

TL3-2

Mesures en fonctionnement sinusoïdal

Thèmes :

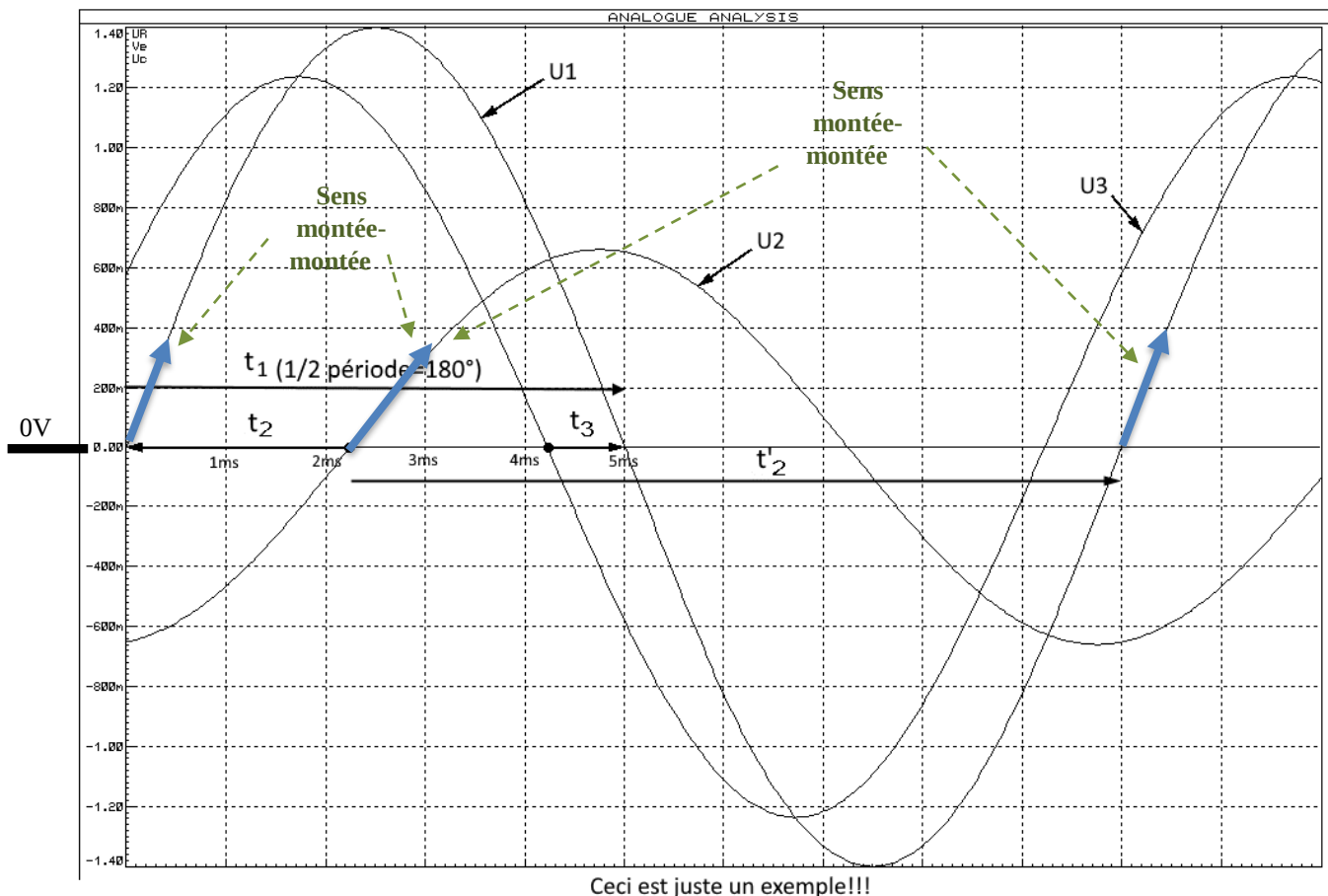
- Mesure d'un déphasage entre deux signaux sinusoïdaux sur l'oscilloscope
- Utilisation de la notation complexe pour vérification de la loi des mailles complexes par la mesure
- Détermination par la mesure d'une impédance inconnue

Télécharger à partir de moodle le répertoire TL3-2. IL contient :

- le fichier du texte de TL3-2,
- le fichier « feuille de mesures » au format word à déposer sur moodle à la fin de la séance »
- les deux projets Proteus à utiliser pour réaliser les montages et les simuler

I. Principe de mesure d'un déphasage entre deux sinusoïdes

La notion de déphasage ne peut être définie que dans le cas de deux signaux sinusoïdaux et de même pulsation ω .



Figure_1

- Sur la figure 1 un angle de 180° est représenté par le temps t_1 . Un décalage d'un temps t (orienté) correspondra à un déphasage d'un signal par rapport à l'autre.
- La tension $U1$ est choisie comme origine des phases ($\phi(U1) = 0$).

❖ Exemple de mesure du déphasage de U2 par rapport à U1 :

1- On commence par choisir deux points homologues (**montée-montée**) ou (**descente-descente**) sur les courbes de U1 et U2.

2- Dans l'exemple de la figure 1 ci-dessus, en prenant deux points homologues (montée-montée) sur les courbes de U1 et U2, **vérifier que :**

$$t_2 = -2,3 \text{ ms et } t'_2 = +7,7 \text{ ms.}$$

2- On déduit le déphasage en Degré :

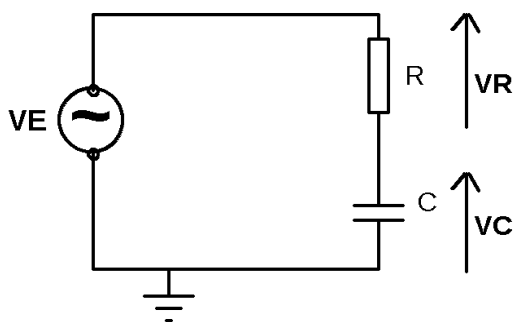
$$\varphi(U2) - \varphi(U1) = \frac{t_2}{t_1} \times 180^\circ = \frac{-2,3}{5} \times 180^\circ = -82,8^\circ \quad \text{ou} \quad \varphi(U2) - \varphi(U1) = \frac{t'_2}{t_1} \times 180^\circ = \frac{7,7}{5} \times 180^\circ = 277,2^\circ$$

❖ Méthode de mesure du déphasage à l'oscilloscope

- Régler le zéro des deux voies de l'oscilloscope de façon à ce que les traces soient superposées.
- La sinusoïde de référence doit être telle que sa demi-période occupe le plus grand nombre de divisions de l'axe horizontal (choisir le calibre de la base de temps le plus approprié).
- La phase sera mesurée en mesurant, à l'aide des curseurs, le temps entre deux passages par zéro des deux courbes dans le **même sens** (par pente positive ou négative toute les deux).
- On précisera le signe:
 - "+" : si le signal est "en avance" par rapport à la référence (passe par zéro avant la référence).
 - "-" : si le signal est "en retard" (passe par zéro après la référence).

I. Circuit RC

❖ Circuit RC à étudier par simulations:



Figure_2

Rappel : En régime sinusoïdal il faut 2 paramètres pour définir une impédance ;

- Son module
- Son argument

PRECISEZ toujours la fréquence car les paramètres de l'impédance varient avec la fréquence.

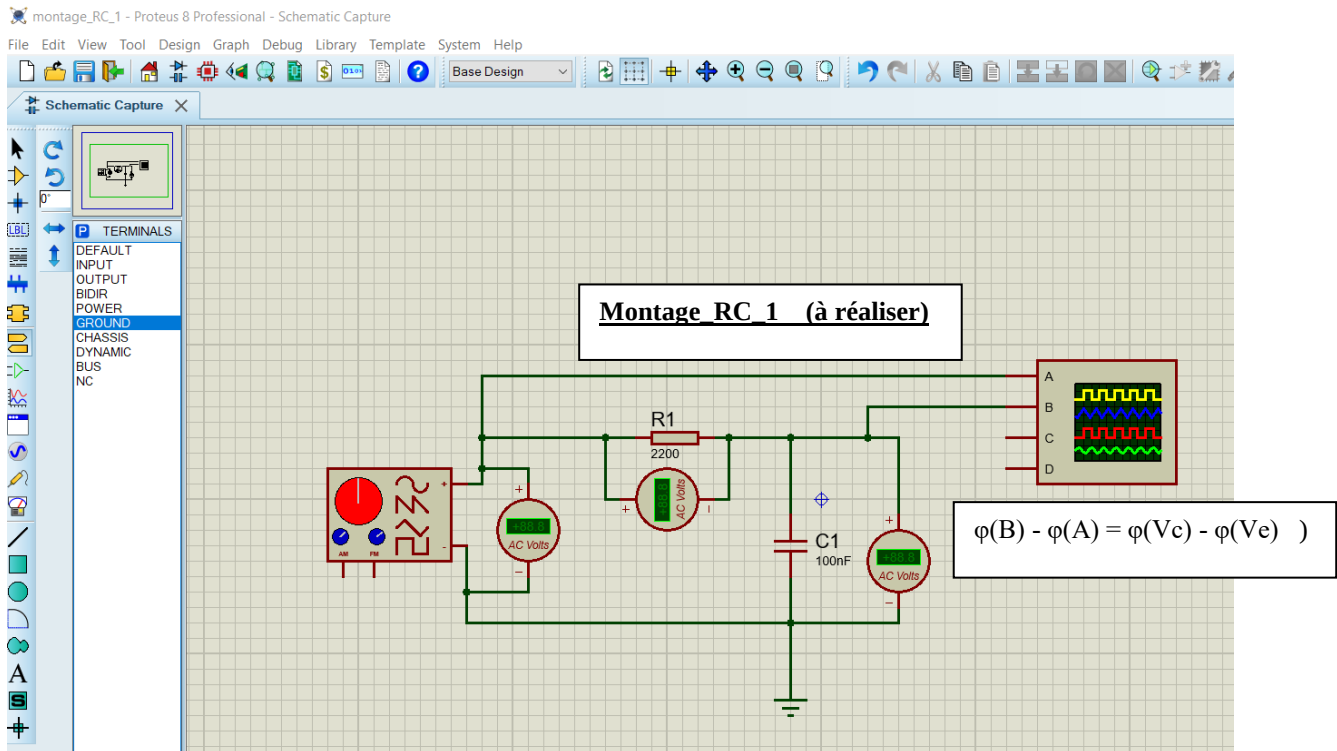
$$v_e(t) = 2\sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t). \quad R = 2,2\text{k}\Omega, C = 100\text{nF}$$

I.1. Travail à réaliser (Simulations)

Ouvrir le projet proteus « TL3_2_circuit_RC »

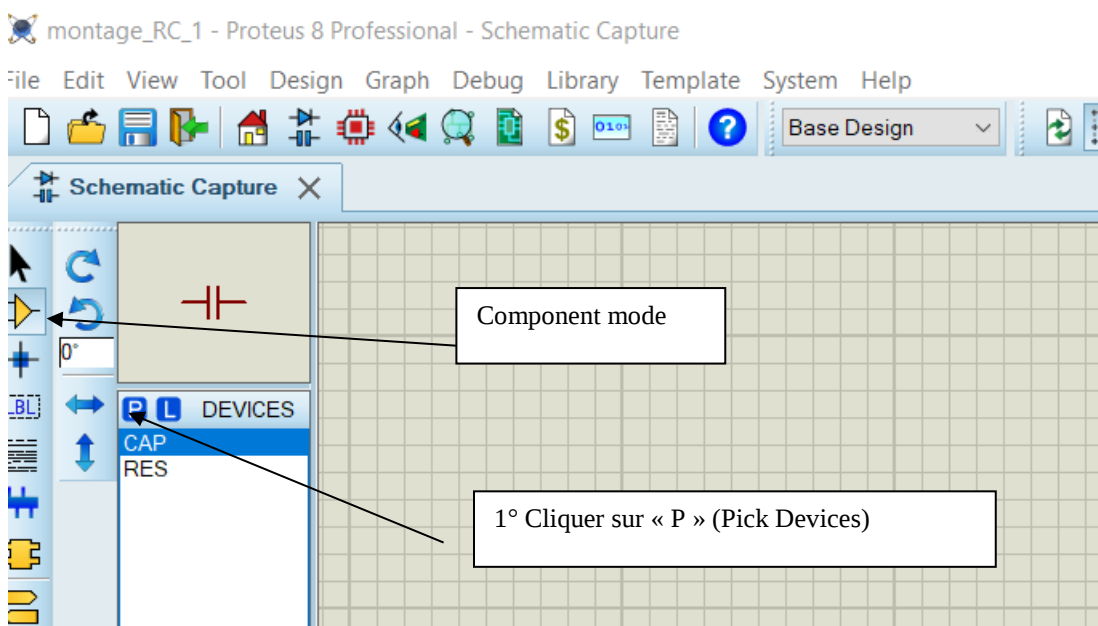
1. Réaliser le montage « montage_RC_1 » ci-dessous. Rajouter trois voltmètres AC dans « virtual instruments mode » pour mesurer les valeurs efficaces de $v_e(t)$, $v_R(t)$ et de $v_C(t)$.

Remarque : Pour rajouter des composants à la page se saisie de schéma électrique, suivre les étapes (de (a) à (c)) de l'exemple ci-dessous pour rajouter la résistance et le condensateur.



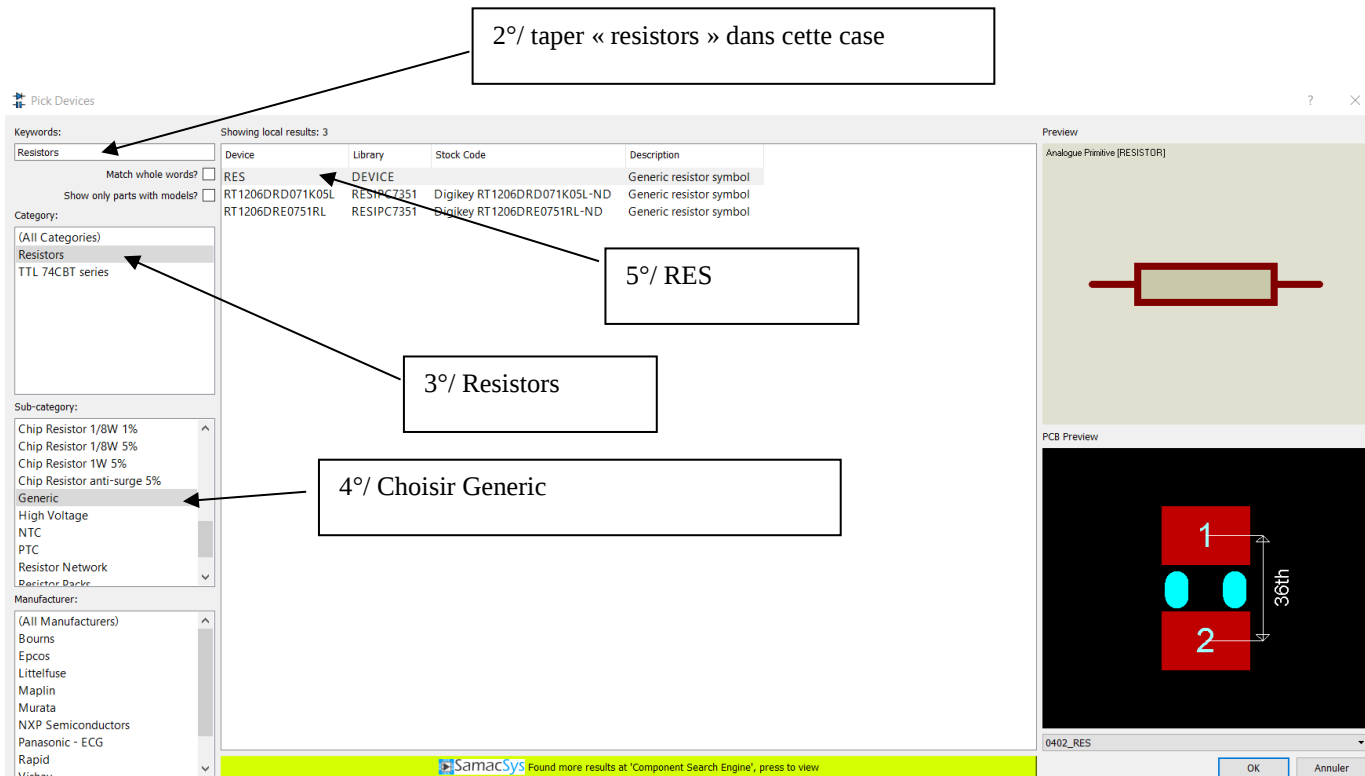
Figure_3

- a) Choisir « component mode » et cliquer sur « P » (pour Pick Devices)



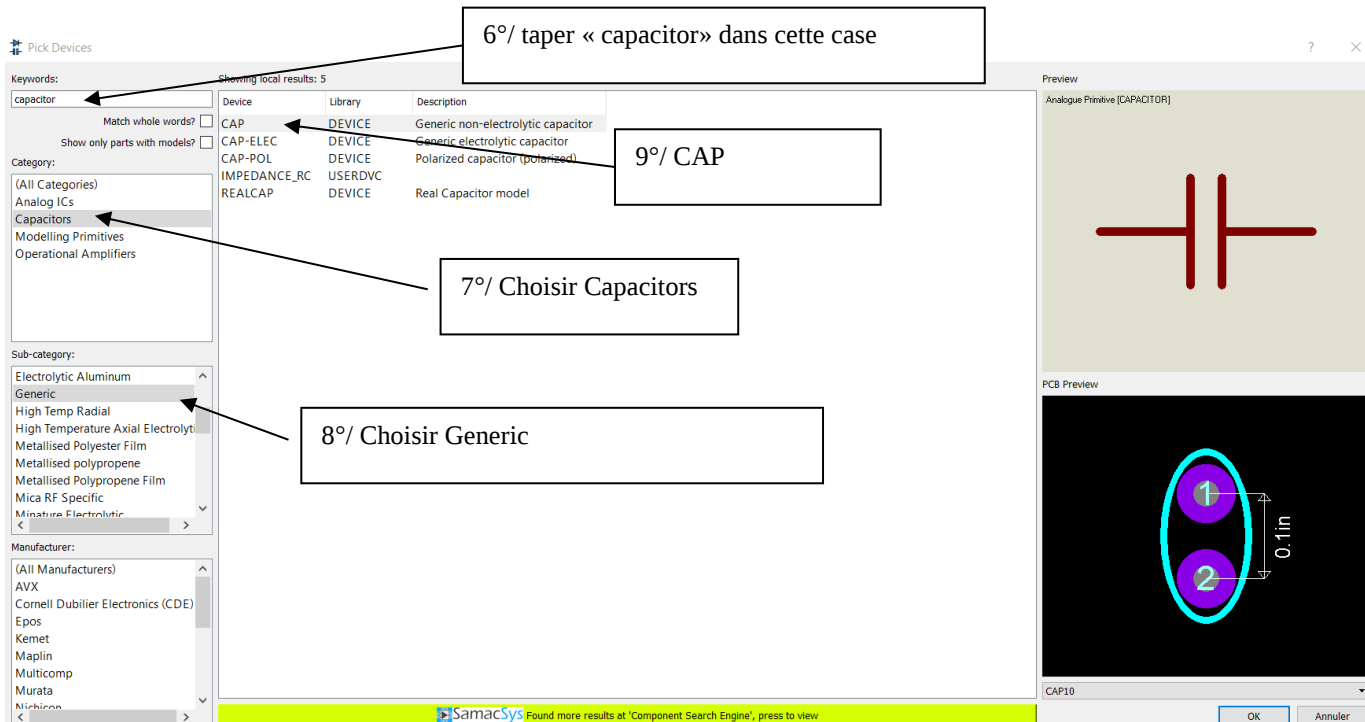
Figure_4

- b) Pour rajouter une résistance. Après avoir cliqué sur « P », suivre les étapes à partir de l'étape notée (2°/), tel que indiqué sur l'image ci-dessous.



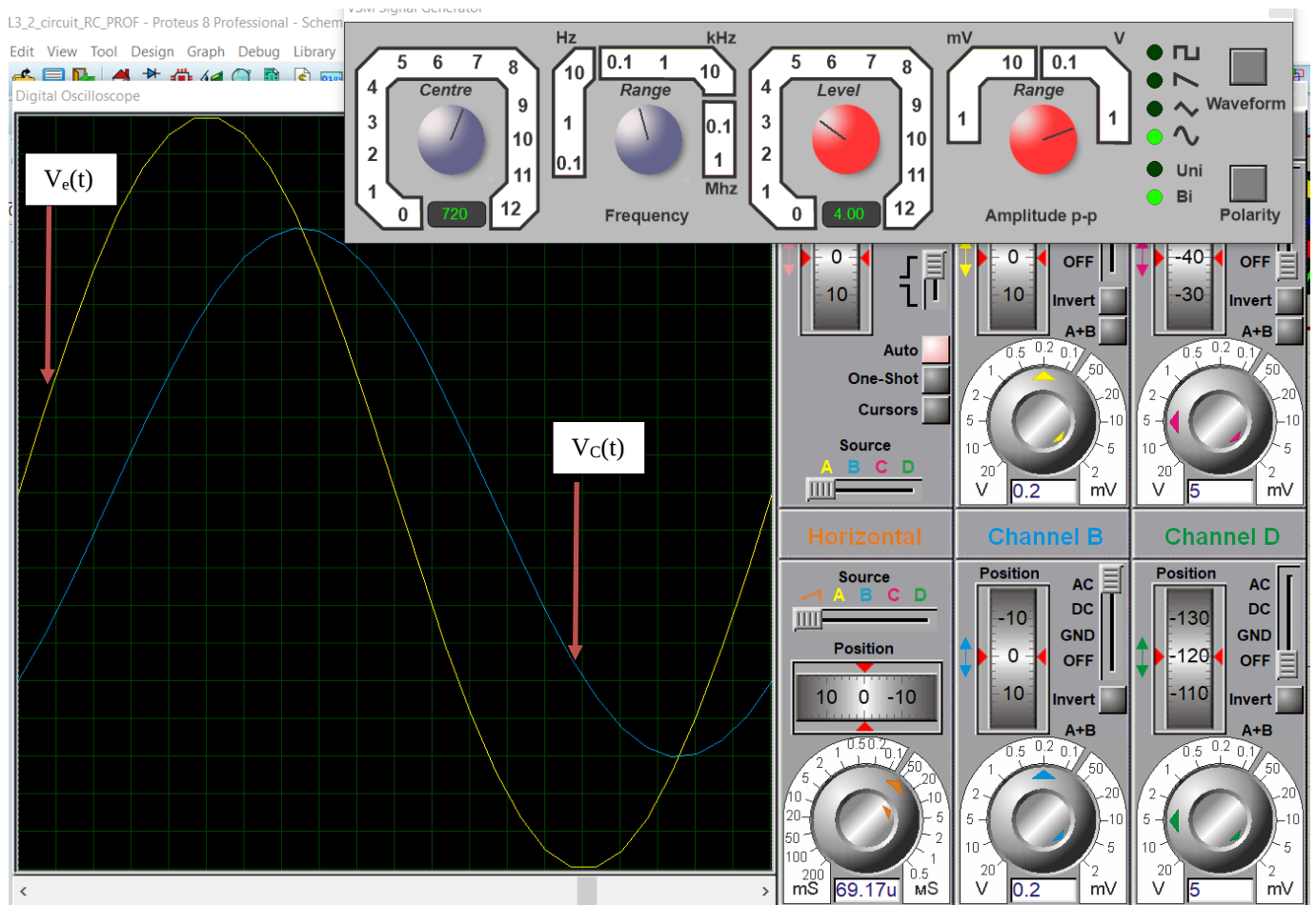
Figure_5

- c) Pour rajouter une résistance. Après avoir cliqué sur « P », suivre les étapes à partir de l'étape notée (6°/), tel que indiqué sur l'image ci-dessous.



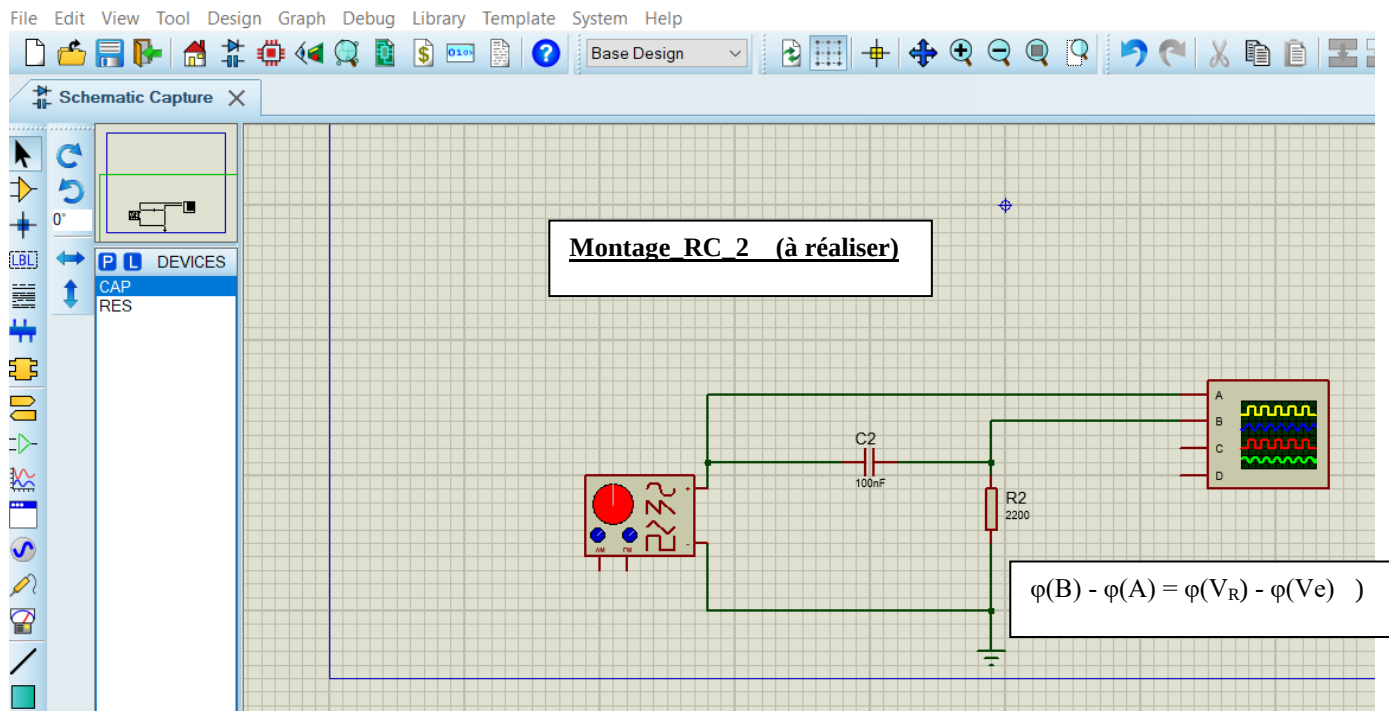
Figure_6

2. Lancer la simulation et régler les paramètres du VSM generator : $v_e(t) = 2\sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ où $f = 720 \text{ Hz}$.
3. On visualisera $V_e(t)$ sur la voie A et $V_c(t)$ sur la voie B l'oscilloscope. Régler les paramètres de l'oscilloscope pour n'observer qu'une seule période du signal tel que représenté en figure 7 ci-dessous. Mesurer les déphasages de $v_c(t)$ par rapport à $v_e(t)$. Détailler les calculs.
Remarque : commencer par superposer les positions des « zero ou masse » des deux voies (A et B) de l'oscilloscope. Pour la procédure complète, se référer à la rubrique I (principe de mesure d'un déphasage)



Figure_7

4. Pour pouvoir mesurer le déphasage entre $V_R(t)$ et $v_e(t)$, il est nécessaire de permuter les positions de R et C. Expliquer pourquoi.
5. Permuter les positions de R et C pour obtenir le « montage_RC_2 » en figure 8 ci-dessous. Afficher les signaux $V_R(t)$ et $v_e(t)$ à l'oscilloscope et mesurer le déphasage de $v_R(t)$ par rapport à $v_e(t)$. Détailler les calculs.
Remarque : commencer par superposer les positions des « zero ou masse » des deux voies de l'oscilloscope. Pour la procédure complète, se référer à la rubrique I (principe de mesure d'un déphasage)



Figure_8

6. Etablir les amplitudes complexes de $\underline{V_e}$, $\underline{V_c}$ et $\underline{V_R}$.
7. Vérifier par calcul la loi des mailles complexes $\underline{V_e} = \underline{V_c} + \underline{V_R}$ (détailler les calculs)



DEMANDER VALIDATION 1 VIA TEAMS

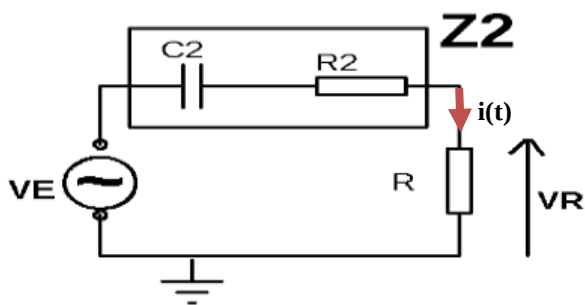
II. Détermination par la mesure de l'impédance complexe inconnue

II.1 Principe de l'étude

Soit le montage de la figure 9 ci-dessous.

- V_e est une tension sinusoïdale d'amplitude 4V de fréquence 750 Hz.
- Z_2 est une impédance constituée de R_2 en série avec C_2 de 330nF. R est une résistance $R=47\Omega$.

La valeur de R (47Ω) est choisie de sorte à ce qu'elle soit considérée négligeable devant le module de l'impédance Z_2 à la fréquence de fonctionnement (750 Hz dans ce cas).



Figure_9

$$\underline{V}_R = \frac{R}{R + \underline{Z}_2} \underline{V}_E \quad \text{avec} \quad \underline{Z}_2 = R_2 - j \frac{1}{C_2 \omega}$$

II.2 Travail à réaliser (Simulation)

Ouvrir le projet «TL_3_2_impedance_inconnue »

- 1- Régler les paramètres du générateur VSM (lancer la simulation pour le faire apparaître).
- 2- Mesurer au voltmètre la valeur efficace de la tension aux bornes de R que l'on notera $\underline{V}_{R\text{-eff}}$. En déduire la valeur efficace du courant $i(t)$ qui traverse Z_2 et R .
3. Mesurer au voltmètre AC la valeur efficace de la tension aux bornes de Z_2 que l'on notera $\underline{V}_{Z_2\text{-eff}}$. *rappel : le voltmètre AC est dans « virtual instruments mode »*
- 4- à partir des questions 2 et 3 précédentes, calculer le module de l'impédance $\underline{Z}_2$
- 5- Avec l'oscilloscope, mesurer les déphasages de $v_R(t)$ par rapport à $v_e(t)$ et en déduire le déphasage de $i(t)$ par rapport à $v_e(t)$.
- 6- En supposant que $V_{Z_2}(t) = v_e(t)$, déduire de la question 5 précédente l'argument de l'impédance $\underline{Z}_2$
- 7- à partir des questions 6 et 4 précédentes, donner l'expression de l'impédance $\underline{Z}_2$.
- 8- Déduire de la question 7 précédente la valeur de la résistance R_2 (de l'impédance $\underline{Z}_2$).

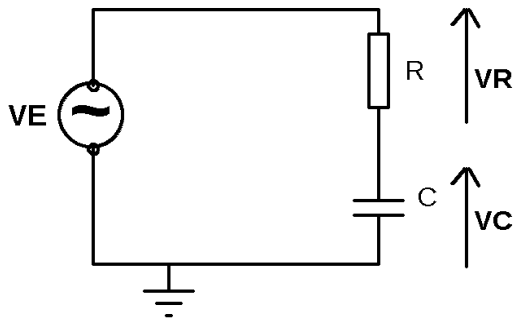


DEMANDER VALIDATION 2 VIA TEAMS

III. Etude théorique : A faire chez soi et à rendre obligatoirement

à FAIRE DANS LE COMPTE-RENDU

Circuit RC étudié par simulations précédemment :



Figure_9

Rappel : En régime sinusoïdal il faut 2 paramètres pour définir une impédance ;

- Son module
- Son argument

PRECISEZ toujours la fréquence car les paramètres de l'impédance varient avec la fréquence.

$$v_e(t) = 2\sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t). \quad R = 2,2k\Omega, C = 100nF$$

1. Etablir l'amplitude complexe de $v_e(t)$. On la notera $\underline{V_e}$.

2. Montrer que :

$$\underline{V_R} = \frac{\underline{Z_R}}{\underline{Z_R} + \underline{Z_C}} \cdot \underline{V_e} = \frac{jRC\omega}{1 + jRC\omega} \cdot \underline{V_e} \quad \text{et que} \quad \underline{V_C} = \frac{\underline{Z_C}}{\underline{Z_R} + \underline{Z_C}} \cdot \underline{V_e} = \frac{1}{1 + jRC\omega} \cdot \underline{V_e}$$

3. Etablir les expressions théoriques de :

- a. $|\underline{V_R}|$ (module de $\underline{V_R}$)
- b. $|\underline{V_C}|$ (module de $\underline{V_C}$)
- c. φ_r (argument de $\underline{V_R}$) : déphasage de $v_R(t)$ par rapport à $v_e(t)$
- d. φ_c (argument de $\underline{V_C}$) : déphasage de $v_C(t)$ par rapport à $v_e(t)$

Par la suite, on se placera dans le cas particulier où $R = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{C2\pi f}$

e. En déduire l'expression de f en fonction de R et C .

Faire l'application numérique.

4. A cette fréquence particulière,

- f. calculer $|\underline{V_R}|$ (module de $\underline{V_R}$)
- g. calculer $|\underline{V_C}|$ (module de $\underline{V_C}$)
- h. Calculer $|\underline{V_R}| + |\underline{V_C}|$. Comparer à $|\underline{V_e}|$. La loi des mailles est-elle vérifiée ? Justifier votre réponse !
- i. calculer φ_r (argument de $\underline{V_R}$) : déphasage de $v_R(t)$ par rapport à $v_e(t)$
- k. calculer φ_c (argument de $\underline{V_C}$) : déphasage de $v_C(t)$ par rapport à $v_e(t)$

5. Etablir les amplitudes complexes de $\underline{V_e}$, $\underline{V_C}$ et $\underline{V_R}$.