(\vec{Ox}, \vec{I_3})$ = ... = ...

i_3 = ...

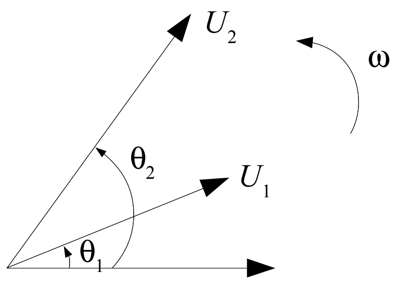
2.3. Différence de phase

2.3.1. Présentation

Lorsqu'on observe simultanément sur l'écran d'un oscilloscope, deux tensions prélevées sur un même circuit, on constate le plus souvent qu'elles sont .... l'une par rapport à l'autre dans le temps. On dit qu'il existe une .... entre ces tensions.

2.3.2. Définition

Soit deux tensions de même fréquence, d'équations:



$$u_1(t)=U_1\sqrt{2}\sin(\omega t+\Theta_1)$$
$$u_2(t)=U_2\sqrt{2}\sin(\omega t+\Theta_2)$$

que l'on représente par des vecteurs tournants:

$\overrightarrow{U_1}=[......,......]$ et $\overrightarrow{U_2}=[......,......]$

Les vecteurs, tournant à la même ...., sont .... l'un par rapport à l'autre: l'angle ($\overrightarrow{U_1},\overrightarrow{U_2}$) reste donc .... On l'appelle différence de phase entre u_1 et u_2 et on le note :
($\overrightarrow{U_1},\overrightarrow{U_2}$) = ... = ...

2.3.3. Décalage horaire

A la différence de phase φ en ...., on associe le ...., exprimée en secondes.

$$\frac{T}{2\pi}=....................\Rightarrow............=............\Rightarrow\varphi_{u_2/u_1}=......................=..............$$

2.3.4. Notions d'avance et de retard.

Si $\varphi_{u_2/u_1}=\Theta_2-\Theta_1>0$ u_2 est en .... sur u_1 (u_1 est en .... sur u_2)

Si $\varphi_{u_2/u_1}=\Theta_2-\Theta_1<0$ u_2 est en .... sur u_1 (u_1 est en .... sur u_2)

2.3.5. Valeurs particulières de la différence de phase

Considérons deux tensions sinusoïdales d'équations:

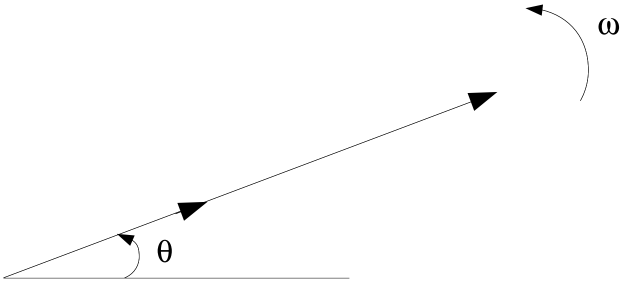
$$u_1(t)=U_1\sqrt{2}\sin(\omega t+\Theta_1)$$
$$u_2(t)=U_2\sqrt{2}\sin(\omega t+\Theta_2)$$

a. Tensions en phase

$\Theta=$.................

$\varphi_{u_2/u_1}=\Theta_2-\Theta_1=$.......

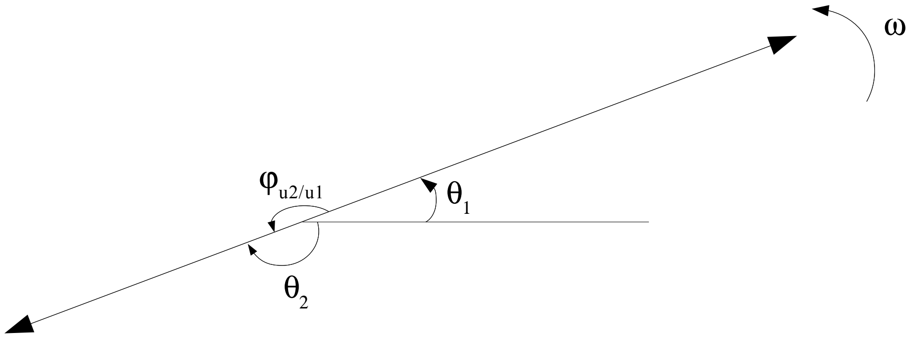
$\tau=$.....



b. Tensions en opposition de phase

$\varphi_{u_2/u_1}=\Theta_2-\Theta_1=$......

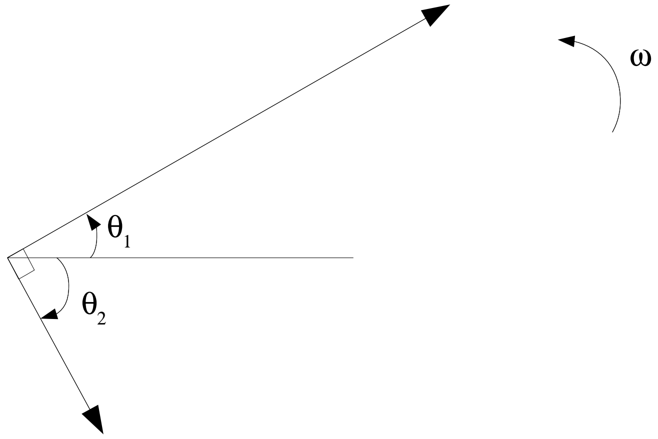
$\tau=$........



c. Tensions en quadrature de phase

$\varphi_{u_2/u_1}=\Theta_2-\Theta_1=$................

$\tau=$..........



. DIPÔLES ELEMENTAIRES EN RÉGIME SINUSOÏDAL

I. DEFINITIONS

I.1. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME SINUSOÏDAL

Lorsqu'un dipôle passif linéaire est traversé par un courant sinusoïdal de valeur instantanée : ...., il apparaît entre ses bornes une tension également sinusoïdal et de même fréquence:
....

I.2. CONSTATATIONS EXPÉRIMENTALES

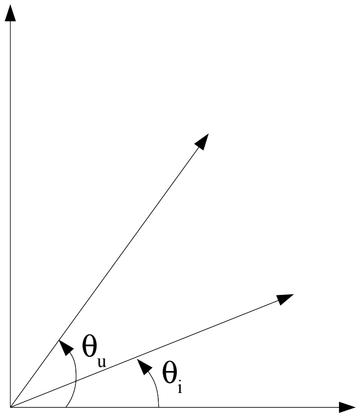
Pour un dipôle donné, à une fréquence fixe:

- les valeurs efficaces de la tension et du courant sont telles que .... = ...;
- la différence de phase (...................) = ...

I.3. CONSÉQUENCES

A la fréquence considérée, la connaissance de $\frac{U}{I}$ et de ($\Theta_u - \Theta_i$) suffit à caractériser le dipôle.

I.4. CARACTÉRISATION DU DIPÔLE



On peut exploiter la construction de Fresnel:
$\frac{U}{I}$ = constant et ($\Theta_u - \Theta_i$) = constant.

I.5. IMPÉDANCE

On appelle .... du dipôle, la grandeur:
$\vec{Z}$ = [..................., ...]

le .... de $\vec{Z}$ est : $Z =$ .... en ....

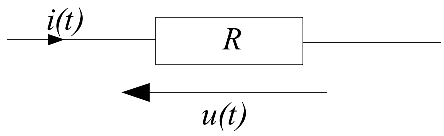
l'...................... de $\vec{Z}$: $\Theta_z =$........................

I.6. ADMITTANCE

On appelle .... du dipôle, la grandeur : $\vec{Y}$ = [........, ...] de module .... exprimé en .... et d'argument $\Theta_y =$.. en rad

II. DIPOLES ELEMENTAIRES

II.1. RÉSISTANCE LINÉAIRE



La loi d'ohm s'applique aux valeurs instantanées:

$u(t)=$..............

$i(t)=$..................................... d'où $u(t)=$..

par identification: $u(t)=U\sqrt{2}\sin(\omega t+\Theta_u)$

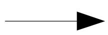
$U=$.......... et Θ_u = ...

d'où $\varphi_{u/i}$ = ...: la tension *u* est en .... avec *i*.

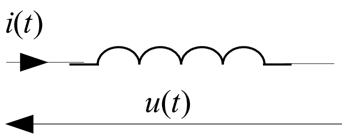
l'impédance est $\vec{Z}_R$ = [$\dfrac{U}{I}$, $\Theta_u - \Theta_i$] = [........., ...]

l'admittance est $\vec{Y}_R$ = [........., ...] = [........., ...]

construction de Fresnel: En prenant *i* comme référence des phases



II.2. BOBINE IDÉALE



Relations entre grandeurs instantanées:

Loi de Lenz: $u(t)=$.....................

Soit $i(t)=I\sqrt{2}\sin(\omega t+\Theta_i)$

$\Rightarrow \dfrac{di}{dt} =$..

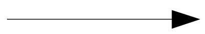
$u =$..

par identification: $u(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \Theta_u)$

$U =$.........................   et

$\Theta_u =$.........................$\Rightarrow \varphi =$.....................$=$..........   ....

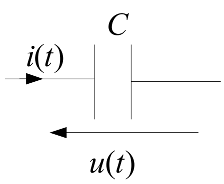
Construction de Fresnel: En prenant *i* comme référence des phases



impédance : $\overrightarrow{Z_L}$ = [........., ...]
admittance: $\overrightarrow{Y_L}$ = [........., ...]

II.3. <u>CONDENSATEUR PARFAIT</u>

Relation entre grandeurs instantanées:



$i =$....................

avec $u(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \Theta_u)$

$\dfrac{du}{dt}$ = ...$=$ ....

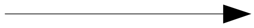
donc $i(t) =$..

Par identification: avec $i(t) = I\sqrt{2}\sin(\omega t + \Theta_i)$

$I =$....................

$\Theta_i =$........................$\Rightarrow \varphi_{u/i} =$.......................$=$....................   ....

Construction de Fresnel: En prenant *i* comme référence des phases



Admittance: $\overrightarrow{Y_C}$ = [........., ...]

Impédance : $\overrightarrow{Z_C}$ = [........., ...]

REMARQUES

Pour une bobine idéale et un condensateur parfait, les impédances et les admittances dépendent de la fréquence.

1. **En très haute fréquence** ($f \to \infty$ donc $\omega \to \infty$)

   - Pour une bobine: $Z_L = L\omega \to$ .... la bobine se comporte comme un interrupteur ....

   - Pour un condensateur: $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} \to$ .... le condensateur se comporte comme un interrupteur ....

2. **En très basse fréquence** ($f \to 0$ donc $\omega \to 0$)

   - Pour une bobine: $Z_L = L\omega \to$ ..... la bobine se comporte comme un interrupteur ....

   - Pour un condensateur: $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} \to$ .... le condensateur se comporte comme un interrupteur ....

PUISSANCE EN REGIME SINUSOIDAL

I. DEFINITIONS

I.1. PUISSANCE INSTANTANÉE

a. Expression de la puissance instantanée

p: puissance instantanée consommée ou fournie
v: tension aux bornes du dipôle
i: intensité instantanée du courant qui le traverse.

$P = \dots\dots$

b. Les conventions du dipôle

	Convention générateur	**Convention récepteur**
$p > 0$	....	....
$p < 0$	....	....

c. Expression de p en régime sinusoïdal

En prenant *i* comme référence des phases
$i = \hat{I}.\sin \omega t$ et $v = \hat{V}\sin(\omega t + \varphi)$ avec $\varphi = (\vec{V}, \vec{I})$ Différence de phase entre $v(t)$ et $i(t)$.

$p = v.i. = \hat{V}.\hat{I}.\sin \omega t.\sin(\omega t + \varphi)$ or $\sin a.\sin b = \frac{1}{2}[\cos(a - b) - \cos(a + b)]$

$p = \frac{\hat{V}\hat{I}}{2}\cos\varphi - \frac{\hat{V}\hat{I}}{2}\cos(2\omega t + \varphi)$ or $\hat{V} = V\sqrt{2}$ et $\hat{I} = I\sqrt{2}$

$$p = VI\cos\varphi - VI\cos(2\omega t + \varphi)$$

I.2. PUISSANCE ACTIVE

a. Définition

La ...., est par définition, la .... de *P.*

P = <*p*> =
.... est l'expression d'un signal symétrique alternatif et donc sa valeur moyenne est nulle.

$$P = ...$$

P: puissance active en ....
V: tension efficace aux bornes du dipôle en V
I: intensité efficace en A
φ: déphasage de *u* par rapport à *i* en rad.

Remarque: *P* est le .... des ....
....
....

b. Dipôles récepteurs et dipôles générateurs de puissance active

Avec la convention de type récepteur:

- ✓ *P* > 0, dipôle .... (il .... de la puissance active). Dans ce cas, cos φ ..... 0 et ....$< \varphi <$ ....
- ✓ *P* < 0, dipôle .... (il ....de la puissance active). Dans ce cas, cos φ ...... 0 et ....$< \varphi <$ ....

I.3. PUISSANCE RÉACTIVE

a. Définition

La .... est par définition:

$$Q = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Q: puissance réactive en .... (Voltampères réactifs)
V: tension efficace aux bornes du dipôle en V
I: intensité efficace en A
φ: déphasage de *u* par rapport à *i* en rad.

b. Dipôles récepteurs et dipôles générateurs de puissance réactive

Avec la convention de type récepteur:

- ✓ *Q* > 0, dipôle ....(il .... de la puissance réactive). Dans ce cas, sin φ .... 0 et ....$< \varphi <$ ....
- ✓ *Q* < 0, dipôle .... (il .... de la puissance réactive). Dans ce cas, sin φ .... 0 et ....$< \varphi <$ ....

I.4. PUISSANCE APPARENTE

a. Expression

On appelle ……………………………………………., le ……………………………………

……………………………………………………………

$$S = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

S: puissance apparente en …………… (et non watts car elle ne correspond à aucune puissance)

b. Utilité de la puissance apparente

La puissance apparente permet de dimensionner les appareils électriques. Exemple: un transformateur de 440 VA, 220 V peut délivrer en permanence U = 220 V un courant de I de 440 / 220 = 2 A à un récepteur quel que soit le facteur de puissance.

I.5. RELATION ENTRE LES PUISSANCES

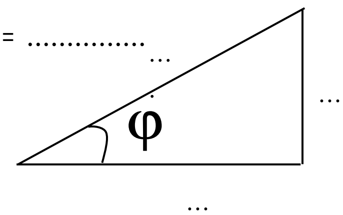
$P = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$

$Q = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$

$S = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$

$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = \ldots\ldots\ldots\ldots$

$\ldots\ldots\ldots = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$



II. PUISSANCES ACTIVE ET REACTIVE MISES EN JEU DANS DES DIPOLES ELEMENTAIRES

On adopte la convention récepteur

II.1. RÉSISTANCE PARFAITE

$$\overrightarrow{Z_R} = [\ldots\ldots\ldots\ldots,\ldots\ldots\ldots\ldots] \qquad \begin{cases} \cos\varphi = \ldots\ldots \\ \sin\varphi = \ldots\ldots \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} P = \ldots\ldots\ldots\ldots = \ldots\ldots\ldots\ldots = \ldots\ldots\ldots\ldots \\ Q = \ldots\ldots\ldots\ldots = \ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

la ………………………… parfaite ………………………………. que de la ……………………………………..

II.2. CONDENSATEUR PARFAIT

$$\overrightarrow{Z_c} = [\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots]$$

$$\begin{cases} \cos\varphi = \ldots\ldots \\ \sin\varphi = \ldots\ldots \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} P = \ldots\ldots\ldots\ldots \\ Q = \ldots\ldots\ldots\ldots = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 0 \end{cases}$$

Le ………………………………………… parfait …………………………………………… de …………………………………………………… mais ……………………………………

II.3. BOBINE IDÉALE

$\overrightarrow{Z_c}$ = [………………;………………]

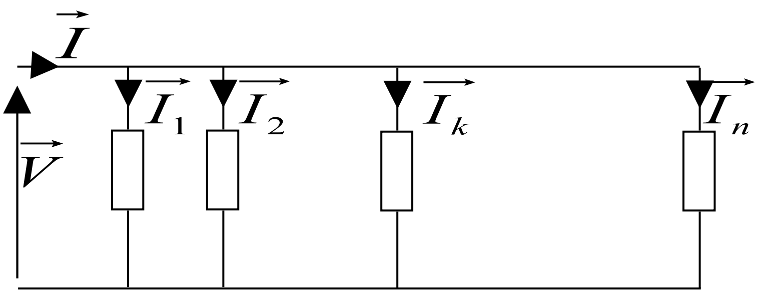
$\begin{cases} \cos\varphi = \ldots\ldots \\ \sin\varphi = \ldots\ldots. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} P = \ldots\ldots\ldots\ldots \\ Q = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 0 \end{cases}$

La ……………………………………………………………………………………………… ………………………………………………………………………………………………

III. THEOREME DE BOUCHEROT

III.1. DIPÔLES EN DÉRIVATION

Calculons les puissances actives et réactives absorbées par n dipôles branchés en dérivation.



$\vec{I} = \overrightarrow{I_1} + \overrightarrow{I_2} + \ldots + \overrightarrow{I_k} + \ldots + \overrightarrow{I_n}$ cette égalité reste valable si tous les vecteurs tournent de $\frac{\pi}{2}$

d'où $\overrightarrow{I'} = \overrightarrow{I_1'} + \overrightarrow{I_2'} + \ldots + \overrightarrow{I_k'} + \ldots + \overrightarrow{I_n'}$

$\vec{V}.\vec{I} = \vec{V}.\overrightarrow{I_1} + \vec{V}.\overrightarrow{I_2} + \ldots + \vec{V}.\overrightarrow{I_k} + \ldots + \vec{V}.\overrightarrow{I_n}$ $\qquad$ $\vec{V}.\vec{I'} = V.I.\cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) = V.I.\sin\varphi$

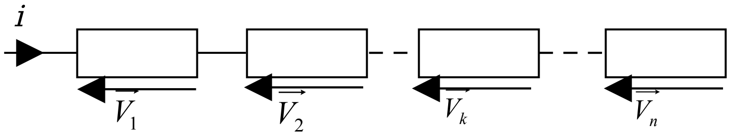
$\vec{V}.\vec{I'} = \vec{V}.\overrightarrow{I_1'} + \vec{V}.\overrightarrow{I_2'} + \ldots + \vec{V}.\overrightarrow{I_k'} + \ldots + \vec{V}.\overrightarrow{I_n'}$

P = ………………………………………………………………………………

Q = ………………………………………………………………………………

III.2. DIPÔLES EN SÉRIE

Calculons les puissances actives et réactives absorbées par n dipôles branchés en série



$\vec{V} = \overrightarrow{V_1} + \overrightarrow{V_2} + \ldots + \overrightarrow{V_k} + \ldots + \overrightarrow{V_n}$ cette égalité reste valable si tous les vecteurs tournent de $-\frac{\pi}{2}$

$\overrightarrow{V'} = \overrightarrow{V_1'} + \overrightarrow{V_2'} + \ldots + \overrightarrow{V_k'} + \ldots + \overrightarrow{V_n'}$

$\vec{I}.\vec{V} = \vec{I}.\overrightarrow{V_1} + \vec{I}.\overrightarrow{V_2} + \ldots + \vec{I}.\overrightarrow{V_k} + \ldots + \vec{I}.\overrightarrow{V_n}$

$\vec{I}.\overrightarrow{V'} = \vec{I}.\overrightarrow{V_1'} + \vec{I}.\overrightarrow{V_2'} + \ldots + \vec{I}.\overrightarrow{V_k'} + \ldots + \vec{I}.\overrightarrow{V_n'}$

***P* =** ....

Q = ...

III.3. <u>GROUPEMENT MIXTE DE DIPÔLES – THÉORÈME DE BOUCHEROT</u>

Un groupement mixte contient à la fois des dipôles en série et en dérivation. On peut le subdiviser en sous groupements élémentaires ne contenant que des dipôles en série ou en dérivation.

....

....

....

....

....

III.4. <u>FACTEUR DE PUISSANCE</u>

On appelle .... d'un circuit en régime périodique, le .... entre .... et la ....

$k =$ .... < .....

En régime sinusoïdal : $k =$ .... = ...

TABLE DES MATIÈRES