

dossier 2
le courant alternatif

| | | |
|--|-----------|--|
| | | |
| | CAP PRO E | ELECTROTHERMIQUE : LE COURANT ALTERNATIF |

les désignations et unités

| | sa lettre de désignation | son unité | |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------------------|
| <i>fréquence</i> | F | hertz | Hz |
| <i>période</i> | T | seconde | s |
| <i>pulsation</i> | ω | Radian/seconde | Rd/s |
| <i>tension ou DDP</i> | U | volt | V |
| <i>intensité ou courant</i> | I | ampère | A |
| <i>résistance</i> | R | ohm | Ω |
| <i>Réactance de self</i> | Xs | ohm | Ω |
| <i>Réactance de condensateur</i> | Xc | ohm | Ω |
| <i>impédance</i> | Z | ohm | Ω |
| <i>Inductance de self</i> | L | Henry | H |
| <i>Coefficient de capacité</i> | C | farrad | F |
| <i>Puissance active (absorbée)</i> | P | watt | W |
| <i>Puissance réactive</i> | Q | var | var |
| <i>Puissance apparente</i> | S | Volt.ampère | VA |
| <i>Pertes joules</i> | P'j | watt | W |
| <i>rendement</i> | η | | |
| <i>Puissance utile</i> | Pu | watt | W |
| <i>Facteur de puissance</i> | Cos φ | | |

formulaire

Le courant alternatif

$$F = 1 / T \longrightarrow T = 1 / F$$

$$\omega = 2 \pi F \longrightarrow F = \omega / 2 \pi$$

Loi montage série

$$\vec{U}_T = \vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \vec{U}_3$$

Loi montage parallèle

$$\vec{I}_T = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3$$

Impédance de circuit électrique alternatif

| | | Symbole | Z = | XS = | L . ω |
|---------------------|-----|--|----------------------------|------|------------------|
| Résistance pure | R |  | R | | L = Xs / ω |
| Self pure | L |  | Xs | | ω = Xs / L |
| Condensateur pur | C |  | Xc | | COSφ = R / Z |
| Self résistante | RL |  | $\sqrt{R^2 + Xs^2}$ | XC = | 1 / (C . ω) |
| Capacité résistante | RC |  | $\sqrt{R^2 + Xc^2}$ | | C = 1 / (Xc . ω) |
| mixte | RLC |  | $\sqrt{R^2 + (Xs - Xc)^2}$ | | ω = 1 / (Xc . C) |

Puissances en alternatif

$$S = U \cdot I$$

$$U = S / I$$

$$I = S / U$$

$$\cos \varphi = P / S$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$U = P / (I \cdot \cos \varphi)$$

$$I = P / (U \cdot \cos \varphi)$$

$$\sin \varphi = Q / S$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$U = Q / (I \cdot \sin \varphi)$$

$$I = Q / (U \cdot \sin \varphi)$$

$$\tan \varphi = Q / P$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$S = U \cdot I \cdot \sqrt{3}$$

$$U = S / (I \cdot \sqrt{3})$$

$$I = S / (U \cdot \sqrt{3})$$

$$\eta_i = P_u / P_a$$

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}$$

$$U = P / (I \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3})$$

$$I = P / (U \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3})$$

$$1 \text{ ch} = 736 \text{ W}$$

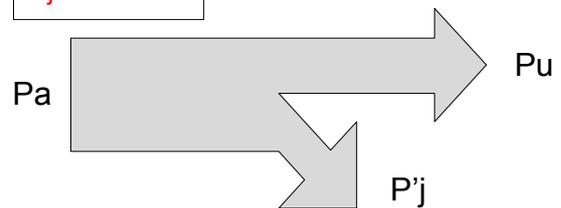
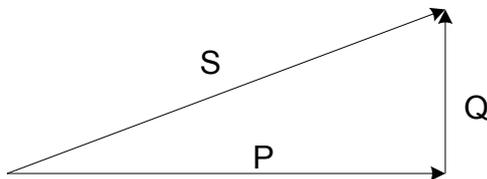
$$\cos \varphi_T = P_T / S_T$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi \cdot \sqrt{3}$$

$$U = Q / (I \cdot \sin \varphi \cdot \sqrt{3})$$

$$I = Q / (U \cdot \sin \varphi \cdot \sqrt{3})$$

$$P'j = P_a - P_u$$



Les transformateurs

$$S_t = S_1 = S_2$$

$$N_1 \times I_1 = N_2 \times I_2$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{U_2 \times I_2 \times \cos \varphi_2}{U_1 \times I_1 \times \cos \varphi_1}$$

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

FORMULAIRE

ELECTROTHERNIQUE

CAP PRO E



Page N°

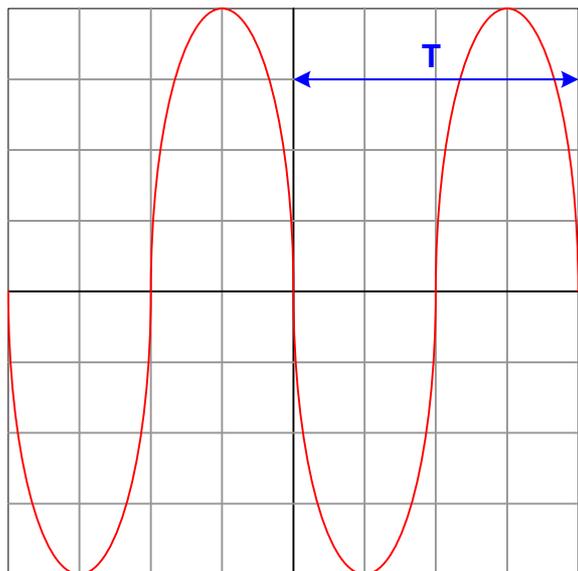
13

Le courant alternatif

Production

Le courant distribué par le réseau d'Electricité de France est un courant alternatif produit par des générateurs appelés : **alternateurs**.

Etude du courant



Mesure à l'oscilloscope

en abscisse : unité de temps 5 ms par carreau
en ordonné : unité de tension 25 V par carreau

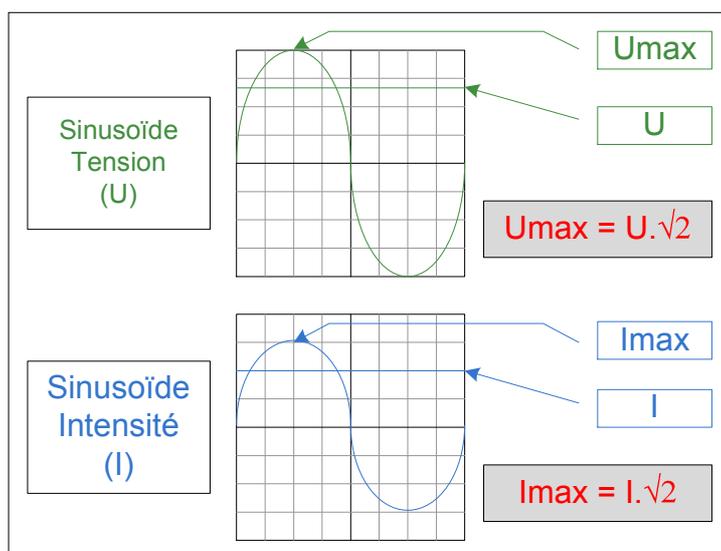
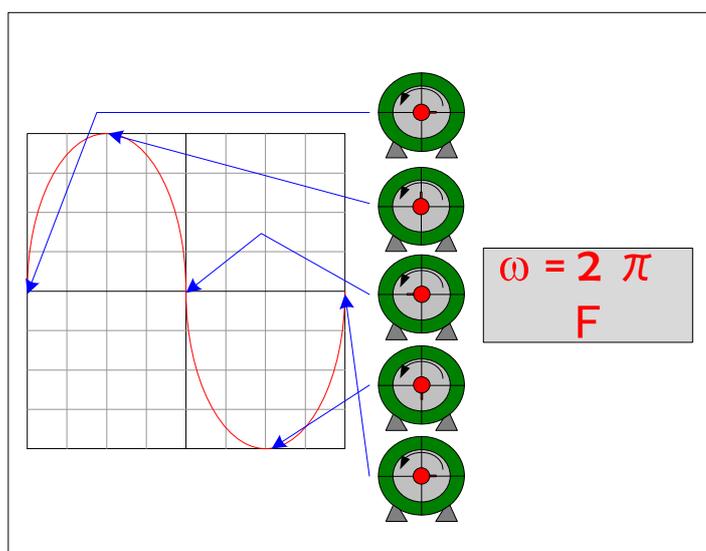
Période (T) : temps d'un cycle complet, une alternance positive et une négative
 Ici 4 carreaux de **5 ms = 20 ms**

Fréquence (F) : en 1 s, il y a 50 périodes complètes. c'est ce qu'on appelle la fréquence

$$F = \frac{1}{T}$$

alternateur : système tournant transformant une énergie mécanique en énergie électrique.

Pulsation (W) : Un tour complet d'alternateur (360° ou 2π) correspond à une période. sur le réseau EDF, l'alternateur fait donc 50 tours en 1 seconde.

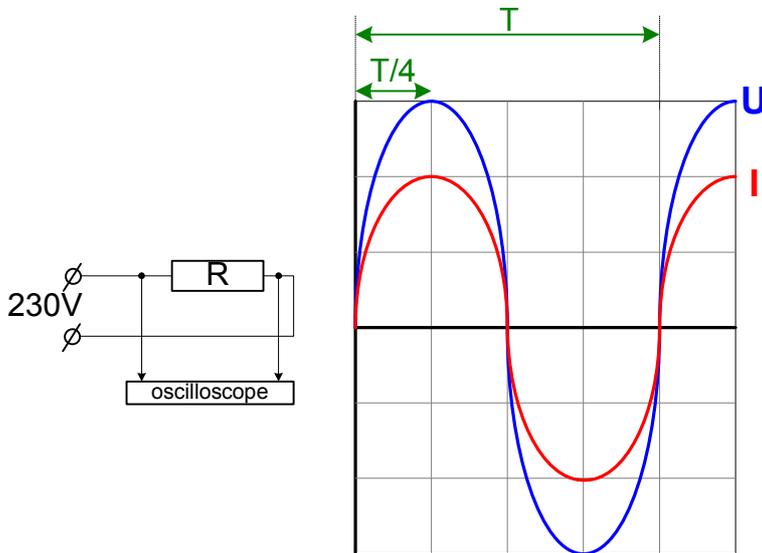


| | | | | |
|--|-----------|---|-----------------------|------------------|
| | | | LE COURANT ALTERNATIF | ELECTROTHERNIQUE |
| | CAP PRO E | ~ | | Page N° 14 |

Le déphasage ou facteur de puissance

Etudes de cas

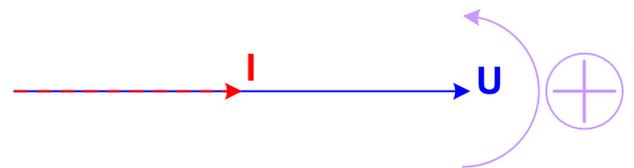
1 La résistance



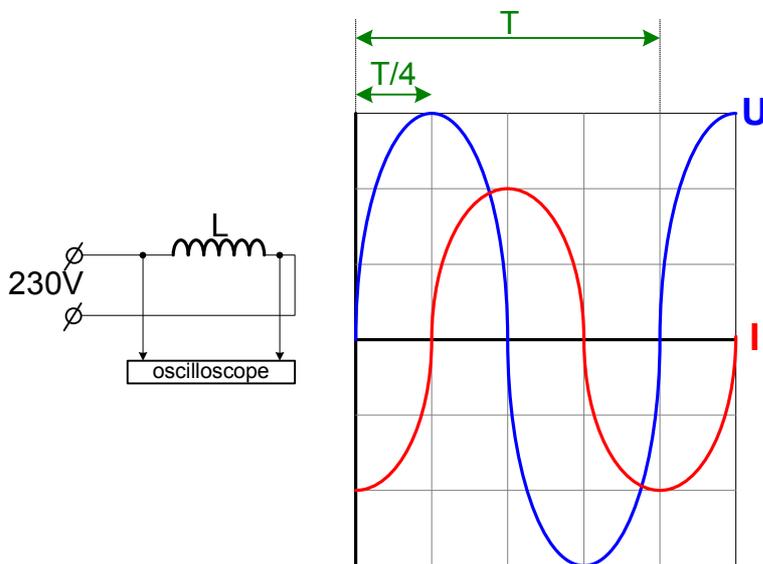
U et I ont même fréquence et passent à 0 au même instant.

On dit que U et I sont en phase.

L'angle $\varphi = 0^\circ$ donc $\cos \varphi = 1$.



2 La self pure



U et I ont même fréquence et passent à 0 1/4 de période en décalé avec I en retard sur U de 90° .

On dit que U et I sont déphasés.

L'angle $\varphi = 90^\circ$ donc $\cos \varphi = 0$.



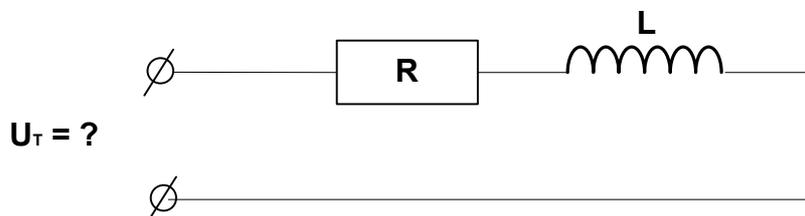
Définition

le déphasage de 2 courbes de même fréquence c'est l'avance ou le retard de l'une des 2 grandeurs par rapport à l'autre. C'est l'angle φ qui exprime ce déphasage.

| | | | | | |
|--|-----------|---|----------------------|------------------|----|
| | | ~ | FACTEUR DE PUISSANCE | ELECTROTHERNIQUE | |
| | CAP PRO E | | | Page N° | 15 |

Loi des tensions en série

Etude de cas



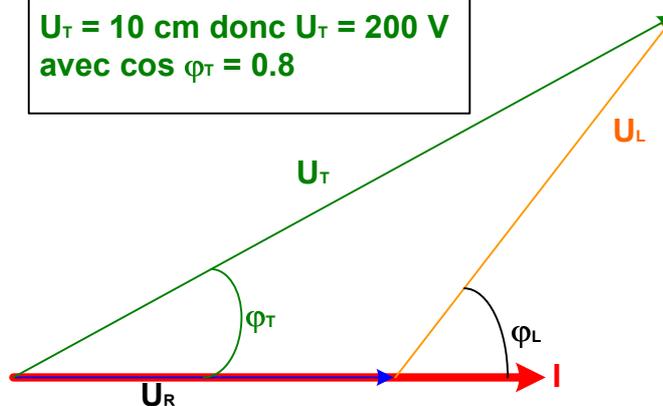
$I = 6 \text{ A}$
 $U_R = 100 \text{ V}$ $\cos \varphi_R = 1$ U et I sont en phase
 $U_L = 120 \text{ V}$ $\cos \varphi_L = 0.5$ I déphasé de 60° en retard sur U

En série, l'intensité I est partout la même. Nous la choisisons donc en référence.

En série, les tensions s'ajoutent. Nous additionnons les tensions en leur imposant les facteurs de puissances de chaque appareil.

échelle : 1cm pour 1 A
1cm pour 20 V

$U_T = 10 \text{ cm}$ donc $U_T = 200 \text{ V}$
avec $\cos \varphi_T = 0.8$



Conclusion

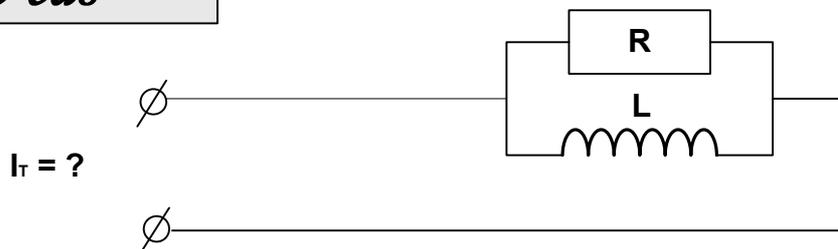
En courant continu, la loi des tensions nous dit que $U_T = U_1 + U_2 + U_3$

En courant alternatif, la loi des tensions nous dit que $\vec{U}_T = \vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \vec{U}_3$

| | | | | | |
|--|-----------|---|------------------------|------------------|----|
| | | | LA TENSION ALTERNATIVE | ELECTROTHERMIQUE | |
| | CAP PRO E | ~ | | Page N° | 16 |

Loi des intensités en parallèle

Etude de cas



$$U = 230 \text{ V } 50 \text{ Hz}$$

$$I_R = 9 \text{ A}$$

$$\cos \varphi_R = 1$$

U et I sont en phase

$$I_L = 6 \text{ A}$$

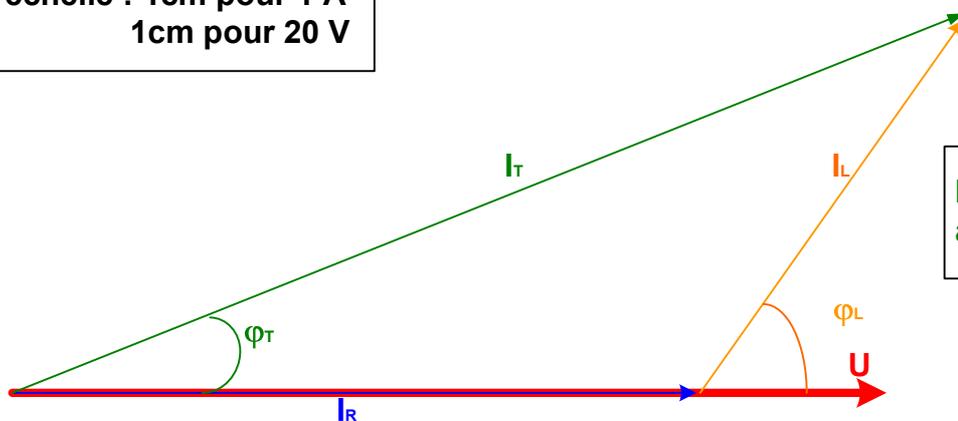
$$\cos \varphi_L = 0.6$$

I déphasé de 53° en retard sur U

En parallèle, la tension U est partout la même. Nous la choisisons donc en référence.

En parallèle, les intensités s'ajoutent. Nous additionnons les intensités en leur imposant les facteurs de puissances de chaque appareil.

échelle : 1cm pour 1 A
1cm pour 20 V



$I_T = 13.5 \text{ cm}$ donc $I_T = 13.5 \text{ A}$
avec $\cos \varphi_T = 0.93$ $\varphi_T = 21^\circ$

Conclusion

En courant continu, la loi des intensités nous dit que $I_T = I_1 + I_2 + I_3$

En courant alternatif, la loi des intensités nous dit que $\vec{I}_T = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3$

| | | | | | |
|--|-----------|---|---------------------------|------------------|----|
| | | | L'INTENSITE EN ALTERNATIF | ELECTROTHERNIQUE | |
| | | ~ | | Page N° | 17 |
| | CAP PRO E | | | | |

Circuit résistif pur

Définition

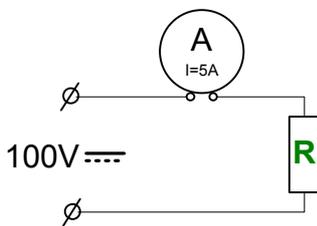
Circuits ne comprenant que des résistors (résistances pures).

- + En courant continu, la résistance totale du circuit est appelé **R** (résistance).
- + En courant alternatif, la résistance totale du circuit est appelé **Z** (impédance).

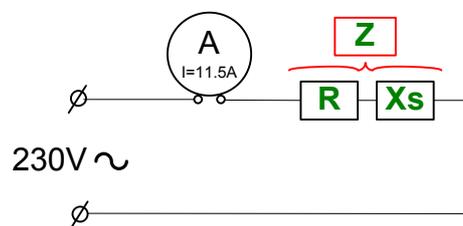
$$U = R \times I$$

$$U = Z \times I$$

Etude de cas



| en courant CONTINU | | | |
|---------------------------|------------|-----------|--------------|
| tension | résistance | intensité | |
| U | = | R | x I |
| U (v) | I (A) | U/I | R (Ω) |
| 100 | 5 | 20 | 20 Ω |



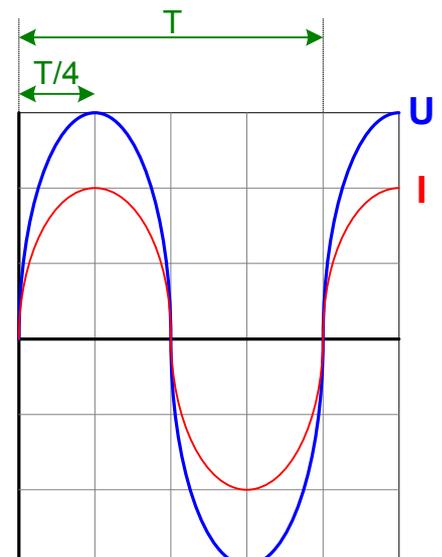
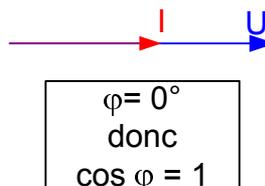
| en courant ALTERNATIF | | | |
|------------------------------|-----------|-----------|--------------|
| tension | impédance | intensité | |
| U | = | Z | x I |
| U (v) | I (A) | U/I | Z (Ω) |
| 230 | 11.5 | 20 | 20 Ω |

Conclusion

Dans un circuit résistif pur, la réactance totale des résistors est égale à l'impédance totale du circuit.

$$Z = X_R = R$$

| | T | F | | | |
|------------------|---------|------|---|------|---|
| U | 2/100 s | 50Hz | | | |
| I | 2/100 s | 50Hz | | | |
| valeur de U et I | | | | | |
| t en 1/100s | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| U | 0 | +max | 0 | -max | 0 |
| I | 0 | +max | 0 | -max | 0 |



Circuit selfique pur

Définition

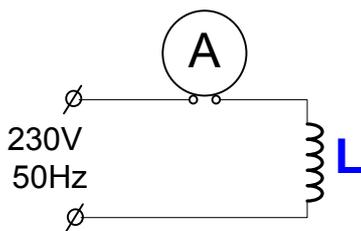
Circuit ne comprenant que des réacteurs parfaits (bobinage de résistance très faible).

L'impédance d'un circuit selfique pur est :

- + proportionnelle à son inductance **L** (en henry)
- + proportionnelle à la fréquence **F** (en hertz)

La résistance dûe à l'inductance de self est appelée **la réactance de self X_s** (en ohm).

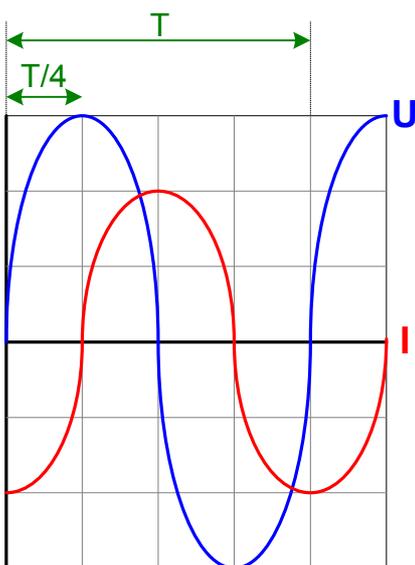
Formule



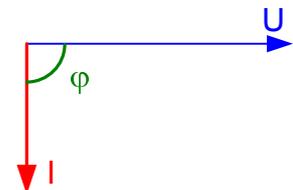
Pour une self pure ou un circuit selfique pur :

| | | | | | | |
|-----------|---|----------------------|---|------------|---|-----------|
| impédance | = | réactance | = | inductance | x | pulsation |
| Z | = | X_s | = | L | x | ω |
| ohm Ω | | ohm Ω | | henry H | | rad/s |

Conclusion



| | | | | | |
|-------------------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | | T | F | | |
| U | | 2/100 s | 50Hz | | |
| I | | 2/100 s | 50Hz | | |
| valeur de U et I | | | | | |
| t en 1/100s | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| U | 0 | +max | 0 | -max | 0 |
| I | -max | 0 | +max | 0 | -max |



- + L'énergie dissipée W_j dans une self pure est 0
- + Les courbes U et I ont même fréquence mais ne sont pas en phase
- + I est en retard sur U d'un quart de période :
 - 0.5/100 s
 - 1/4 de 360° c'est à dire 90° $\cos \varphi = 0$

Circuit capacitif pur

Définition

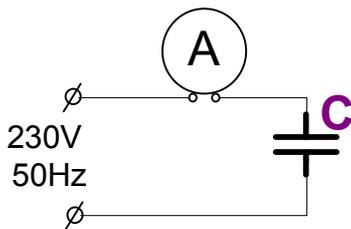
Circuit ne comprenant que des condensateurs sans résistor ni inductance.

L'impédance d'un circuit capacitif pur est :

- + inversement proportionnelle à son inductance **C** (en farrad)
- + inversement proportionnelle à la fréquence **F** (en hertz)

La résistance due à l'inductance de capacité est appelée **la réactance de capacité X_c** (en ohm).

Formule

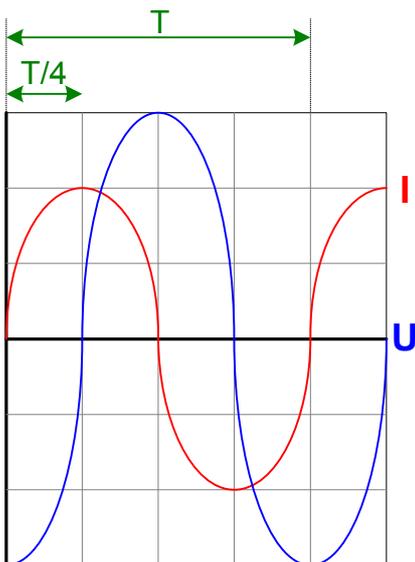


Pour une capacité pure ou un circuit capacitif pur :

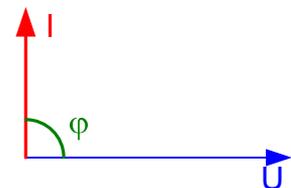
| | | | | | |
|--------------|---|-------------------------|---|------------------------------|-----------|
| impédance | = | réactance | = | capacité | pulsation |
| Z | | X_c | | $\frac{1}{(C \cdot \omega)}$ | |
| ohm Ω | | ohm Ω | | farrad F | rad/s |

Conclusion

$1 \mu F = 10^{-6} F$
 $1 nF = 10^{-9} F$
 $1 pF = 10^{-12} F$

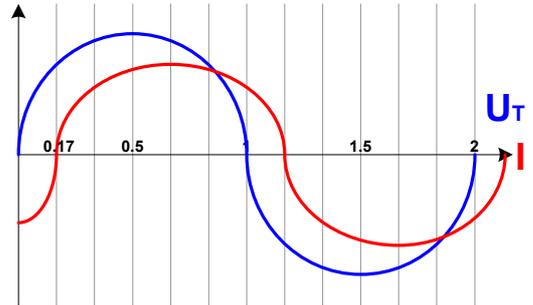
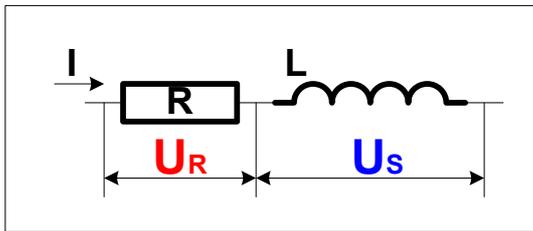


| | T | | F | | |
|-------------------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| U | 2/100 s | | 50Hz | | |
| I | 2/100 s | | 50Hz | | |
| valeur de U et I | | | | | |
| t en 1/100s | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 |
| U | -max | 0 | +max | 0 | -max |
| I | 0 | +max | 0 | -max | 0 |



- + L'énergie dissipée W_j dans une capacité pure est 0
- + Les courbes U et I ont même fréquence mais ne sont pas en phase
- + I est en avance sur U d'un quart de période :
 - 0.5/100 s
 - 1/4 de 360° c'est à dire 90° $\cos \varphi = 0$

Circuit alternatif RL en série



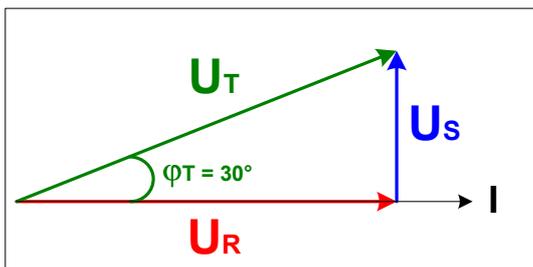
Etude de cas

En série, :

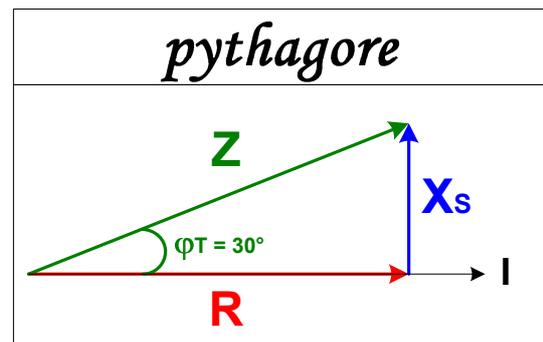
- + I est commun à tous les appareils.
- + U_R est en phase avec I
- + U_S est déphasé de 90° en avance avec I

le déphasage φ_T obtenu en associant ces deux appareils est de $T/12$, c'est à dire 30°

En alternatif montage série, les tensions s'ajoutent vectoriellement. Donc :



$$\begin{aligned} U_T &= Z \times I \\ U_R &= R \times I \\ U_S &= X_S \times I \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} Z &= U_T / I \\ R &= U_R / I \\ X_S &= U_S / I \end{aligned}$$

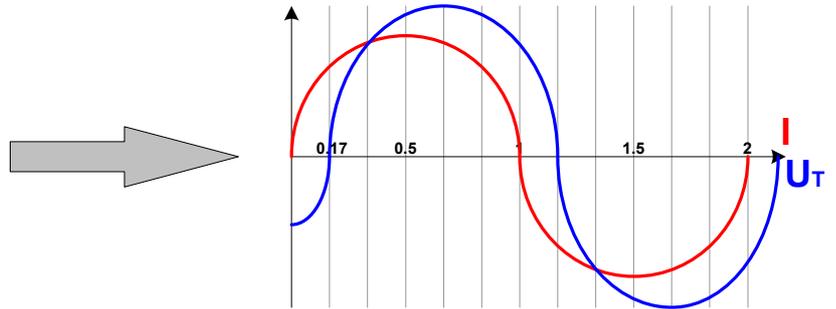
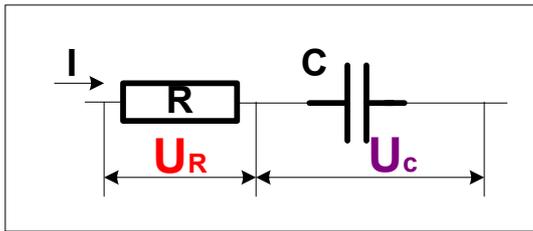


Dans une self résistante : circuit RL

| | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| $Z = \sqrt{R^2 + X_S^2}$ | $X_S = L \cdot \omega$ | $\omega = 2 \pi F$ | $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$ |
| Z : impédance en ohm | X_S : réactance de self en ohm | ω : pulsation en rad/s | |
| R : résistance en ohm | L : coefficient de self en henry | F : fréquence en hertz | |

| | | | | |
|-----------|--|---|------------|------------------|
| | | | CIRCUIT RL | ELECTROTHERMIQUE |
| | | ~ | | |
| CAP PRO E | | | | Page N° 21 |

Circuit alternatif RC en série



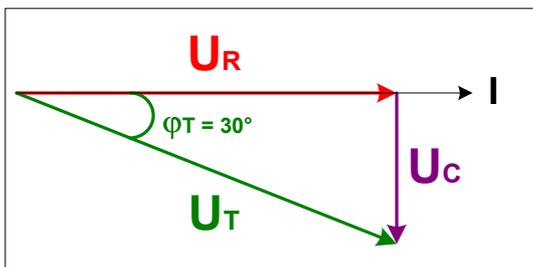
Etude de cas

En série, :

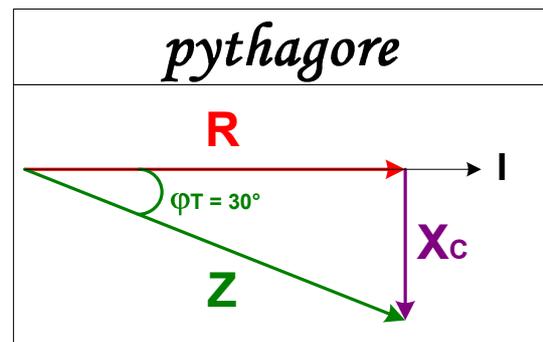
- + I est commun à tous les appareils.
- + U_R est en phase avec I
- + U_C est déphasé de 90° en retard avec I

le déphasage γ_T obtenu en associant ces deux appareils est de $T/12$, c'est à dire 30°

En alternatif montage série, les tensions s'ajoutent vectoriellement. Donc :



$$\begin{aligned} U_T &= Z \times I \\ U_R &= R \times I \\ U_C &= X_C \times I \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} Z &= U_T / I \\ R &= U_R / I \\ X_C &= U_C / I \end{aligned}$$



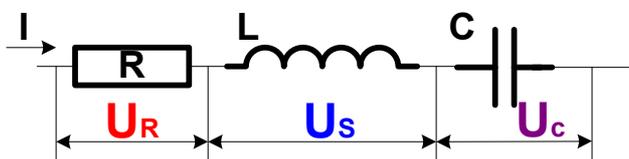
Dans une capacité résistive : circuit RC

| | | | |
|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ | $X_C = \frac{1}{C \cdot \omega}$ | $\omega = 2 \pi F$ | $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$ |
| Z : impédance en ohm | X_C : réactance de capacité en ohm | ω : pulsation en rad/s | |
| R : résistance en ohm | C : coefficient de capacité en farad | F : fréquence en hertz | |

| | | | | |
|-----------|--|---|------------|------------------|
| | | | CIRCUIT RC | ELECTROTHERNIQUE |
| | | ~ | | |
| CAP PRO E | | | | Page N° 22 |

Circuit alternatif RLC en série

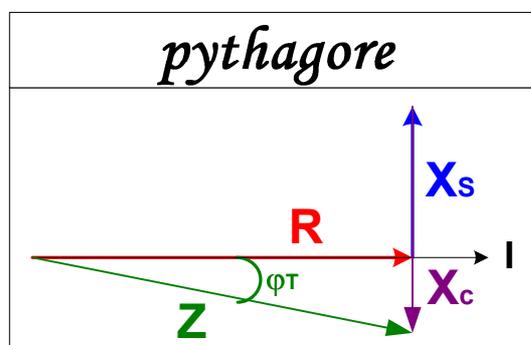
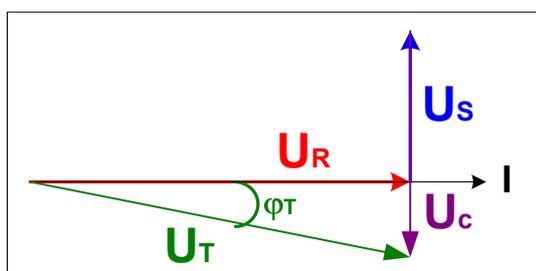
circuit mixte



En série, :

- + I est commun à tous les appareils.
- + U_R est en phase avec I
- + U_S est déphasé de 90° en avance avec I
- + U_C est déphasé de 90° en retard sur I

En alternatif montage série, les tensions s'ajoutent vectoriellement. Donc :



| | $X_S > X_C$ | $X_S < X_C$ | $X_S = X_C$ |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|
| diagramme des impédances | | | |
| valeur de Z par rapport à R | $Z > R$ | $Z > R$ | $Z = R$ |
| déphasage de I / U | I en retard sur U | I en avance sur U | I en phase avec U |
| le circuit est dit | inductif | capacitif | résonnant ou résistif |

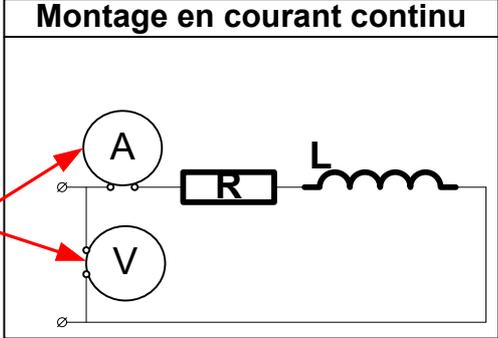
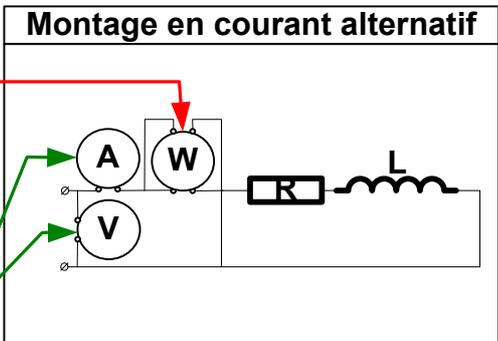
Dans un circuit mixte : circuit RLC

| | | | | |
|----------------------------------|---|----------------------------------|--------------------|------------------------------|
| $Z = \sqrt{R^2 + (X_S - X_C)^2}$ | $X_S = L \cdot \omega$ | $X_C = \frac{1}{C \cdot \omega}$ | $\omega = 2 \pi F$ | $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$ |
| Z : impédance en ohm | X_C : réactance de capacité en ohm | | | |
| R : résistance en ohm | C : coefficient de capacité en farrad | | | |
| F : fréquence en hertz | X_S : réactance de self en ohm | | | |
| ω : pulsation en rad/s | L : coefficient de self en henry | | | |

| | | | | |
|-----------|--|---|-------------|------------------|
| | | | CIRCUIT RLC | ELECTROTHERNIQUE |
| | | ~ | | |
| CAP PRO E | | | | Page N° 23 |

Puissances en alternatif

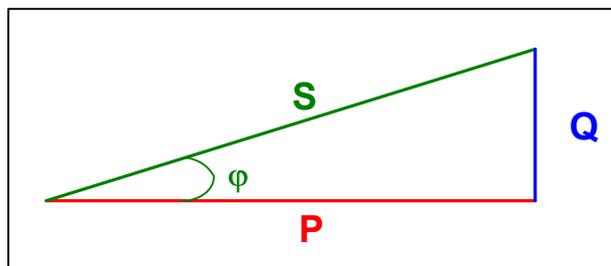
Etude de cas

| | Montage en courant continu | on mesure | on calcule |
|-----------------------|--|--|--|
| Pour mesurer P |  | $U = 12 \text{ V}$ $I = 1.8 \text{ A}$ | $P = 21.6 \text{ W}$ $R = 9.6 \Omega$ |
| Pour mesurer P |  | $U = 200 \text{ V}$ $I = 1.5 \text{ A}$ $P = 21.6 \text{ W}$ | $Z = U/I = 133 \Omega$ $\cos \varphi = R/Z = 0.072$ $S = 300 \text{ VA}$ $P/S = 0.072 = \cos \varphi$ |
| Pour mesurer S | | | |

Conclusions

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{P}{S}$$

Triangle des puissances théorème de Pythagore



$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$S = U \times I$$

$$P = U \times I \times \cos \varphi$$

$$Q = U \times I \times \sin \varphi$$

$$P = S \times \cos \varphi$$

$$Q = S \times \sin \varphi$$

$$\cos \varphi = P / S$$

$$\sin \varphi = Q / S$$

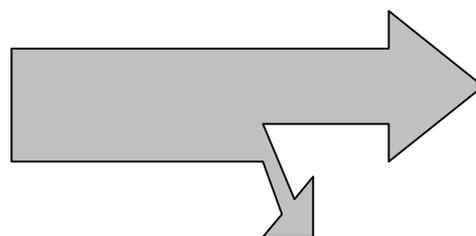
$$\tan \varphi = Q / P$$

| | |
|----------|--------------------------|
| S | puissance apparente (VA) |
| P | puissance active (W) |
| Q | puissance réactive (var) |

Les moteurs

| | |
|----------------|--|
| P_a | puissance totale absorbée par le récepteur |
| P'_j | pertes du récepteur |
| P_u | puissance réellement utilisée par le récepteur |
| η_i | rendement industriel du récepteur |
| $\cos \varphi$ | facteur de puissance du récepteur |

$$P_a = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$



$$P_{méca} = P_u = P_a \times \eta_i$$

$$P'_j = P_a - P_u$$

Sur la plaque signalétique d'un moteur, la puissance écrite en kW ou ch est la **$P_{méca}$ (P_u)**.

$$1 \text{ ch} = 736 \text{ W}$$

| | | | | |
|--|-----------|---|----------------------|------------------|
| | | | PUISSANCE MONOPHASEE | ELECTROTHERNIQUE |
| | CAP PRO E | ~ | | Page N° 24 |

Puissances en parallèle de $\cos \varphi$ différents

Etude de cas

3 récepteurs différents sont montés en parallèle sur un réseau mono 230V 50Hz.

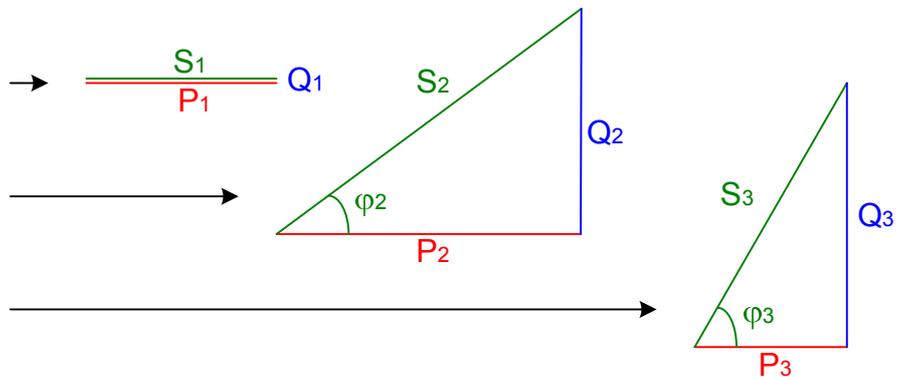
- un radiateur de puissance 1000W $\cos \varphi_1 = 1$.
- un moteur de puissance 1600W $\cos \varphi_2 = 0.8$.
- un groupe de tubes fluo de puissance 800W $\cos \varphi_3 = 0.5$.

Déterminer la puissance totale, l'intensité totale et le $\cos \varphi$ général de cette installation.

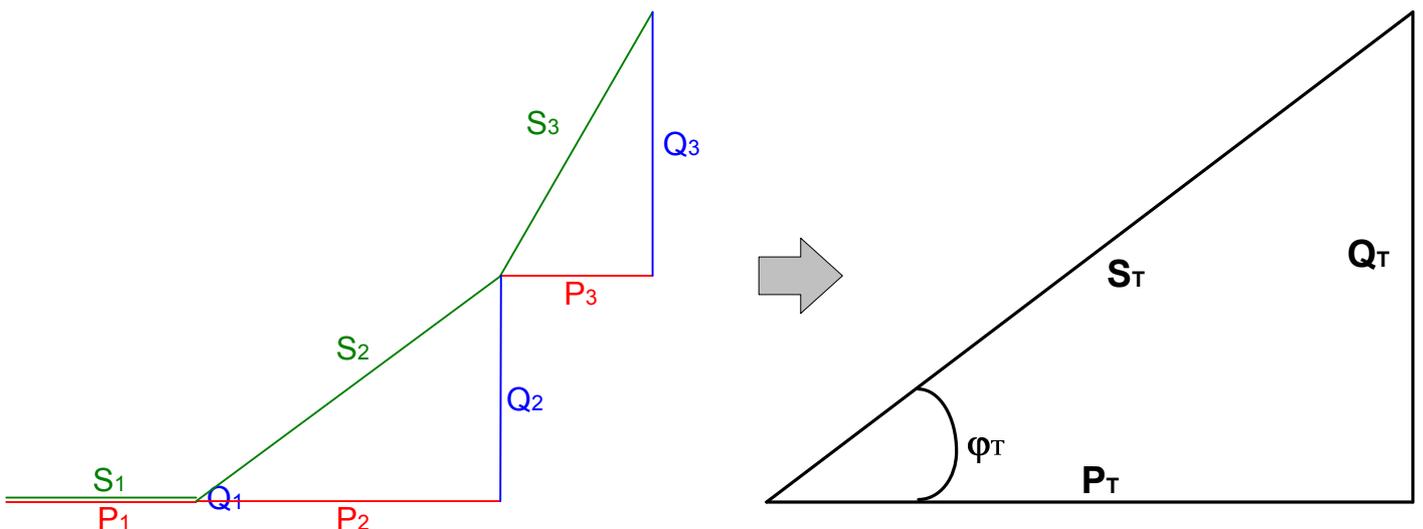
représentation de chaque appareil

échelle 1cm pour 400 W

| |
|--|
| le radiateur |
| $\cos \varphi_1 = 1$ donc $\varphi_1 = 0^\circ$ |
| donc $P_1 = S_1 = 1000VA$ |
| le moteur |
| $\cos \varphi_2 = 0.8$ donc $\varphi_2 = 37^\circ$ |
| donc $S_2 = P_2 / \cos \varphi_2 = 2000VA$ |
| le groupe fluo |
| $\cos \varphi_3 = 0.5$ donc $\varphi_3 = 60^\circ$ |
| donc $S_3 = P_3 / \cos \varphi_3 = 1600VA$ |



addition de chaque appareil



$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$

$$\cos \varphi_T = P_T / S_T$$

| | | | | |
|--|-----------|---|-------------------------|------------------|
| | | | PUISSANCES EN PARALLELE | ELECTROTHERNIQUE |
| | CAP PRO E | ~ | | Page N° 25 |

Amélioration du facteur de puissance ($\cos \varphi$)

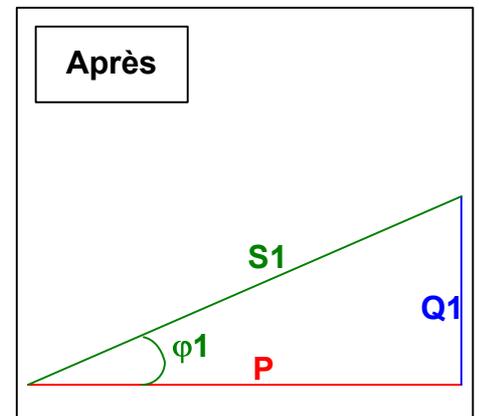
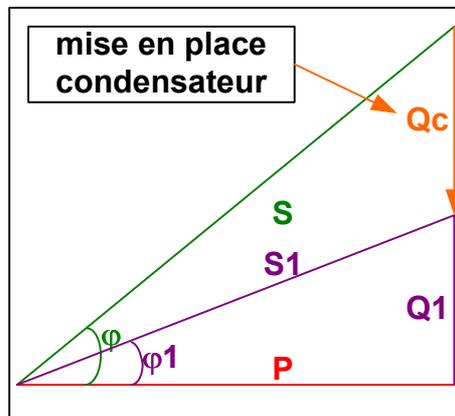
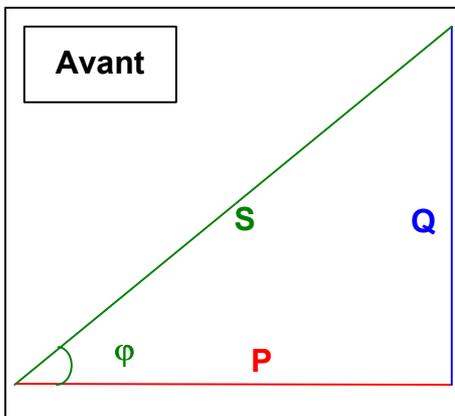
Exemple

Plus le $\cos \varphi$ est faible, plus grande est la consommation en intensité pour des appareils de mêmes puissance.

| | U | P | $\cos \varphi$ | I |
|--------------------|-------|--------|----------------|---------------|
| radiateur | 230 V | 1000 W | 1 | 4.35 A |
| moteur | 230 V | 1000 W | 0.8 | 5.45 A |
| tubes fluorescents | 230 V | 1000 W | 0.5 | 8.7 A |

But du redressement de $\cos \varphi$

Augmenter le $\cos \varphi$ afin d'avoir le moins possible de pertes d'intensité. Donc réduire l'angle φ de déphasage. Pour se faire il faudra jouer sur la puissance réactive en la diminuant. On câblera en série un système condensateur.



$$Q_1 = Q - Q_c$$

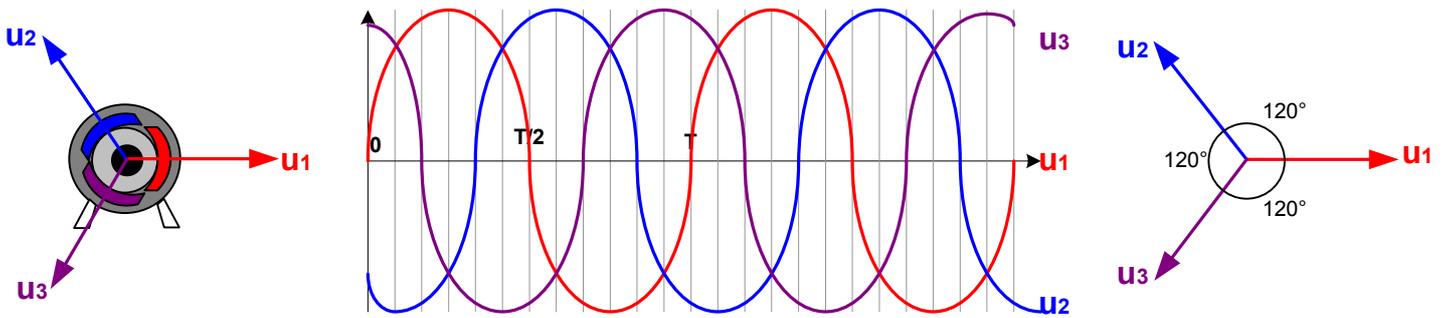
avec

$$Q_c = U^2 \times C \times \omega$$

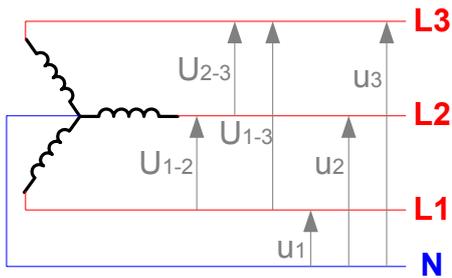
Les courants triphasés

Définition

Pour obtenir des puissances plus importantes qu'en monophasé, on fait appel au courant alternatif triphasé distribué par EDF.



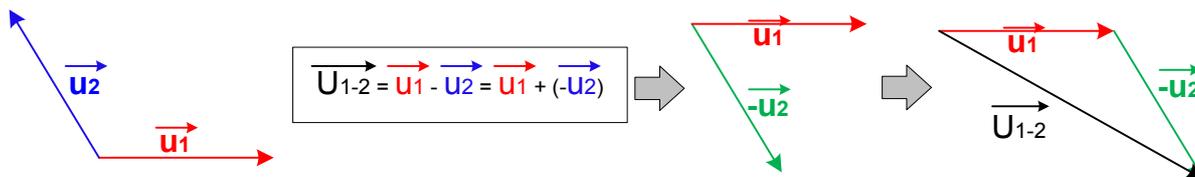
Principe distribution EDF



| | | |
|-----------|-------|---|
| u_1 | 230 V | Tension simple ou entre phase et neutre |
| u_2 | 230 V | |
| u_3 | 230 V | |
| U_{1-2} | 400 V | tension composée ou entre phase |
| U_{2-3} | 400 V | |
| U_{1-3} | 400 V | |

Etude graphique

Échelle : 1cm = 100 V



$$\vec{U}_{1-2} = 4 \text{ cm donc } U_{1-2} = 400 \text{ V}$$

$$400 / 230 = \sqrt{3}$$

donc

$$U = u \cdot \sqrt{3}$$

Quelques réseaux

| Réseaux | 230 V / 400 V | 400 V / 700 V | 700 V / 1200 V |
|-------------------------------|---------------|---------------|----------------|
| Tension entre phases | 400 V | 700 V | 1200 V |
| Tension entre phase et neutre | 230 V | 400 V | 700 V |

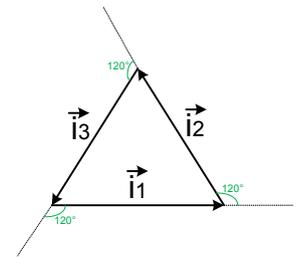
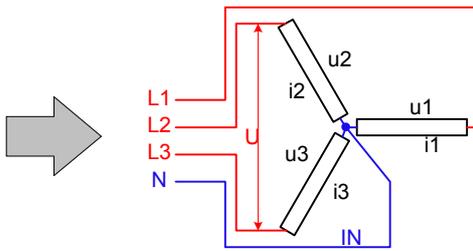
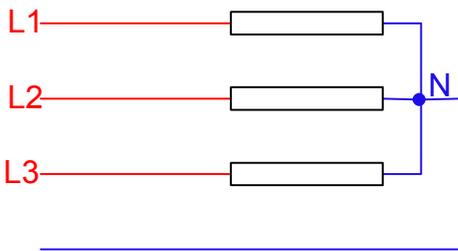
Les récepteurs triphasés

Définition

Un récepteur triphasé est constitué de 3 récepteurs monophasés identiques fonctionnant ensemble dans les mêmes conditions.

Couplage Etoile

Y

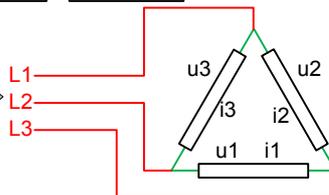
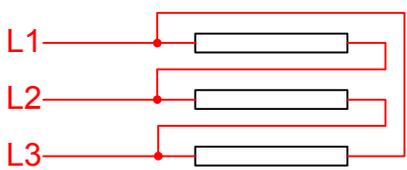


En série $I = i_1 = i_2 = i_3$
En série $\vec{U} = \vec{u}_1 + \vec{u}_2$

$I = i$
 $U = u \cdot \sqrt{3}$
 $\vec{I}_N = \vec{i}_1 + \vec{i}_2 + \vec{i}_3 = 0$

Couplage Triangle

Δ



En parallèle $U = u_1 = u_2 = u_3$
En parallèle $\vec{I} = \vec{i}_1 + \vec{i}_2$

$U = u$
 $I = i \cdot \sqrt{3}$
Pas de Neutre

| Récepteur | Montage | Etoile | Triangle |
|-----------------------------|---------|--|--|
| 1 récepteur monophasé | | $p = u \cdot i \cdot \cos y$ | $p = u \cdot i \cdot \cos y$ |
| Les 3 récepteurs identiques | | $3p = 3 \cdot u \cdot i \cdot \cos y$ | $3p = 3 \cdot u \cdot i \cdot \cos y$ |
| | | $P = 3 \cdot \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot i \cdot \cos y$ $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot i \cdot \cos y$ | $P = 3 \cdot U \cdot \frac{I}{\sqrt{3}} \cdot \cos y$ $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos y$ |

Formules

| Puissance apparente S | Puissance réelle P | Puissance réactive Q |
|--------------------------------|---|---|
| $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$ | $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos y$ | $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin y$ |

| | | | | |
|-----------|---|----------------------|------------------|----|
| | | RECEPTEURS TRIPHASES | ELECTROTHERNIQUE | |
| CAP PRO E | ~ | | Page N° | 28 |

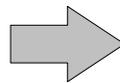
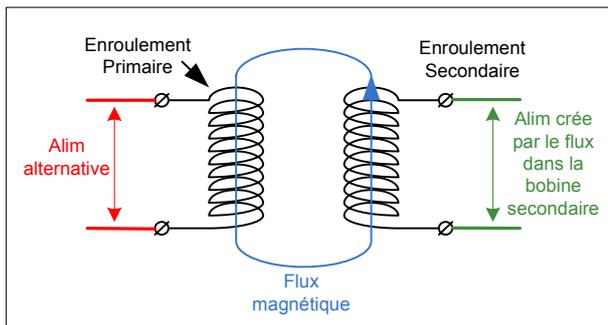
Le transformateur

Définition

Le transformateur est un appareil dit statique qui ne fonctionne qu'en alternatif. il est composé de 3 parties :

- un **enroulement primaire** alimenté en alternatif
- un **circuit magnétique fermé** constitué de tôles magnétiques empilées et isolées entre elles
- un **enroulement secondaire** recueillant une tension alternative

Fonctionnement



$$S_t = S_1 = S_2$$

Rapport de transformation

Le transformateur peut être abaisseur ou élévateur de tension

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

U₂ : tension secondaire en volts (V)
 N₂ : nombre de spires au secondaire
 U₁ : tension primaire en volts (V)
 N₁ : nombre de spires au primaire

Rendement

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{U_2 \times I_2 \times \cos\phi_2}{U_1 \times I_1 \times \cos\phi_1}$$

P₂ : puissance active au secondaire en watts (W)
 P₁ : puissance active au primaire en watts (W)

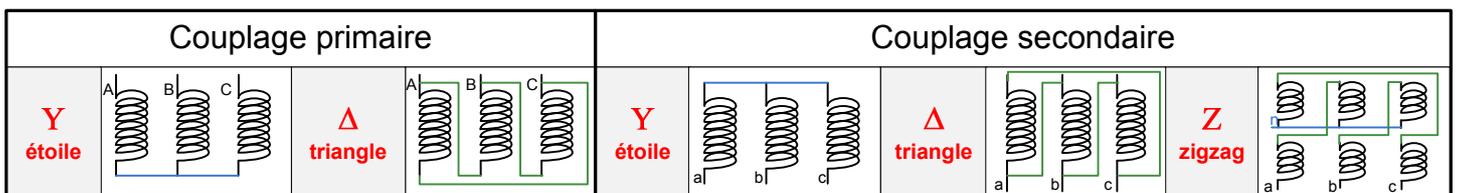
Force magnéto-motrice (transfo parfait)

Le transformateur est dit **parfait** lorsque les forces magnéto-motrices au primaire et au secondaire sont égales. Le transformateur est **auto-régulateur**.

$$N_1 \times I_1 = N_2 \times I_2$$

N₁ : nombre de spires au primaire
 I₁ : intensité primaire en ampère (A)
 N₂ : nombre de spires au secondaire
 I₂ : intensité secondaire en ampère (A)

Couplage des enroulements (transfo triphasé)



| | | | | | |
|--|-----------|---|----------------|------------------|----|
| | | | TRANSFORMATEUR | ELECTROTHERNIQUE | |
| | | ~ | | Page N° | 29 |
| | CAP PRO E | | | | |