

Le football est le sport le plus populaire en Martinique avec environ 12 000 licenciés et 63 clubs affiliés à la Ligue de football de la Martinique.

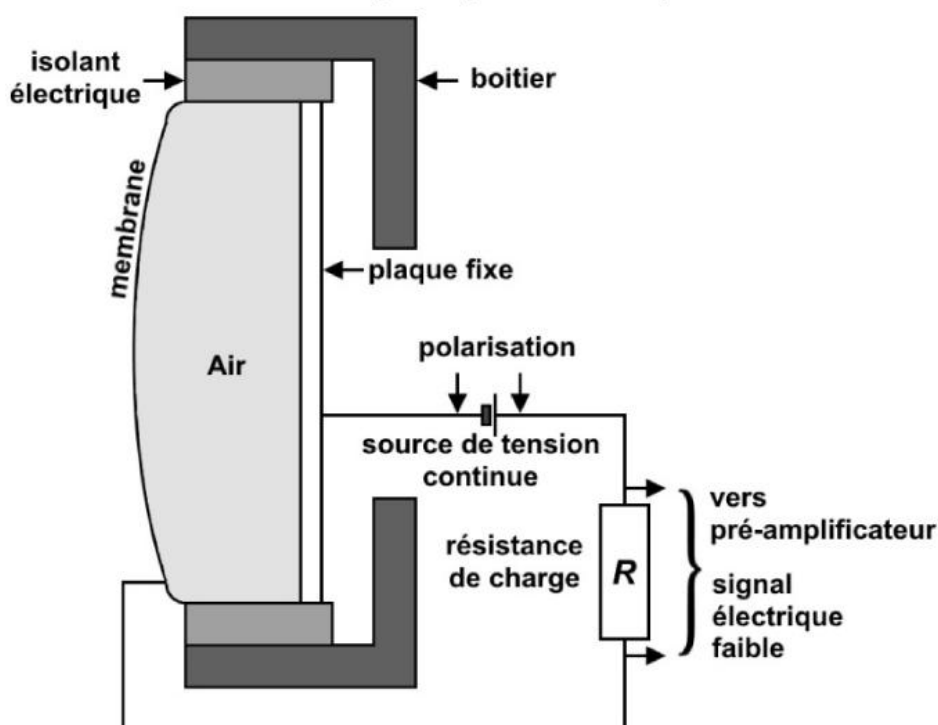
L'animateur d'un tournoi de football de jeunes enfants âgés de 10 et 11 ans utilise, pour annoncer les matchs à venir, un microphone relié à une enceinte acoustique par l'intermédiaire d'un amplificateur de puissance.



Sources : Dreamstime et Foot Avenir Martinique

Le microphone utilisé durant le tournoi est un transducteur électroacoustique qui permet de convertir un signal acoustique en un signal électrique.

Schéma de principe du microphone

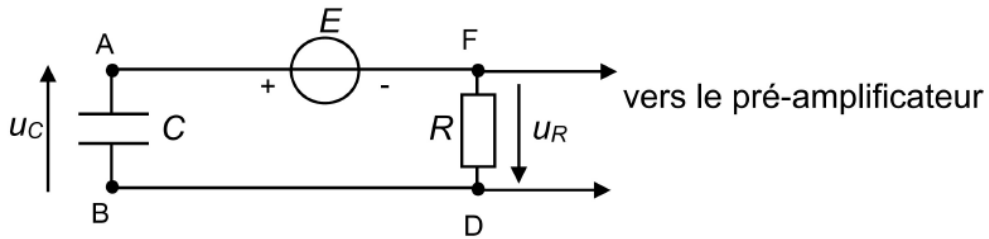


Le condensateur présent dans le microphone est composé de deux armatures :

- la première est constituée d'une membrane mobile en plastique recouverte d'une fine pellicule métallique
- la seconde est constituée d'une plaque métallique fixe. Lorsque le microphone ne capte pas de son, la distance entre les deux armatures est de l'ordre de 15 à 25 μm .

De plus, pour fonctionner, le condensateur doit être chargé ; donc une source de tension continue est utilisée et elle n'a pas d'effet sur le signal électrique de sortie envoyé vers le pré - amplificateur.

Ci - dessous la modélisation alors le microphone par le circuit électrique suivant :



- Tension continue délivrée par la source idéale : $E = 48 \text{ V}$
- Résistance du conducteur ohmique de charge : $R = 100 \times 10^6 \Omega$
- Capacité du condensateur : C

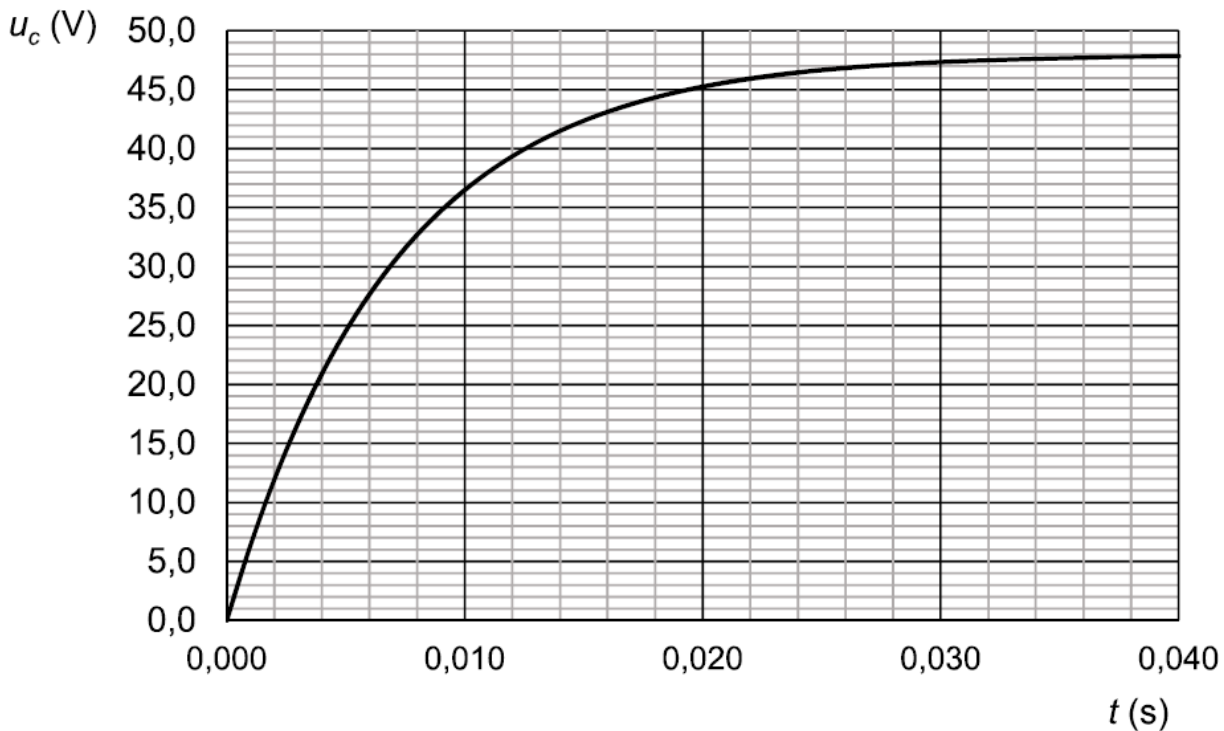
Pour fonctionner, le condensateur doit rester chargé. On étudie la phase de charge, le microphone ne captant pas de son.

1. Établir la relation entre la tension E aux bornes de la source de tension idéale, la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.
2. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ lors de la charge est de la forme :

$$E = R \times C \times \frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t).$$

Grâce à un dispositif approprié, on mesure la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur lors de sa charge. On obtient la courbe suivante.

Évolution temporelle de la tension aux bornes du condensateur



Cette courbe peut être modélisée par une des trois fonctions mathématiques proposées ci-dessous :

Fonction 1 : $u_C(t) = E \times (1 - e^{-\frac{t}{R \times C}})$

Fonction 2 : $u_C(t) = E \times e^{-\frac{t}{R \times C}}$

Fonction 3 : $u_C(t) = E \times (1 - e^{-\frac{t}{R \times C}})$

3. En exploitant la courbe, indiquer par un raisonnement argumenté la fonction qui modélise la charge du condensateur.

4. Vérifier que la fonction retenue est solution de l'équation différentielle établie à la question **2**.

La capacité C d'un condensateur plan constitué de deux armatures métalliques de surface S en regard l'une de l'autre, séparées d'une distance d , est donnée par la relation $C = \frac{\varepsilon \cdot S}{d}$ avec ε la permittivité de l'air entre les deux armatures du condensateur. Pour le microphone étudié, le produit de la permittivité de l'air par la surface est : $\varepsilon \cdot S = 1,4 \times 10^{-15}$ F.m.

5. En exploitant la courbe et en explicitant le raisonnement, déterminer la valeur de la distance d séparant les deux armatures quand le microphone fonctionne mais qu'il ne capte pas de son.

Sous l'effet des ondes sonores émises par l'animateur, la membrane se déplace en entraînant une modification de la distance entre les deux armatures du condensateur. La tension de sortie envoyée vers le pré-amplificateur est alors l'image des ondes sonores captées par le microphone.

6. Justifier par un raisonnement détaillé l'évolution de la capacité du condensateur lorsque la distance séparant les deux armatures diminue.