

## AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL “RÉEL” - corrigé du TP1

### 2. Manipulations

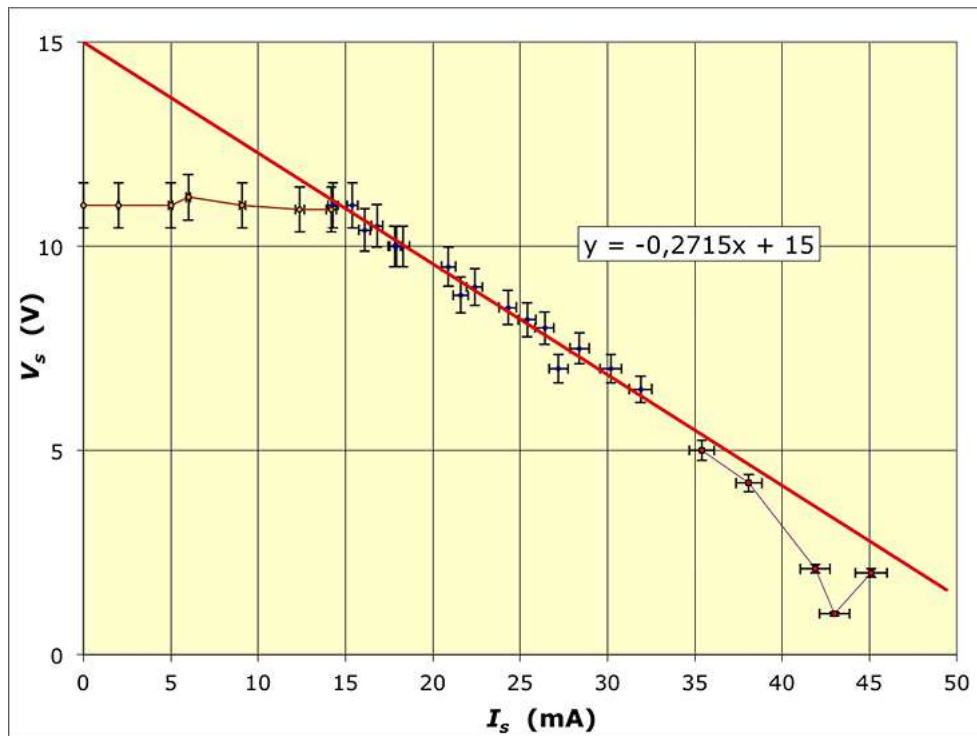
#### 2.1. Tension de décalage des entrées

- Les étudiants ont effectué les réglages, mais n'ont pas fait d'étude particulière (statistique) sur les valeurs constatées.

#### 2.2. Limitation en courant de sortie

- Les étudiants se sont concentrés sur la caractéristique de sortie de l'A.O. et n'ont pas noté les valeurs des résistances utilisées pour le montage (il ne s'agit pas d'une étude de ce dernier).

On vérifie que, tant qu'il n'y a pas saturation (ici pour  $\approx 15 \text{ mA}$ ), la tension de sortie  $V_s \approx 11 \text{ V}$  est indépendante du courant  $I_s$ . Ceci correspond à un générateur de tension parfait de f.e.m.  $V_s$  (dépendant du montage) et de résistance nulle (indépendamment du montage).

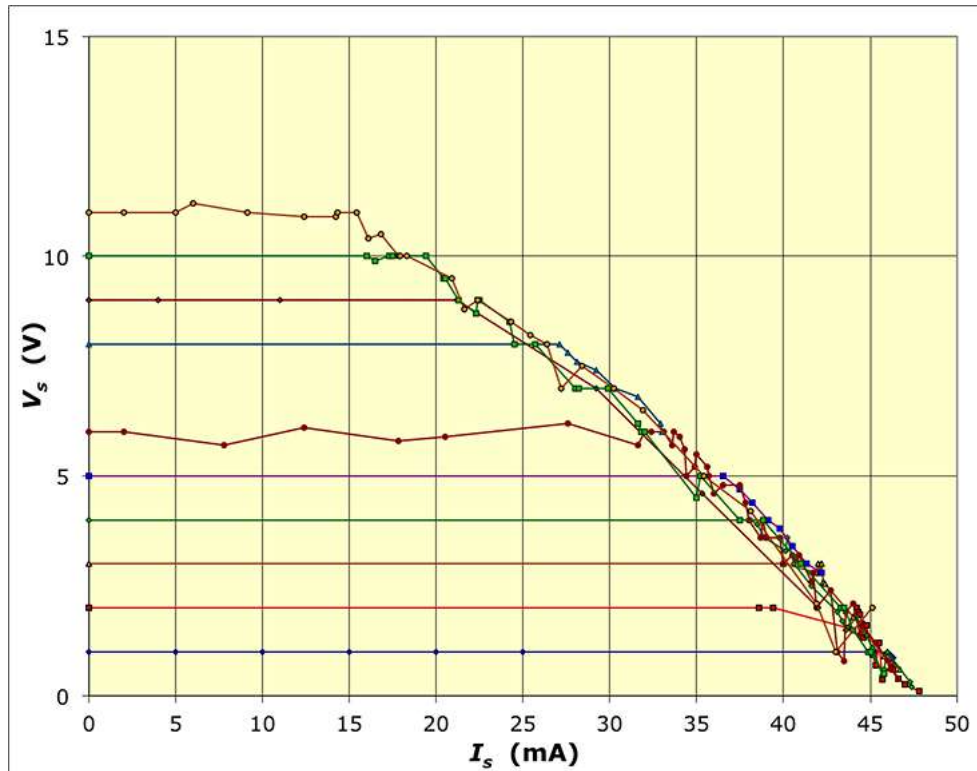


Ensuite il y a saturation ; jusqu'à  $\approx 35 \text{ mA}$ , on obtient une caractéristique affine de la forme  $V_s = A - \rho I_s$  où  $A \approx 15 \text{ V}$  (compatible avec la tension d'alimentation de l'A.O. et indépendante du montage) et une résistance de sortie  $\rho \approx 270 \pm 15 \Omega$  (indépendamment du montage).

Au delà, il semble y avoir une décroissance plus rapide de la tension de sortie (qui pourrait être décrite avec une résistance de sortie plus grande, mais on n'utilise généralement pas l'A.O. dans ces conditions).

- En reprenant l'expérience pour plusieurs valeurs initiales  $V_{s0}$  on vérifie que la “droite” de limitation est en première approximation indépendante de la valeur  $V_{s0}$  choisie.

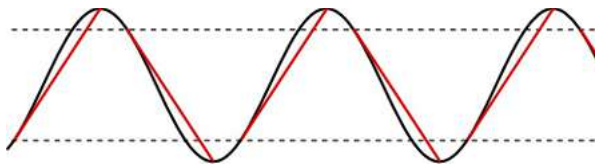
Toutefois la limite de saturation semble en pratique plutôt progressivement s'incliner plus (et non s'effondrer brutalement) ce qui correspondrait à une résistance de sortie tendant vers  $\rho \approx 400 \pm 50 \Omega$  (cela dépend en fait du modèle d'A.O. utilisé).



♦ remarque : ces mesures ont été effectuées (vers 1990) par des élèves du secondaire, avec du matériel de précision modeste ; le TP a été repris en CPGE mais les étudiants n'ont pas transmis les données.

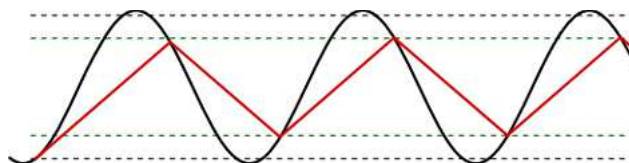
### 2.3. Saturation en balayage de tension

- En attente de données fournies par les étudiants...
- Lorsqu'on augmente progressivement la fréquence, on commence par observer un décrochement tangentiel : à une telle fréquence fixée,  $V_s$  ne parvient pas à suivre  $V_e$  mais l'augmentation de pente de la sinusoïde est progressive et la pente de  $V_s$  reste égale à  $\beta$  quand celle de  $V_e$  devient plus grande. Puis quand  $V_e$  commence à décroître  $V_s$  finit par rejoindre la même valeur et recommence à suivre... jusqu'au prochain décrochage.



- On peut (on doit ?) alors se demander pourquoi le décrochage plus marqué représenté par le protocole du TP se produit de façon non tangentielle...

En réalité, le décrochage initial se fait dans ce cas également de façon tangentielle, mais lorsque  $V_s$  recroise  $V_e$  il est "déjà trop tard" pour qu'il puisse suivre (la pente est trop grande), donc le sens de variation change mais toujours à la vitesse limite (et non tangentiellement).

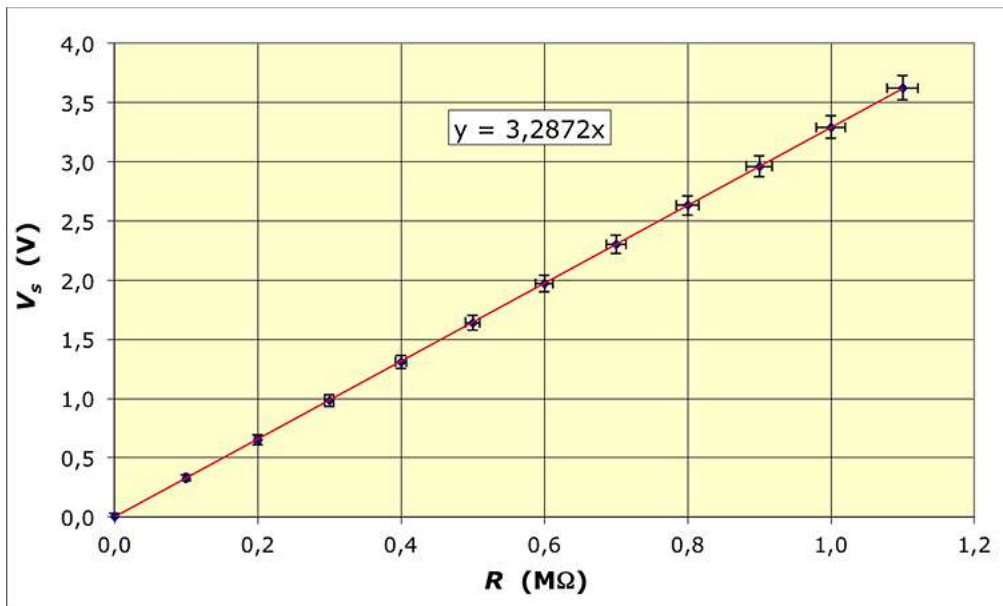


D'après la forme des signaux, le troisième décrochage intervient après une durée plus courte et il est plus haut que le premier... et ainsi de suite. Après seulement quelques oscillations le signal  $V_s$  s'est symétrisé par rapport à  $V_e$  et il n'y a plus du tout de raccordement tangentiel. Or l'oscilloscope met à jour l'image et la durée du phénomène est tellement courte qu'on ne le voit même pas.

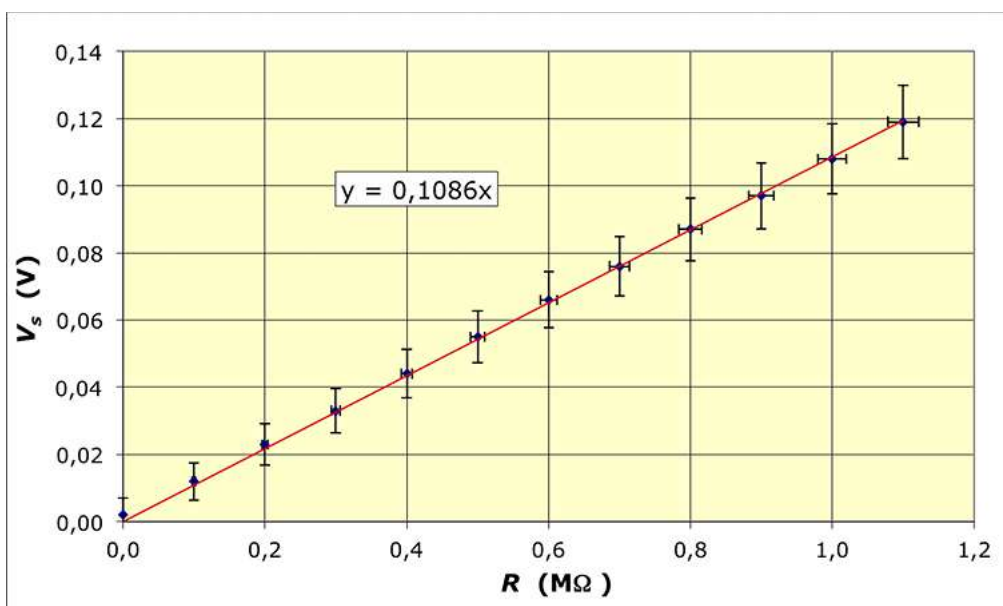
## 2.4. Courants de polarisation

- Première méthode : les étudiants n'ont pas testé.
- Deuxième méthode : les étudiants ont mesuré  $I_+$  et simplement supposé que  $I_-$  était peu différent.

Avec un premier A.O. assez ancien, on vérifie la proportionnalité entre  $R$  et  $V_s$  ; la pente correspond à un courant  $I_+ = 3,29 \pm 0,06 \mu\text{A}$ .



Avec un autre A.O. plus récent, les résultats sont analogues, mais la pente correspond à  $I_+ = 109 \pm 7 \text{ nA}$ .



- Troisième méthode : les étudiants ont mesuré  $I_+$  et simplement supposé que  $I_-$  était peu différent. En outre, ils n'ont pas enregistré en fonction du temps (pour vérifier la proportionnalité) mais seulement mesuré la valeur  $V_s$  atteinte après une durée fixée (ou l'inverse).

Pour un premier A.O. plutôt ancien, avec une capacité  $C = 15,5 \pm 0,4 \mu\text{F}$ , on obtient  $V_s = 5,00 \pm 0,03 \text{ V}$  après une durée  $t = 45 \pm 1 \text{ s}$  ; cela correspond à un courant  $I_+ = 1,7 \pm 0,1 \mu\text{A}$ .

Pour un autre A.O. nettement plus récent, avec une capacité  $C = 100 \pm 2 \text{ pF}$ , on obtient  $V_s = 30 \pm 1 \text{ mV}$  après une durée  $t = 55 \pm 1 \text{ s}$  ; cela correspond à un courant  $I_+ = 55 \pm 5 \text{ pA}$ .