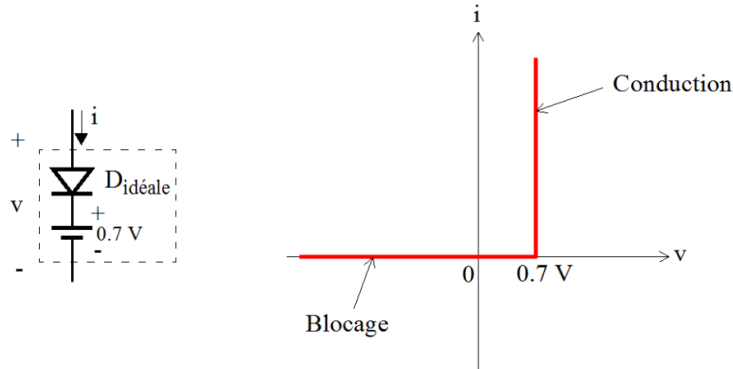


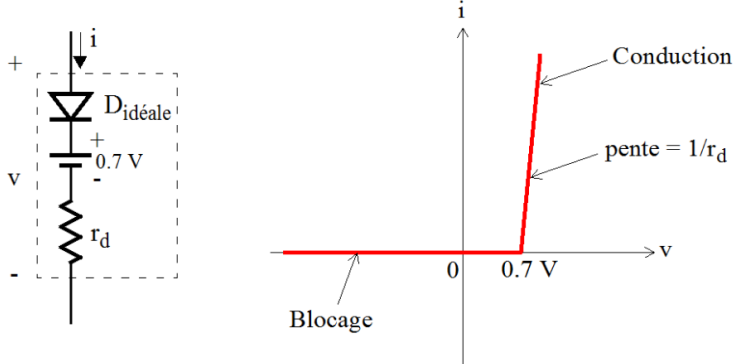
Examen partiel - GEL-2002 H21 - Corrigé

Amine Miled
22 février 2021

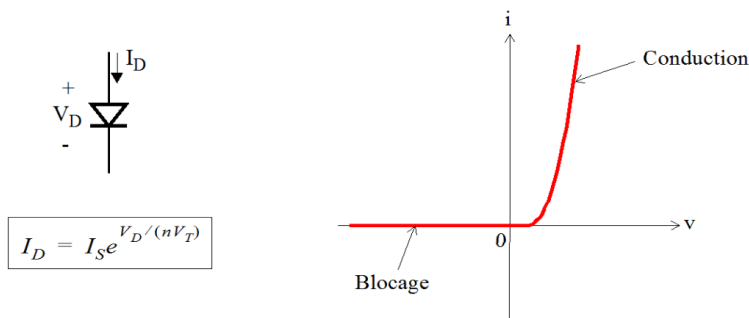
1. — Modèle idéal



— Modèle linéaire



— Modèle exponentiel



2. Si $V_4 - V_3 > 3V_{th}$, alors les deux branches sont passantes, et $I_6 > I_5$.
 Si $2V_{th} < V_4 - V_3 < 3V_{th}$, alors uniquement la branche du bas est passante.
 Si $V_4 - V_3 < 2V_{th}$, alors aucune branche n'est passante.

3. $V_1 = V_{SS} + V_{in} - V_D$
 $V_2 = V_{SS} - RI_{SS}e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 2V_D + 2V_{in}$
 $V_3 = V_{SS} - RI_{SS}e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 3V_D + 2V_{in}$
 $V_4 = V_{SS} - RI_{SS}e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 5V_D + 2V_{in}$
 $I_1 = I_{SS}e^{\frac{V_D}{nV_T}} + \frac{V_D - V_{in}}{R}$
 $I_2 = \frac{V_{in} - V_D}{R}$
 $I_3 = \frac{V_D}{R_2}$
 $I_4 = I_{SS}e^{\frac{V_D}{nV_T}}$
 $I_5 = I_{SS}e^{\frac{V_D}{nV_T}}$
 $I_6 = I_{SS}e^{\frac{V_D}{nV_T}}$
 $I_7 = I_{SS}e^{\frac{V_D}{nV_T}}$
 (où $V_D \approx V_{th}$ selon le modèle exponentiel)

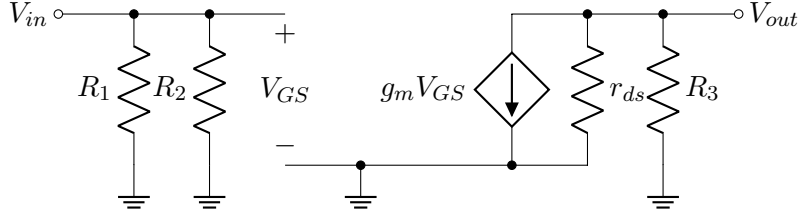
4. T_1 : Transistor NMOS
 T_2 : Transistor bipolaire NPN

5. Capacité de découplage entre étages d'amplification, laisse passer seulement les courants AC.

6. $V_5 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (V_{DD} - V_{SS})$
 $V_6 = V_{DD} - I_{R_3}R_3$
 $V_{GS} = V_5 - (V_{SS} + V_D)$
 $I_{R_1} = I_{R_2} = \frac{V_{DD} - V_{SS}}{R_1 + R_2}$
 $I_{R_3} = \frac{1}{2}k_n (V_{GS} - V_{th})^2$

7. a. Le modèle grand signal analyse la composante DC uniquement afin de déterminer le point de fonctionnement et la polarisation du transistor. Le modèle petit signal analyse la composante AC uniquement afin de déterminer le gain du transistor, la résistance d'entrée et de sortie.
 b. — Les sources de tension deviennent des masses, les sources de courants des courts-circuits.
 — Les condensateurs deviennent des courts-circuits.

8.



$$9. R_{in} = R_1 \parallel R_2$$

$$R_{out} = R_3 \parallel r_{ds}$$

$$10. G = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -g_m (R_3 \parallel r_{ds})$$

$$11. I_{R_4} = \frac{V_{DD} - V_{SS} - V_{BE}}{R_4 + R_6(\beta + 1)}$$

$$I_{R_5} = \beta \frac{V_{DD} - V_{SS} - V_{BE}}{R_4 + R_6(\beta + 1)}$$

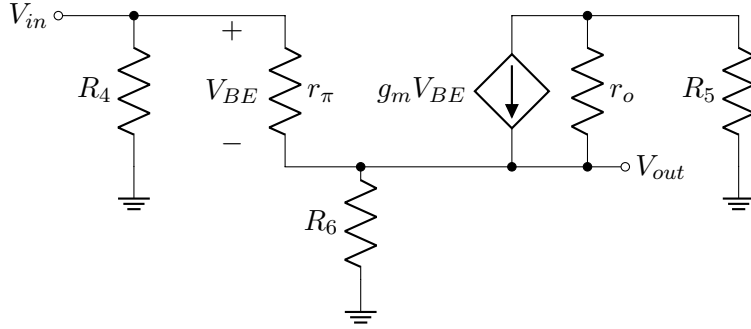
$$I_{R_6} = (\beta + 1) \frac{V_{DD} - V_{SS} - V_{BE}}{R_4 + R_6(\beta + 1)}$$

$$V_7 = V_{DD} - R_4 \frac{V_{DD} - V_{SS} - V_{BE}}{R_4 + R_6(\beta + 1)}$$

$$V_8 = V_{DD} - R_5 \beta \frac{V_{DD} - V_{SS} - V_{BE}}{R_4 + R_6(\beta + 1)}$$

$$V_9 = V_{SS} + R_6(\beta + 1) \frac{V_{DD} - V_{SS} - V_{BE}}{R_4 + R_6(\beta + 1)}$$

12.

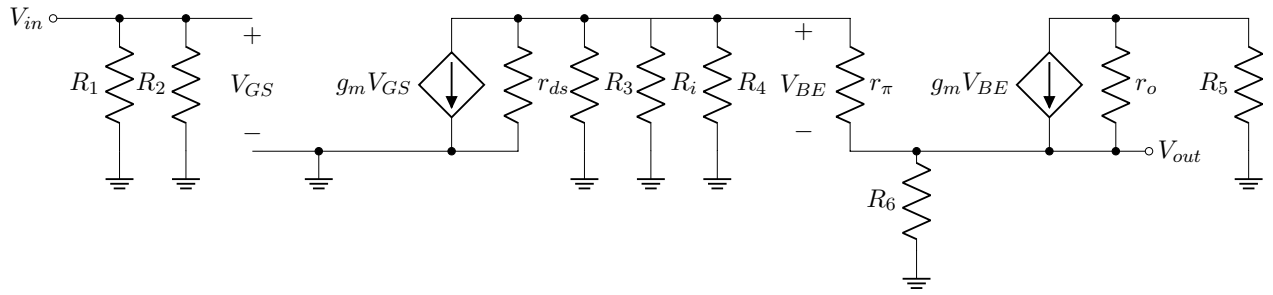


$$13. R_{in} = r_{\pi} + (\beta + 1)R_6$$

$$R_{out} = R_6 \parallel \left(\frac{r_{\pi} + R_4}{\beta + 1} \right)$$

$$14. \frac{V_9}{V_7} = \frac{g_m R_6}{1 + g_m R_6} \quad (\text{on ignore } r_o \text{ et } \beta \gg 1)$$

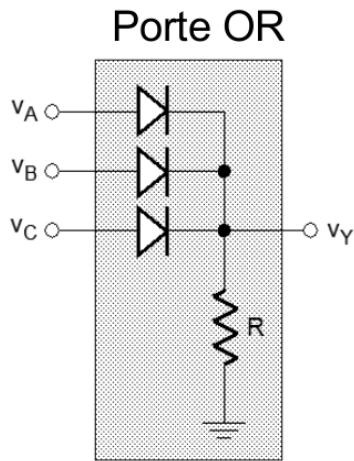
15.



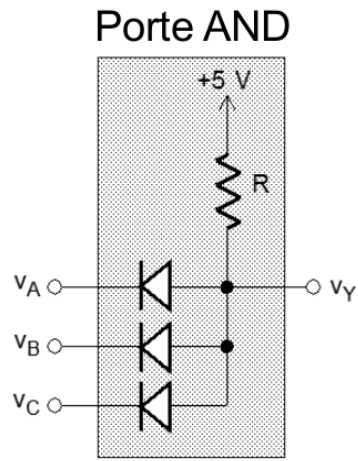
16. $\frac{V_6}{V_5} = -g_m (R_3 \parallel R_4 \parallel R_i \parallel (r_\pi + (\beta + 1)R_6))$

17. $\frac{V_9}{V_5} = \frac{V_6}{V_5} \cdot \frac{V_9}{V_7} = \frac{-g_m^2 (R_3 \parallel R_4 \parallel R_i \parallel (r_\pi + (\beta + 1)R_6)) R_6}{1 + g_m R_6}$

18. Comme la figure suivante, mais avec deux entrées :

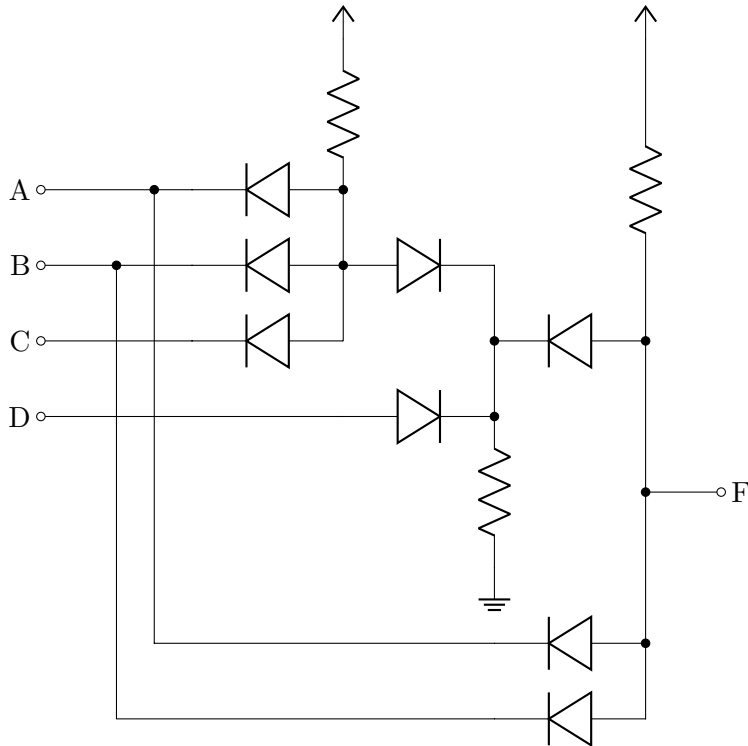


$Y = A + B + C$

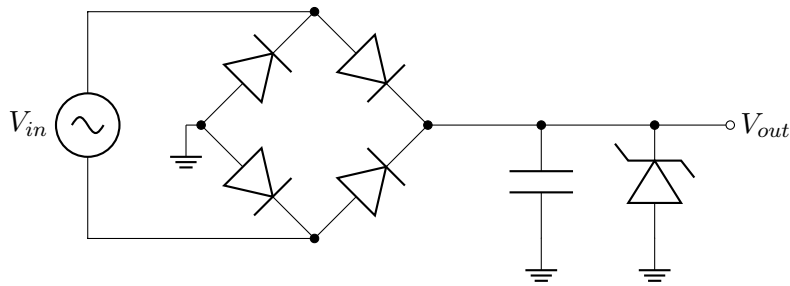


$Y = A \bullet B \bullet C$

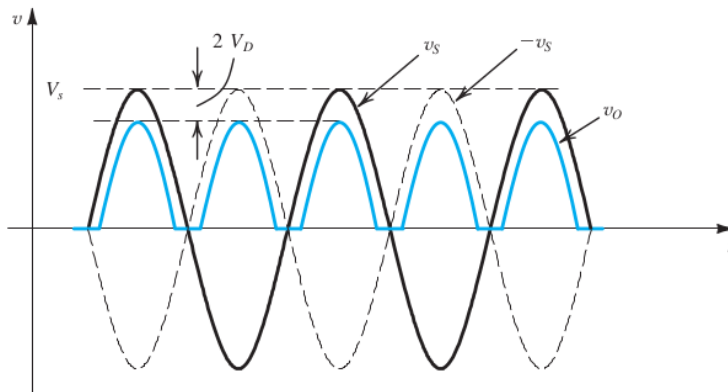
19.



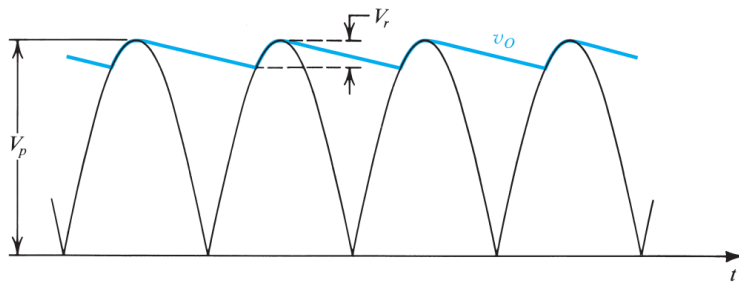
20.



21. (a) Pont de diode : transforme le signal sinusoïdal, les crêtes négatives deviennent des crêtes positives. Il faut tenir compte de la tension de seuil des diodes.



- (b) Condensateur : il se charge durant les crêtes et se décharge avec la résistance de charge pendant les creux, ce qui lisse le signal de sortie.



- (c) Diode Zener : la tension aux bornes de la diode est relativement fixe, ce qui a pour effet de lisser les pics au-delà de sa tension de seuil en inverse.

