

## I) Relation intensité-tension

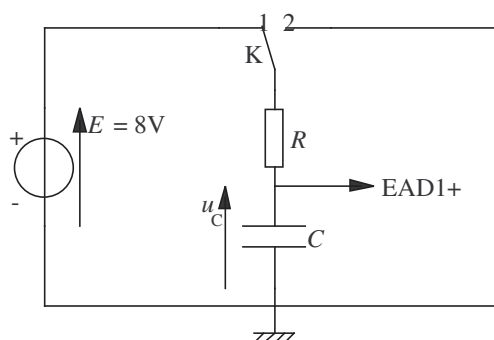
### 1) Objectif

On réalise la charge, sous tension constante  $E = 8\text{ V}$ , d'un condensateur de capacité  $C = 15\ \mu\text{F}$  à travers un conducteur ohmique de résistance  $R = 1,0\ \text{k}\Omega$  (interrupteur en position 1).

Une interface Orphy GTS II reliée à un ordinateur permet de saisir les valeurs instantanées de la tension aux bornes du condensateur.

Les données expérimentales ( $u_C$  et  $t$ ) sont traitées par le logiciel Hermes.

### 2) Expérience



- Allumer l'interface et l'ordinateur.
- Réaliser le circuit et relier la masse et la voie EAD1+ de l'interface aux bornes du condensateur (*attention au sens*). Relier aussi la voie EAD1- de l'interface à sa masse. Faire vérifier le montage par le professeur avant d'allumer l'alimentation.
- Allumer l'alimentation et régler sa tension à 8 V.
- Lancer le logiciel Hermes.
- Dans le menu **Acquisition**, ouvrir la fenêtre d'**Acquisition**.
  - + Fixer le nombre de points de mesure à 100 et la durée totale d'acquisition à 0,1 s.
  - + Dans la liste **Voies** à droite, sélectionner la voie EAD1 (et elle seule).
  - + Demander un déclenchement de l'acquisition pour un passage par une tension légèrement supérieure à 0 (Niveau de 0,1 V par exemple) dans le sens montant.
  - + Cocher la case **Vers feuille de calcul** (et laisser cochée la case **Vers document**).
  - + Il faut maintenant indiquer dans quelles variables les mesures seront enregistrées... Dans la liste **Voie** en haut, sélectionner la voie EAD1 et dans le champ placé en dessous, juste après la flèche surmontée d'un point rouge, taper  $u_C$  et valider (ou cliquer sur OK). Le point rouge doit devenir vert : les tensions mesurées sur EAD1 seront enregistrées dans la variable  $u_C$ .
  - De même diriger le **Temps** (dernier élément de la liste **Voie**) vers la variable  $t$ .
- Placer l'interrupteur sur la position 2. S'assurer que le condensateur est bien déchargé en vérifiant que la tension à ses bornes (lue en haut de la fenêtre d'**Acquisition**) est pratiquement nulle.
- Lancer l'acquisition en cliquant sur le bouton **Acquérir**. Vérifier que l'acquisition ne se fait pas immédiatement (le bouton doit afficher le texte « Stop »). Si ce n'est pas le cas, augmenter un peu le niveau de déclenchement et réessayer.
- Basculer l'interrupteur sur la position 1. Le bouton doit réafficher le texte « Acquérir », une **Feuille de calcul**, contenant les variables  $t$  et  $u_C$ , doit apparaître et le graphe doit se tracer, confirmant l'acquisition. Si rien ne se produit, réessayer plusieurs fois en ramenant à chaque fois l'interrupteur en position 2 et en le basculant à nouveau en position 1.

### 3) Résultats et exploitation

Dans le menu **Hermès**, ou dans le menu contextuel (clic droit) de la feuille de calcul,

ouvrir la fenêtre de Contrôle des calculs.

- a) Tracer  $u_C(t)$  ( $t$  en abscisse,  $u_C$  en ordonnées (volet Tracé), cliquer sur Tracer).
- i) Quels sont les différents régimes observables lors de la charge ?
  - ii) Quelle doit être la durée minimale de fermeture de l'interrupteur pour obtenir la charge complète du condensateur ?
- b) i) Exprimer l'intensité  $i$  du courant en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $u_C$ , puis :
- Créer la variable  $i$  : taper  $i$  dans le champ Nouvelle grandeur (sous-volet Fonction du volet Gestion) et son expression,  $(E - u_C)/R$ , dans Fonction. Cliquer sur Ajouter la fonction.
  - Dans la liste Paramètres, cliquer successivement sur  $E$  et  $R$ , taper leurs valeurs respectives et, à chaque fois, valider. La valeur de  $E$  peut se lire en haut de la fenêtre d'Acquisition (dans la liste Voie, la voie EAD1 doit être sélectionnée, et l'interrupteur doit être en position 1) ; vérifier celle de  $R$  à l'ohmmètre.
- ii) Superposer les graphes de  $i(t)$  et de  $u_C(t)$ .  
Quelle est la valeur de  $i$  lorsque la charge du condensateur est terminée ?
  - iii) Pourquoi dit-on qu'un condensateur chargé est un coupe-circuit ?
- c) – Créer la variable  $u' = \frac{du_C}{dt}$  :
- + Taper  $u'$  dans Nouvelle grandeur (sous-volet Opération du volet Gestion), choisir Dériver dans la liste Opérations,  $t$  en abscisse,  $u_C$  en ordonnée.
  - + Cliquer sur Ajouter l'opération. Fermer le fenêtre.
  - Tracer  $i = f(u')$ .
- i) Que constatez-vous ?
  - ii) Retrouver l'expression théorique de cette droite et la valeur de sa pente (appliquer la relation tension-charge aux bornes du condensateur et relier l'intensité  $i$  du courant à la charge  $q$  du condensateur).
  - iii) Vérifier cette pente par modélisation : dans le volet Modélisation, choisir le modèle prédéfini convenable.  
Retrouve-t-on la valeur prévue ?  
Quel est l'écart relatif entre les deux valeurs ?

## II) Étude de la décharge : Constante de temps du circuit RC

### 1) Objectif

Après avoir chargé le condensateur en position 1, on bascule l'interrupteur en position 2 : le condensateur se décharge dans la résistance  $R$  ; les valeurs instantanées de  $u_C$  sont saisies par l'ordinateur via l'interface et traitées par Hermes.

### 2) Expérience

Le réglage de la fenêtre Acquisition est la même que précédemment, sauf que maintenant la tension mesurée décroît à partir de  $E = 8\text{ V}$  et qu'il faut donc régler le déclenchement pour un niveau un peu inférieur à  $E$  (par exemple  $7\text{ V}$ ) et dans le sens descendant. Vérifier la valeur exacte de  $E$  en haut de la fenêtre. Faire l'enregistrement dans une nouvelle feuille de calcul (menu Hermès, Nouvelle feuille de calcul).

### 3) Résultats et exploitation

- a) Tracer  $u_C = f(t)$  : la décroissance semble exponentielle.
- i) Pour le vérifier créer la variable  $y = \ln(u_C)$ . Tracer  $y(t)$ . C'est une droite d'équation  $y = -at + b$ .  
Effectuer la modélisation :  $a = \dots \pm \dots$  ;  $b = \dots \pm \dots$ .  
En bas du volet Modélisation, Ajouter le modèle à la feuille de calcul en l'appelant ymod dans le champ de gauche.
  - ii) Donner l'expression de  $u_C$  en fonction du temps  $t$ , de la tension initiale  $E$  et de  $a$ .

- iii)** Dériver cette expression par rapport au temps et montrer que l'équation différentielle d'évolution de la tension  $u_C$  dans le temps s'écrit  $u_C + \frac{1}{a} \frac{du_C}{dt} = 0$ .
- iv)** Le facteur  $1/a$  est appelé « constante de temps du dipôle RC » et noté  $\tau_C$ .  
En recherchant son unité justifier son appellation.
- b)** Créer la variable  $p = \frac{u_C}{E} \times 100$  représentant le pourcentage de charge restante à la date  $t$  (la valeur de  $E$  à utiliser ici est la valeur de  $u_C$  à  $t = 0$ , c'est-à-dire le niveau de déclenchement utilisé pour l'enregistrement).  
Créer la variable  $n = \frac{t}{\tau_C} = at$  représentant la durée de décharge en unité de constante de temps.  
Tracer  $p(n)$ .
- i)** Observer : pour quelle valeur de  $n$  la décharge est-elle physiquement terminée ?  
 $n = \dots\dots$
- ii)** Pour  $n = 1$  (donc pour  $t = \tau_C$ ), quel est le pourcentage de charge restante ?
- iii)** Montrer qu'alors  $u_C = 0,37 \times E$ .
- iv)** Quel est le pourcentage de décharge ?
- v)** Donner l'ordre de grandeur du temps nécessaire à l'établissement du régime permanent.