

Exemple de sujet de travaux pratiques de physique proposé au concours Centrale-Supélec.

La colonne de gauche donne le texte tel qu'il est soumis au candidat. En regard, à droite, figurent les savoir-faire évalués (en italique) ainsi que d'éventuelles précisions sur le travail attendu. Les savoir-faire font référence au cahier des charges de l'épreuve et au document de mise en œuvre correspondant, tous deux disponibles sur le site <http://centrale-supelec.scei-concours.fr/>.

---

## SUJET C 590

### SIMULATION ÉLECTRONIQUE D'UNE MESURE DE PUISSANCE

Avant l'épreuve, l'examineur donne quelques explications sur le déroulement du TP, sur le matériel et éventuellement les consignes de sécurité.

*Savoir écouter, assimiler* : s'approprier le matériel mis à disposition et assimiler les consignes

Le compte-rendu doit être complet pour se suffire à lui-même : objectifs, description des expériences et conditions expérimentales non décrites dans l'énoncé, mesures brutes, observations, traitement des résultats (courbes), interprétation. Soignez sa présentation !

*Rendre compte de façon écrite*

La durée de l'épreuve est de 3h exactement, hors tirage au sort et contrôle d'identité.

L'épreuve comporte 2 appels à l'examineur qui permettront un bref échange. Il est inutile de reporter les réponses sur le compte-rendu.

*Rendre compte de façon orale*

## 1 Description de la maquette C 591

### 1.1 Schéma général

Cette maquette doit être connectée à une alimentation double (-15 V, masse, +15 V) par l'intermédiaire des fils d'alimentation. Elle est constituée de circuits électroniques complexes simulant pour chacun d'eux soit une source, soit une impédance, soit une opération mathématique. La grandeur (ou signal) considérée est généralement équivalente à une tension. La tension relative à une borne (quelle qu'elle soit) est la tension entre la masse et la borne considérée. Sur cette maquette, les bornes d'entrée sont noires, les bornes de sortie sont

*Savoir écouter, assimiler* : comprendre le fonctionnement du matériel mis à disposition pour l'utiliser correctement par la suite

rouges. Il ne faut donc jamais entrer un signal (appliquer une tension) sur une borne rouge.

## 1.2 Sources

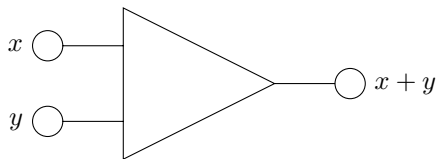
Les 3 sources de signal  $e_1, e_2, e_3$  sont des sources de tension sinusoïdales pures.

## 1.3 Impédances de charge

Chaque source peut alimenter une résistance pure  $R$ , ou un condensateur pur  $C$  ou une résistance en parallèle sur un condensateur. Les 3 résistances  $R$  sont égales, les 3 capacités  $C$  sont égales.

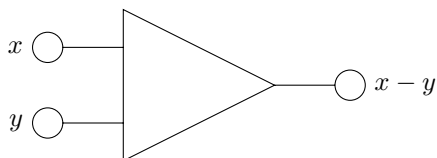
## 1.4 Somme, différence, multiplication

### 1.4.1 Somme



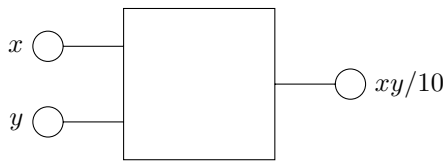
- Bornes noires : entrées.
- Bornes rouges : sorties.
- $V_x$  : tension entre la borne  $x$  et la masse.
- $V_y$  : tension entre la borne  $y$  et la masse.
- $V_{x+y} = V_x + V_y$  : tension entre la borne  $x + y$  et la masse.

### 1.4.2 Différence



- $V_{x-y} = V_x - V_y$  : tension entre la borne  $x - y$  et la masse.

### 1.4.3 Multiplication

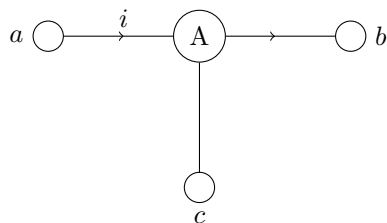


- $V_{xy/10} = (V_x V_y)/10$ .

Cette tension s'exprime en Volts. Elle est l'analogue d'une puissance à raison de 1 V pour 1 W si une des entrées est l'analogue d'un courant à raison de 10 V pour 1 A.

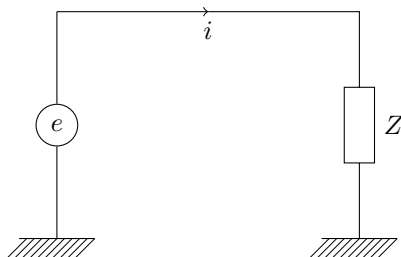
### 1.5 Mesure des courants

#### 1.5.1 Fonctionnement du dispositif

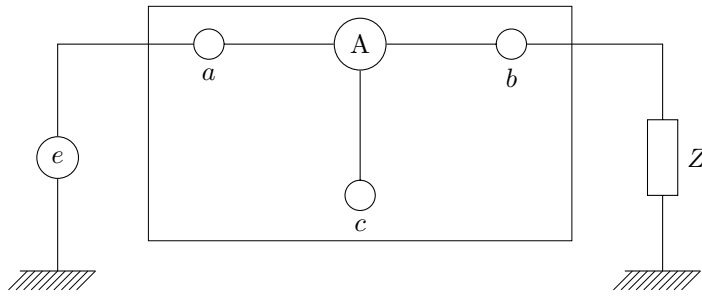


Faire passer le courant  $i$  à mesurer entre les bornes  $a$  et  $b$ . Visualiser à l'oscilloscope la tension disponible sur la borne  $c$ . Celle-ci est proportionnelle au courant  $i$  (sens positif conventionnel) indiqué sur la figure à raison de 10 V pour 1 A.

#### 1.5.2 Exemple



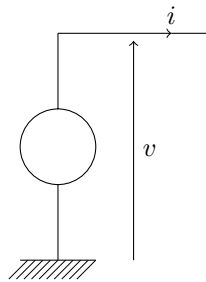
La source  $e$  alimente l'impédance  $Z$ . Pour mesurer le courant  $i$ , réaliser le schéma suivant :



La tension disponible en  $c$  est proportionnelle au courant  $i$ . L'insertion du dispositif de mesure de courant ne perturbe pas le fonctionnement du circuit

## 2 Définition, convention

Par convention, une lettre minuscule représente la valeur instantanée (en fonction du temps) de la grandeur considérée.



Par définition, la puissance instantanée fournie par la source ci-dessus est :  $p = v i$ ,  $v$  et  $i$  étant définis (avec leur sens positif conventionnel) sur la figure.

## 3 Phase préparatoire

### 3.1 Étude d'une source

#### 3.1.1

Observer le signal fourni par la source  $e_1$  à l'aide de l'oscilloscope. Sa fréquence est 150 Hz, quelle est son amplitude ?

*Observer et décrire les phénomènes*

### 3.1.2

Alimenter une impédance de charge avec la source  $e_1$  et observer le courant  $i_1$  délivré par la source  $e_1$ , à l'aide du dispositif de mesure de courant.

*Réaliser ou compléter un schéma*

- Une résistance étant seule alimentée, quel est le déphasage entre  $e_1$  et  $i_1$  ? Calculer  $R$ .
- Un condensateur étant seul alimenté, quel est le déphasage entre  $e_1$  et  $i_1$  ? Calculer  $C\omega$  et  $C$ .

*Extraire des informations des données expérimentales et les représenter*

### 3.1.3

À l'aide d'un dispositif de mesure de courant et d'un opérateur « multiplication », effectuer le produit  $e_1 i_1$  lorsque la source alimente une résistance pure, puis une capacité pure. Dans chaque cas, quelle est la fréquence du signal observé ? Quelle est sa valeur moyenne ? Expliquer.

*Confronter un modèle à des résultats expérimentaux*

## APPELER L'EXAMINATEUR

*Rentre compte de façon orale*

## 3.2 Étude de l'ensemble des 3 sources

### 3.2.1

Observer simultanément  $e_2$  et  $e_1$ , puis  $e_3$  et  $e_1$  et enfin  $e_3$  et  $e_2$ . Indiquer les amplitudes respectives et les déphasages entre  $e_2$  et  $e_1$  puis entre  $e_3$  et  $e_1$ . Faire une représentation de Fresnel de ces 3 tensions. Calculer  $e_1 + e_2 + e_3$ . Sachant que les 3 sources alimentent des impédances identiques, calculer  $i_1 + i_2 + i_3$ .

*Extraire des informations des données expérimentales et les représenter*

*Élaborer, choisir et utiliser un modèle adapté*

### 3.2.2

Observer les grandeurs  $e_2 - e_1$  et  $e_3 - e_1$ . Quelle est l'amplitude du signal ? Vérifier que le résultat est conforme à ce qui permet de calculer la représentation de Fresnel faite précédemment.

*Extraire des informations des données expérimentales et les représenter*

*Confronter un modèle à des résultats expérimentaux*

## 4 Étude globale du montage

### 4.1 Première partie

Réaliser le schéma permettant d'obtenir la grandeur

$$w = (e_2 - e_1)i_2 + (e_3 - e_1)i_3$$

chaque source alimentant une résistance pure puis une capacité pure, puis une résistance en parallèle sur une capacité. Dans chaque cas, quelle est l'allure de  $w$  ?

#### APPELER L'EXAMINATEUR

Par un calcul littéral, exprimer cette grandeur en fonction des puissances instantanées fournies par les sources  $e_1$ ,  $e_2$  et  $e_3$ . En déduire une justification de l'allure de  $w$  (amplitude de l'oscillation). Comparer au résultat du paragraphe 3.1.3. Quel est l'intérêt du débit simultané des 3 sources ?

### 4.2 Deuxième partie

Mesurer la valeur moyenne de  $(e_2 - e_1)i_2$  et de  $(e_3 - e_1)i_3$  lorsque les impédances de charge sont des résistances pures, puis des condensateurs, puis des résistances en parallèle sur des condensateurs. Obtenir par le calcul ces valeurs moyennes. Montrer qu'en comparant ces deux termes, on peut obtenir une loi donnant le facteur de puissance ( $\cos \phi$ ).

*Proposer ou justifier un protocole, identifier les paramètres pertinents*

*Réaliser le montage correspondant au protocole  
Extraire des informations des données expérimentales et les représenter*

*Rentre compte de façon orale*

*Élaborer, choisir et utiliser un modèle adapté  
Confronter un modèle à des résultats expérimentaux  
Analyser les résultats et faire des propositions d'amélioration*

*Extraire des informations des données expérimentales et les représenter*

*Confronter un modèle à des résultats expérimentaux*