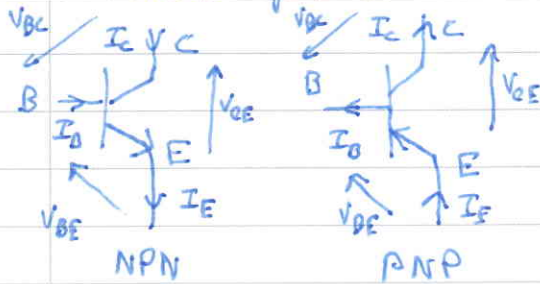


Transistors bipolaires:



Mode de fonctionnement:

Δ Mode normal (ou linéaire)

Jonction BE passant $\Rightarrow V_{BE} = V_0$

Jonction BC bloquée $\Rightarrow V_{BC} < V_0$

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_E = I_C + I_B = (\beta + 1) I_B \approx \beta I_B \approx I_C$$

$V_{CE} > V_{CE_{SAT}}$ (seuil)

Mode utilisé pour faire les amplificateurs

Δ Mode bloqué

Jonctions BE et BC bloquées

Transistor \Rightarrow / entre C et E

$$\Rightarrow I_C = 0 = I_E$$

Transistor bloqué si $I_B = 0$

Δ Mode saturé

Jonctions BE et BC passantes

Transistor \Rightarrow \rightarrow entre E et C

$$\Rightarrow V_{CE} = 0$$

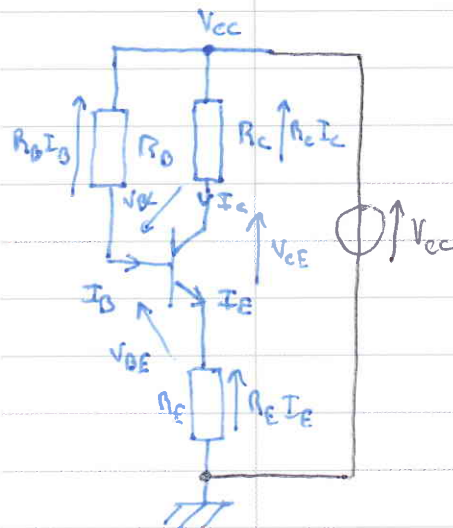
Transistor saturé quand I_B grand

Mode bloqué + saturé: Porte logique

Δ Mode inverse

Jonction BE bloquée

Jonction BC passant



$V_{BE} = V_0$ si jonction BE est passant

Quel est le point de polarisation si transistor en mode normal?

Mode Normal $\Rightarrow V_{BE} = 0$

loi des mailles: $V_{CC} - R_B I_B - V_{BE} - R_E I_E = 0$

$$I_E = I_C + I_B = (\beta + 1) I_B \Rightarrow I_B (R_B + (\beta + 1) R_E)$$

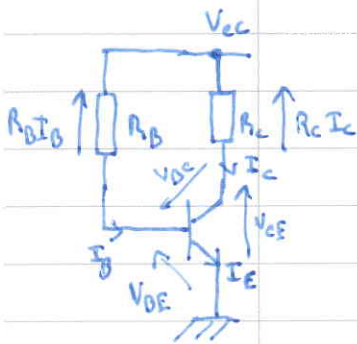
$$= V_{CC} - V_{BE} \Rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - V_0}{R_B + (\beta + 1) R_E} \quad / \quad I_C = \beta I_B \quad / \quad I_E = (\beta + 1) I_B$$

loi des mailles:

$$V_{CC} - R_C I_C - V_{CE} - R_E I_E = 0 \Leftrightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_B (\beta R_C + (\beta + 1) R_E)$$

$$V_{BC} = V_{BE} - V_{CE}$$





$R_C = 60 \Omega$; $V_{CC} = 12 \text{ V}$; $\beta = 100$; $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ qd BE passant

$V_{CE_{SAT}} = 0,2 \text{ V}$.

1) On veut un courant de 100 mA dans R_C . Que vaut R_B ?

2) Si R_B varie, I_B varie et donc I_C aussi. Combien vaut $I_{C_{max}}$?

3) Valeur minimum de R_B pour saturer le transistor.

$$V_{CC} - R_C I_C - V_{CE} = 0 \Leftrightarrow V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C = 12 - 60 \times 100 \times 10^{-3} = 12 - 6 = 6 \text{ V} > V_{CE_{SAT}}$$

\Rightarrow Mode normal (ou linéaire)

1) loi des mailles: $V_{CC} - R_B I_B - V_{BE} = 0 \Leftrightarrow R_B I_B = V_{CC} - V_{BE} \Leftrightarrow R_B = \frac{(V_{CC} - V_{BE}) \cdot \beta}{I_C}$

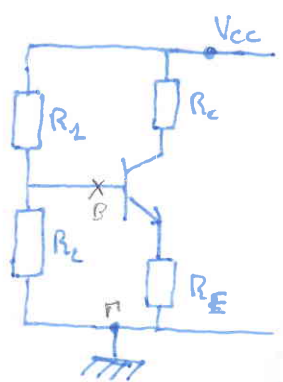
A.N. $\Leftrightarrow \frac{(12 - 0,7) \cdot 100}{100 \times 10^{-3}} = 11,3 \text{ k}\Omega$

2) Courant de saturation: $\Rightarrow V_{CE} = 0 \text{ V} / -V_{CC} - R_C I_{C_{SAT}} - V_{CE} = 0$

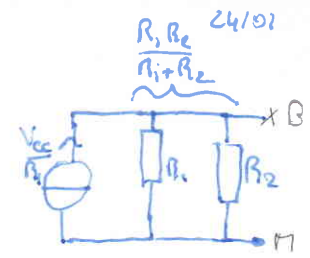
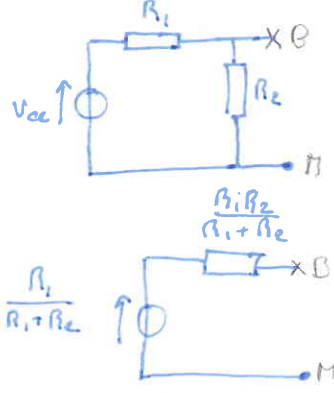
$$I_{C_{SAT}} = \frac{V_{CC}}{R_C} \quad \text{A.N.} \quad I_{C_{SAT}} = \frac{12}{60} = 0,2 \text{ A} = 200 \text{ mA}$$

3) $R_{B_{min}} = R_B$ pour $\begin{cases} I_C = I_{C_{SAT}} \\ I_C = \beta I_B \end{cases} = \beta \cdot \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_{C_{SAT}}}$. A.N. $= R_{B_{min}} = 5,65 \text{ k}\Omega$

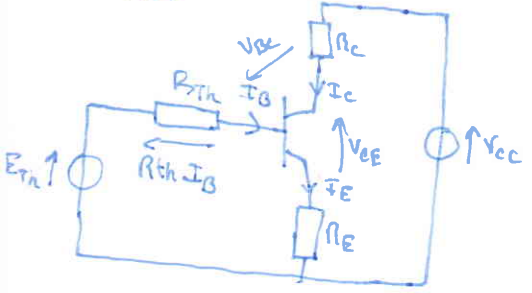




Transistor fonctionne en mode normal
 I_B ? I_C ? I_E ?
 V_{BE} ? V_{CE} ? V_{BC} ?
 Si la jonction V_{BE} est passante, $V_{BE} = V_0$



Pour avoir un circuit série pour la base du transistor



$$E_{th} - R_{th}I_B - V_{BE} - V_{RE} = 0$$

$$E_{th} - R_{th}I_B - V_{BE} - R_E I_E = 0$$

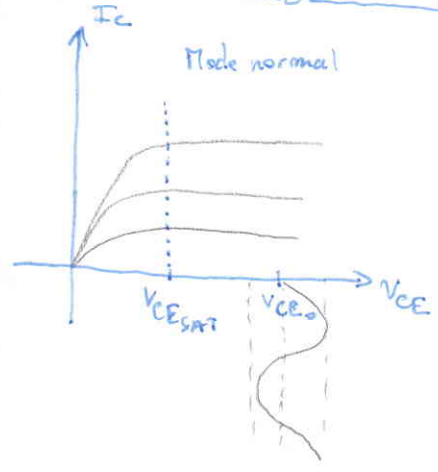
$$E_{th} - R_{th}I_B - V_{BE} - R_E(\beta+1)I_B = 0$$

$$E_{th} - V_0 = R_{th}I_B + R_E(\beta+1)I_B$$

$$E_{th} - V_0 = I_B(R_{th} + R_E(\beta+1))$$

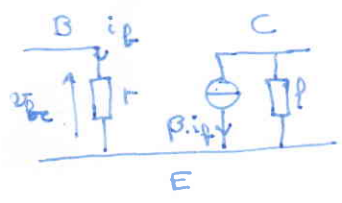
$$I_B = \frac{E_{th} - V_0}{R_{th} + R_E(\beta+1)}$$

Transistor en régime sinusoïdal:



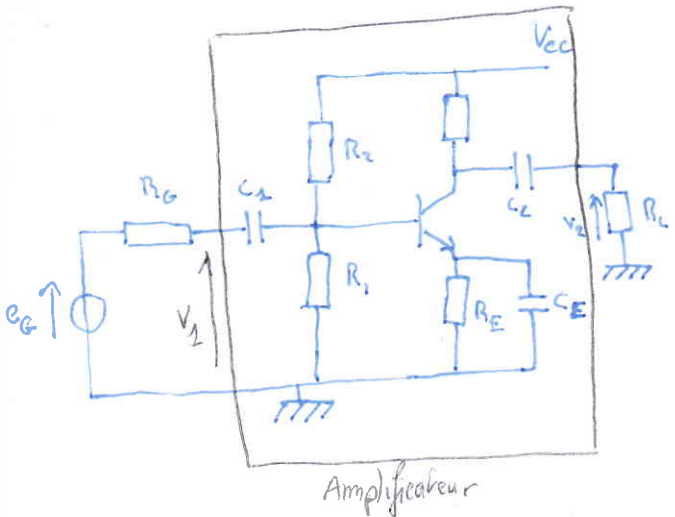
Petits signaux si on reste dans le mode normal.

T Schéma équivalent petits signaux.



$r =$ Résistance de sortie ($\rightarrow \infty$)

TD1: Les transistors bipolaires



C_E : condensateur de découplage
 Permet de court-circuiter R_E

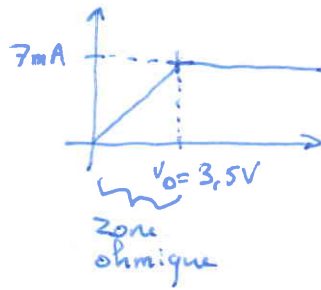
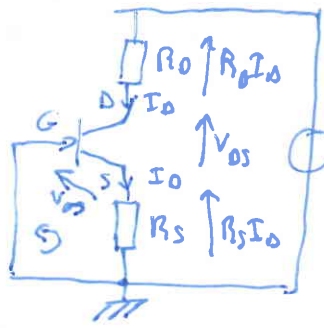
Construction du schéma de petit signal:

- On remplace les condensateurs par des fils.
- On annule V_{cc} .
- On remplace le transistor par son schéma équivalent.
- On complète le montage.

En continu, les condensateurs se comportent comme des interrupteurs ouverts ($\text{---} \diagup \text{---}$)

C_1 et C_2 = Condensateur de liaison
 souvent à bloquer les composants continus

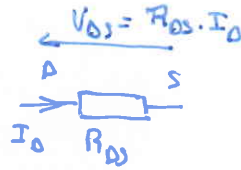
En variable, les condensateurs se comportent comme des fils.



$$\alpha = \frac{7 \cdot 10^{-3}}{3,5}$$

$$I_D = V_{DS} \alpha$$

$$V_{GS} = -3V; V_{DS} = 1,75V$$



$$R_{DS} = \frac{1}{\alpha} = \frac{3,5}{7 \cdot 10^{-3}} = 500 \Omega$$

$$I_D = 3,5 \text{ mA}$$

Loi des mailles : $R_S I_D + V_{GS} = 0$

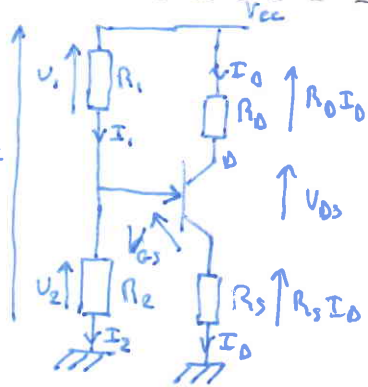
$$\Rightarrow R_S = \frac{-V_{GS}}{I_D}$$

A.N : $R_S = \frac{3}{3,5 \text{ mA}} \approx 857 \Omega$

$V_{cc} - R_D I_D - V_{DS} - R_S I_D = 0$

$$\Rightarrow R_D = \frac{V_{cc} - V_{DS} + V_{GS}}{I_D}$$

A.N : $R_D \approx 29 \text{ k}\Omega$



$V_{GS} = -2V \Rightarrow V_{DS} \geq V_p$
Zone linéaire $I_D = 12 \text{ mA}$

$I_G = 0 \Rightarrow I_1 = I_2 \Rightarrow R_1 \text{ et } R_2 \text{ série}$

$\Rightarrow \text{PDT : } U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{cc} = 5V$

Loi des mailles :

$R_S I_D + V_{GS} - U_2 = 0$

$$\Rightarrow R_S = \frac{U_2 - V_{GS}}{I_D}$$

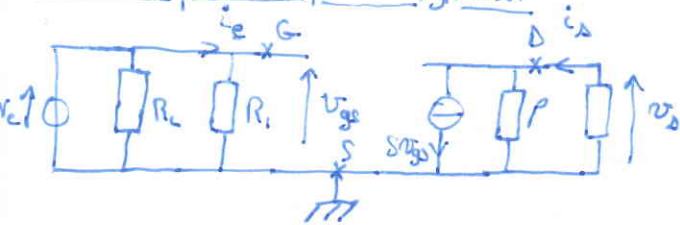
A.N : $R_S = \frac{5}{12} \text{ k}\Omega = 583 \Omega$

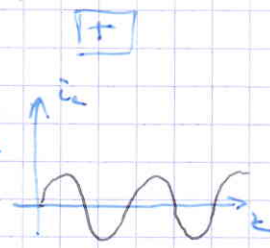
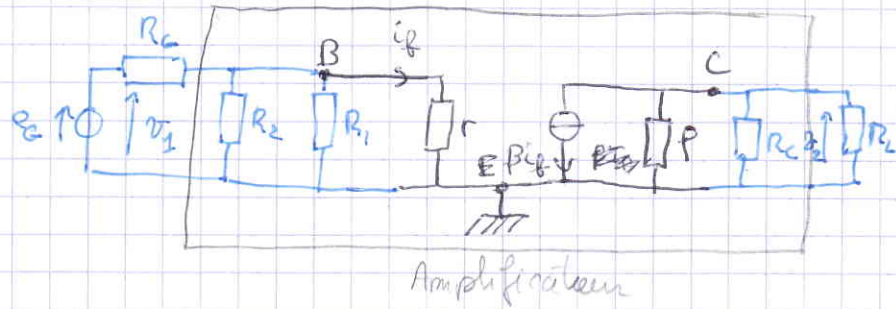
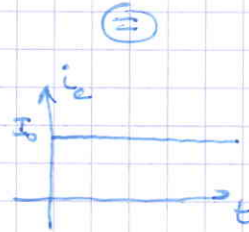
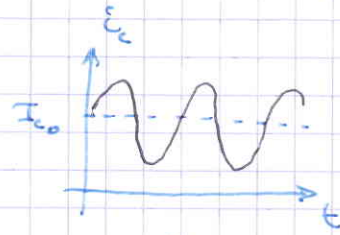
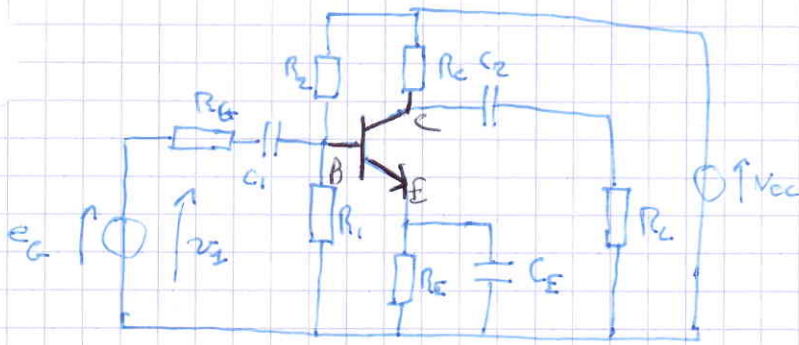
$V_{cc} - R_D I_D - V_{DS} - R_S I_D = 0$

$$R_D = \frac{V_{cc} - V_{DS} - R_S I_D}{I_D} \leq \frac{V_{cc} - V_p - R_S I_D}{I_D}$$

A.N : $R_D \leq \frac{4,5}{12 \cdot 10^{-3}} = 375 \Omega$

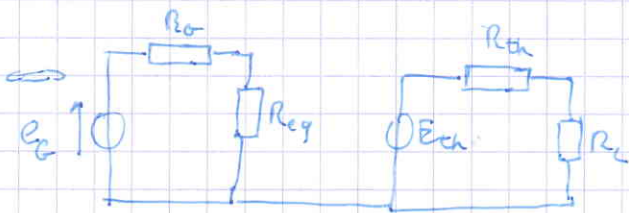
Schéma équivalent petits signaux :





$i_c = I_{c0} + \tilde{i}_c$

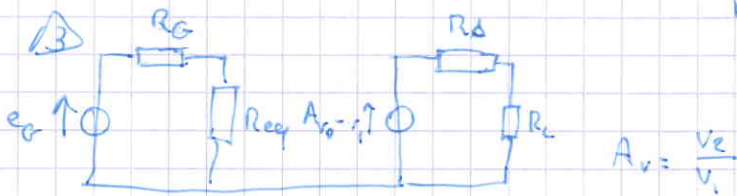
- 1) Résistance d'entrée
- 2) Résistance de sortie
- 3) Amplification en tension $A_v = \frac{v_2}{v_1}$



1) $R_{eq} = \frac{r_{be} R_1 R_2}{r_{be} + R_1 + R_2} = R_c$

2) $R_{ch} = \frac{\beta R_c}{\beta + R_c} = R_s$

$E_{ech} = \beta \cdot \frac{\beta R_c}{\beta + R_c} \cdot i_b$



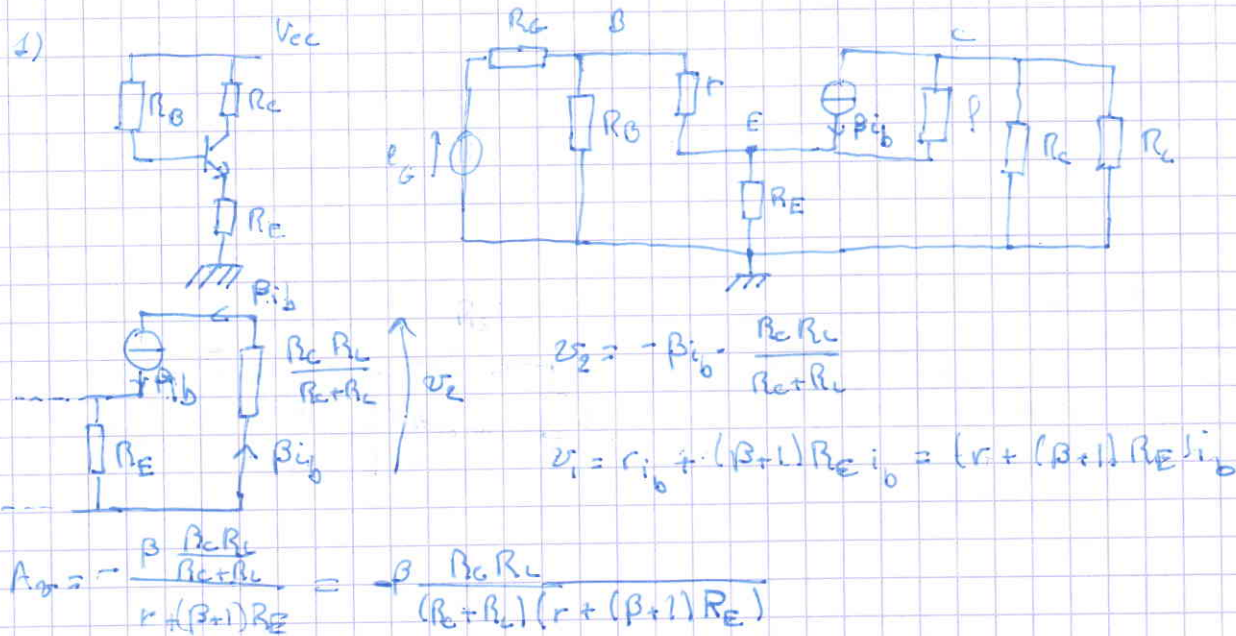
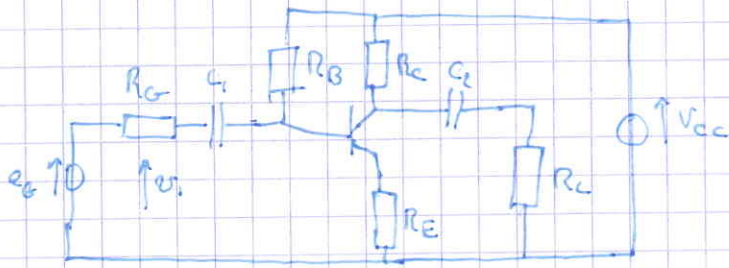
$A_v = \frac{v_2}{v_1}$

$$v_2 = \frac{-\beta i_b R_c}{\frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_L} + \frac{1}{\beta}} = -\beta \frac{\beta R_c R_L \cdot i_b}{\beta R_c + \beta R_L + R_c R_L}$$

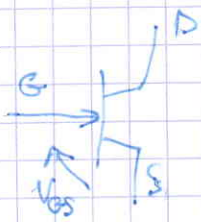
$v_1 = v_b$

$$\Rightarrow A_v = -\beta \frac{\beta R_c R_L}{r_{be} (\beta R_c + \beta R_L + R_c R_L)}$$

- ① Schéma de polarisation
- ② Schéma petits signaux
- ③ R_E ? R_B ? A_v ? On considère pour cette question seulement, que la résistance de sortie du transistor $\rightarrow \infty$



Transistor à effet de champ:

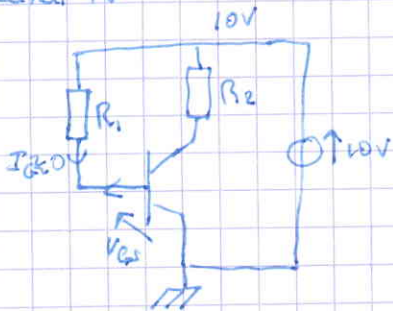


$V_G \leq V_{GS} \leq 0$: Conducteur
 $V_{GS} \leq V_G$: Bloqué
 $V_G \approx -5V$ $I_G \approx 0A$

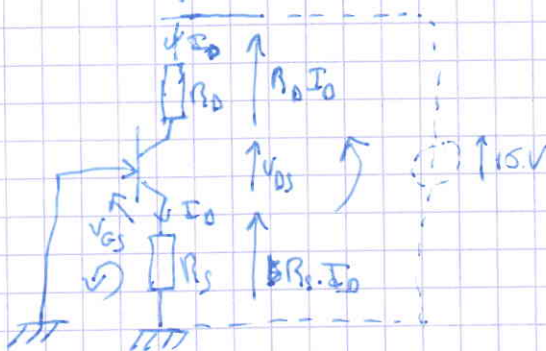


$0 \leq V_{GS} \leq V_G$: Conducteur
 $V_{GS} > V_G$: Bloqué
 $V_G \approx 5V$ $I_G \approx 0A$

Canal N



Canal P



Loi des mailles:

$R_S I_D + V_{DS} = 0$ $V_{cc} - R_D I_D - V_{DS} - R_S I_D = 0$ $I_D = \alpha V_{DS} \Leftrightarrow V_{DS} = \frac{1}{\alpha} I_D = R_{DS}$
 $R_S = \frac{-V_{DS}}{I_D}$ $\Rightarrow R_D = \frac{V_{cc} - V_{DS} + V_{DS}}{I_D}$ $\alpha = \frac{7 \cdot 10^{-3} - 0}{3,5 - 0}$
 $\Rightarrow R_{DS} = \frac{3,5}{7} k\Omega = 500 \Omega$

A.N: $R_S = \frac{3}{7} k\Omega$

$R_D = \frac{15 - 5 - 3}{7} = 1 k\Omega$