

```
Remove["Global`*"]
```

```
dati = {VCC → 2.5, VEE → 2.5, RE → 3000.,  
RC → 3000., RB → 5. 105, IS → 1. 10-15, BF → 100, VT → 0.026, V → 0.5};
```

- La corrente di emettitore di Q3 deve soddisfare l'equazione  $V_{EE} = R_E I_{E3} + VT \ln\left(\frac{BF}{BF+1} \frac{I_{E3}}{IS}\right)$ :

```
EngineeringForm[FixedPointList[  
  (( $\frac{VEE}{RE} - \frac{VT}{RE} \text{Log}[\frac{BF}{BF+1} \frac{\#}{IS}]$ ) /. dati) &, 0.001], 3]
```

```
IE3 = Last[%]; Print["IE3 = ", EngineeringForm[106 IE3, 3], "μA"]
```

```
{1. × 10-3, 594. × 10-6, 598. × 10-6, 598. × 10-6, 598. × 10-6,  
598. × 10-6, 598. × 10-6, 598. × 10-6, 598. × 10-6, 598. × 10-6}
```

**IE3 = 598.μA**

```
IC3 =  $\frac{BF}{BF+1}$  IE3 /. dati; Print["IC3 = ", EngineeringForm[106 IC3, 3], "μA"]
```

**IC3 = 592.μA**

- Questa è la somma delle correnti di emettitore di Q1 e Q2, la somma delle loro correnti di collettore risulta pertanto

```
I0 =  $\frac{BF}{BF+1}$  IC3 /. dati; Print["I0 = ", EngineeringForm[106 I0, 3], "μA"]
```

**I0 = 587.μA**

- Si ha poi che la tensione V vale

```
(VCC - RC IC2) - (VCC - RC IC1) // Factor
```

```
(IC1 - IC2) RC
```

- Le due correnti di collettore debbono dunque soddisfare le equazioni  $IC1 + IC2 = I0$  e  $IC1 - IC2 = \frac{V}{RC}$ , esse valgono quindi

```
IC1 =  $\frac{I0}{2} + \frac{V}{2 RC}$  /. dati;
```

```
IC2 =  $\frac{I0}{2} - \frac{V}{2 RC}$  /. dati; Print["IC1 = ", EngineeringForm[106 IC1, 3],
```

```
"μA", "\t\t", "IC2 = ", EngineeringForm[106 IC2, 3], "μA"]
```

**IC1 = 377.μA**

**IC2 = 210.μA**

- Segue allora

```
Vbe1 = VT Log[1 +  $\frac{IC1}{IS}$ ] /. dati;
```

```
Vbe2 = VT Log[1 +  $\frac{IC2}{IS}$ ] /. dati; Print["Vbe1 = ", EngineeringForm[103 Vbe1, 3],
```

```
"mV", "\t\t", "Vbe2 = ", EngineeringForm[103 Vbe2, 3], "mV"]
```

**Vbe1 = 693.mV**

**Vbe2 = 678.mV**

- ed essendo  $R_X I_{B1} + V_{be1} = R_B I_{B2} + V_{be2}$ , si ricava

```

IB1 =  $\frac{I_{C1}}{\beta_F}$  /. dati;
IB2 =  $\frac{I_{C2}}{\beta_F}$  /. dati;
RX =  $\frac{R_B I_{B2} + V_{be2} - V_{be1}}{I_{B1}}$  /. dati;
Print["IB1 = ", EngineeringForm[106 IB1, 3], "μA", "\t\t", "IB2 = ",
      EngineeringForm[106 IB2, 3], "μA", "\t\t", "RX = ", EngineeringForm[10-3 RX, 3], "kΩ"]

```

$I_{B1} = 3.77\mu A$        $I_{B2} = 2.1\mu A$        $R_X = 275.k\Omega$

```
Remove["Global`*"]
```

```
dati = {R → 2500., C → 1. 10-9};
```

- Detta  $V_1$  la tensione ai capi del VCCS, si possono scrivere le equazioni

```

V = V1  $\frac{R}{R + 1 / (s C)}$ ;
eqnod = s C (V - V1) + gm V -  $\frac{V1}{R}$  - s C V1 == 0;
eqnod = eqnod // Simplify

$$\frac{(1 + C R (3 - gm R) s + C^2 R^2 s^2) V1}{R (1 + C R s)} == 0$$


```

- da cui

```

EquazioneCaratteristica = Numerator[eqnod[[1]] / V1] == 0
1 + C R (3 - gm R) s + C2 R2 s2 == 0

```

- le cui radici sono

```

Flatten[Solve[EquazioneCaratteristica, s]]

```

$$\left\{ s \rightarrow \frac{-C R (3 - gm R) - C R \sqrt{5 - 6 gm R + gm^2 R^2}}{2 C^2 R^2}, s \rightarrow \frac{-C R (3 - gm R) + C R \sqrt{5 - 6 gm R + gm^2 R^2}}{2 C^2 R^2} \right\}$$

- L'instabilità con innesco oscillatorio richiede

```

<< Algebra`InequalitySolve`
InequalitySolve[{3 - gmR < 0, 5 - 6 gmR + (gmR)2 < 0}, gmR]
3 < gmR < 5

```

```

Print["gmMIN = ",  $\frac{3000}{R}$  /. dati, "mA/V", "\t\t", "gmMAX = ",  $\frac{5000}{R}$  /. dati, "mA/V"]

```

$gm_{MIN} = 1.2mA/V$        $gm_{MAX} = 2.mA/V$