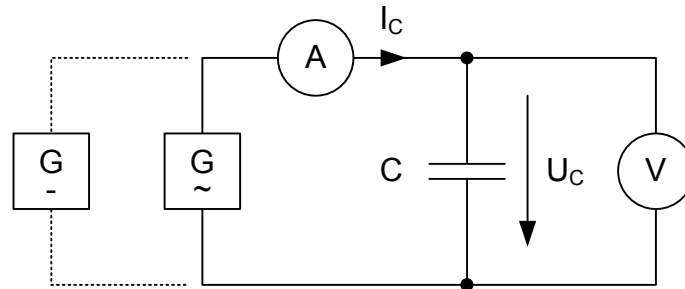


4. Comportement d'un condensateur idéal sur une tension sinusoïdale

(Tout le chapitre incl. les essais est à rédiger par les élèves d'une façon autonome)

4.1 Tension continue et alternative sur un condensateur presque idéale

montage:



valeurs mesurées:

tension continue:

$$\begin{aligned}
 U_C &= 30\text{V} \\
 I_C &= 0,00005\text{A} \\
 R_C &= \frac{U_C}{I_C} \\
 &= \frac{30\text{V}}{0,00005\text{A}} \\
 \underline{\underline{R_C}} &= \underline{\underline{600000\Omega}}
 \end{aligned}$$

tension sinusoïdale:

$$\begin{aligned}
 U_{\text{EFF},C} &= 30\text{V} \\
 I_{\text{EFF},C} &= 0,1\text{A} \\
 X_C &= \frac{U_{\text{EFF},C}}{I_{\text{EFF},C}} \\
 &= \frac{30\text{V}}{0,1\text{A}} \\
 \underline{\underline{X_C}} &= \underline{\underline{300\Omega}}
 \end{aligned}$$

observation:

Le condensateur oppose au courant alternatif une résistance beaucoup plus petite qu'au courant continu.

remarques:

1. La résistance X_C du condensateur est appelée réactance capacitive.
2. La résistance ohmique R_C d'un condensateur idéal est infiniment grande. $R_C = \infty$.

explication de la réduction de la résistance sur un tension alternative:

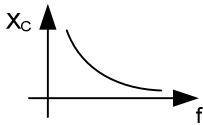
Si on applique une tension continue sur un condensateur celui-ci va se charger. Une fois chargé le courant vers le condensateur s'annule. La résistance du condensateur sur une tension continue est donc infiniment grande.

Une tension alternative va charger et décharger le condensateur en permanence. Ceci fait qu'il y a tout le temps un courant qui coule. Ceci correspond à une réduction de la résistance.

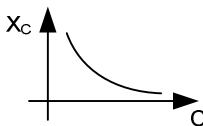
4.2 Dépendance de la réactance capacitive X_C de la fréquence f et de la capacité C . $X_C=f(f)$ et $X_C=f(L)$.

Par essai on peut déterminer que:

1. La réactance capacitive X_C est inversement proportionnelle à f .



2. La réactance capacitive X_C est inversement proportionnelle à C .



donc:
$$X_C = \text{constante} \cdot \frac{1}{f \cdot C}$$

On peut montrer que la constante est égale à $\frac{1}{2 \cdot \pi}$.

donc:

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

X_C est la réactance capacitive du condensateur en ohm [Ω]

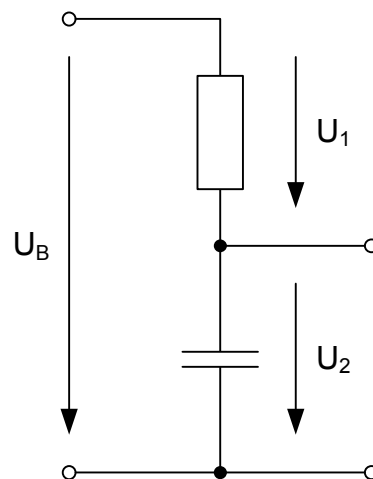
f est la fréquence en Hertz [Hz]

C est la capacité du condensateur en farad [F]

Un condensateur baisse sa résistance contre un courant alternatif si on augmente sa capacité C ou la fréquence f du courant. Si on double la fréquence f ou la capacité C , le condensateur va réduire sa réactance capacitive X_C à la moitié.

Exercices sur la dépendance de X_C de la fréquence f et de la capacité C :

- Tracez la courbe $X_C = f(f)$ d'un condensateur avec une capacité C de votre choix. Tracez d'abord un tableau de valeurs.
- Tracez la courbe $X_C = f(C)$ à une fréquence f de votre choix. Tracez d'abord un tableau de valeurs.
- Un condensateur est branché sur une tension alternative. Comment est-ce que le courant va changer si on réduit la fréquence?
- Comment est-ce que le courant alternatif à travers un condensateur va changer si on augmente sa capacité?
- Dans un diviseur de tension on a remplacé la résistance R_2 par un condensateur. Comment est-ce que la tension de sortie va-t-elle changer si la fréquence du signal d'entrée augmente? Argumentez votre réponse.

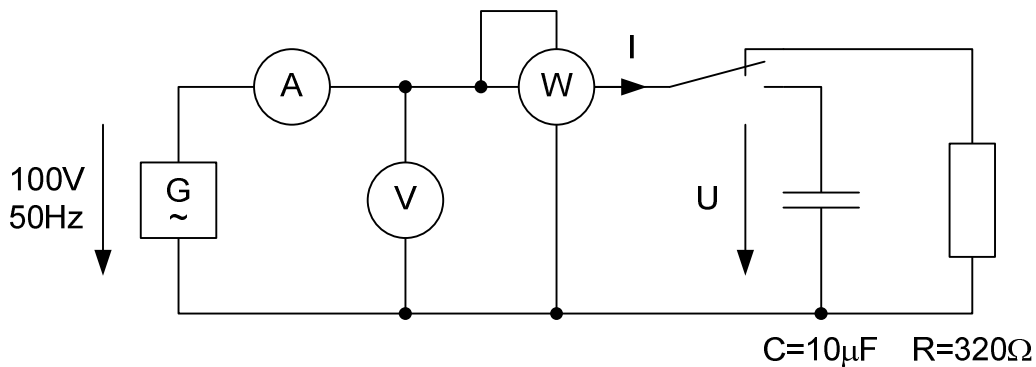


- Modifiez le circuit suivant de façon à ce que les basses fréquences n'apparaissent plus sur l'haut-parleur. Expliquez le fonctionnement de votre solution.



4.3 Consommation réelle d'un condensateur idéal

montage:



valeurs mesurées:

sur la résistance ohmique:

$$\begin{aligned} U_R &= 100\text{V} \\ I_R &= 0,3\text{A} \\ \underline{P_R} &= 30\text{W} = U_R \cdot I_R \end{aligned}$$

sur le condensateur:

$$\begin{aligned} U_C &= 100\text{V} \\ I_C &= 0,3\text{A} \\ \underline{P_C} &= 0\text{W} \neq U_C \cdot I_C \end{aligned}$$

observation:

La puissance réelle P_C consommée par le condensateur est beaucoup plus petite que le produit $U_C \cdot I_C$.

$$P_C \ll U_C \cdot I_C$$

conclusion:

- On ne peut pas utiliser la formule $P = U \cdot I$ pour les condensateurs sur tension alternative.
- La puissance réelle P_C consommée par un condensateur idéal est égale à zéro Watt, donc un condensateur idéal réduit le courant alternatif sans se chauffer.

$$P_C = 0\text{W}$$

Pour comprendre ceci il faut considérer le déphasage entre la tension et le courant sur un condensateur. Voir essai 5.

observation de l'essai 5:

Le courant $i_C(t)$ à travers un condensateur idéal est déphasé de 90° en avance par rapport à la tension $u_C(t)$ sur le condensateur $+90^\circ$.

Observations sur l'évolution de la puissance instantanée d'un condensateur idéal:

- Il y a des instants où la puissance est négative, c'est-à-dire où le condensateur ne consomme pas d'énergie mais la retourne dans le réseau. Cette énergie a été stockée dans le champ électrique qui était généré pendant le temps où le condensateur a consommé de l'énergie.
- En moyenne le condensateur idéal ne consomme et ne produit pas de l'énergie. C'est-à-dire:

$$\overline{p_C(t)} = P_C = 0W$$

$\overline{p_C(t)}$ est la moyenne arithmétique de la puissance instantanée (=puissance réelle).

- La fréquence de la puissance est deux fois plus grande que celle de la tension ou du courant.

4.5 Puissance réactive capacitive Q_C

Le produit $U_C \cdot I_C$ sur un condensateur idéal est appelé puissance réactive capacitive Q_C .

$$Q_C = U_{EFF,C} \cdot I_{EFF,C}$$

Q_C est la puissance réactive capacitive en volt-ampère-réactif (abréviation: var).

$U_{EFF,C}$ est la tension sur le condensateur idéal.

$I_{EFF,C}$ est le courant à travers le condensateur idéal.

4.6 Couplage de condensateurs idéaux

couplage en série:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

couplage en parallèle:

$$C_T = C_1 + C_2$$

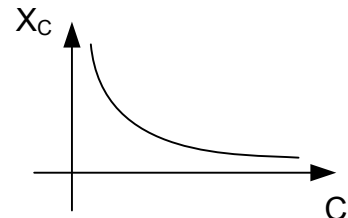
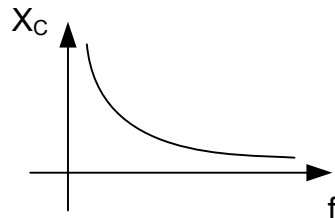
Exercices sur le condensateur idéal:

1. Deux condensateurs $C_1=10\mu\text{F}$ et $C_2=90\mu\text{F}$ sont branchés en série sur une tension alternative ($U_T=5\text{V}$).
 - a. Calculez la capacité totale C_T en μF .
 - b. Calculez la tension U_2 si $f=1\text{kHz}$.
 - c. Calculez la tension U_2 si $f=100\text{Hz}$.
 - d. Quelle est la puissance réactive capacitive consommée par les deux condensateurs?
2. Décrivez comment on peut déterminer la capacité d'un condensateur qui ne porte aucune inscription.
3. Comment est-ce qu'il faut brancher des condensateurs avec des petites capacités pour en faire un condensateur avec une capacité plus importante?
4. Complétez la phrase suivante:
"Si on branche plusieurs condensateurs en série, la capacité totale est _____
que la plus petite capacité partielle."

4.7 Résumé sur le condensateur

- Un condensateur oppose au courant alternatif une résistance plus petite qu'à la résistance ohmique du condensateur. Cette résistance réduite est appelée réactance capacitive X_C . Elle diminue avec la fréquence f et la capacité C .

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$



- $X_C = \frac{U_C}{I_C}$
- Le courant i_L à travers un condensateur idéal est déphasé de 90° en avance par rapport à la tension u_L sur le condensateur. On écrit: $\varphi = +90^\circ$
- Un condensateur idéal ne consomme en moyenne pas d'énergie.

$$\overline{p_C(t)} = P_C = 0W$$

- Le produit $U_C \cdot I_C$ est appelé puissance réactive Q_C .
- Un condensateur sur tension alternative sert à:
 - réduire un courant alternatif sans se chauffer
 - laisser passer les hautes fréquences
 - bloquer les basses fréquences