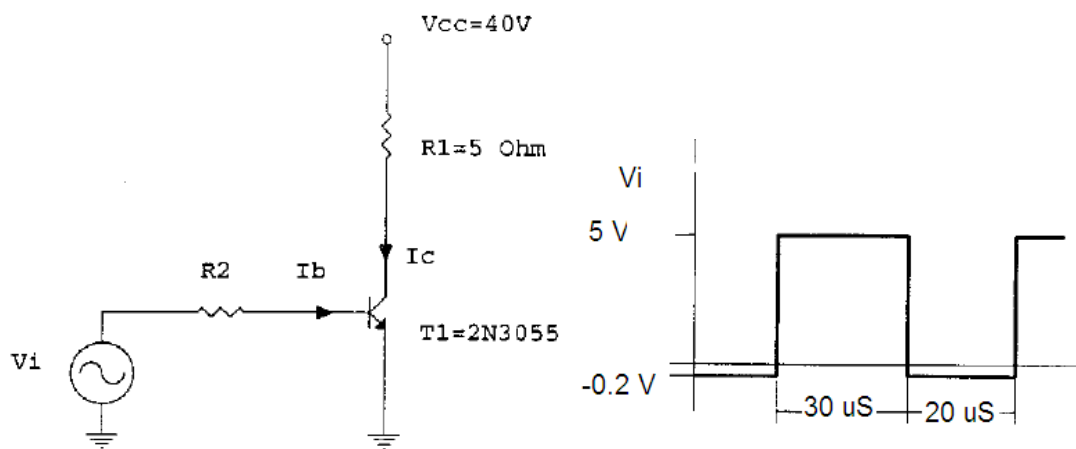


Prenent com a referència el circuit següent es demana:



- Càlcul de la resistència R_2 necessària per a que amb la forma d'ona donada per a V_i el transistor funcioni en commutació (saturació i tall).
- Càlcul de la potencia mitja dissipada pel transistor
- Càlcul de la resistència tèrmica del dissipador suposant una temperatura ambient máxima de 40 °C.

NOTA: Suposem per fer un primer càlcul aproximat que $V_{CEsat} = 0.5 V$

*MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	2N3055A MJ2955A	MJ15015 MJ15016	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	60	120	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	100	200	Vdc
Collector-Emitter Voltage Base Reversed Biased	V_{CEV}	100	200	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	7.0		Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	15		Adc
Base Current	I_B	7.0		Adc
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	115 0.65	180 1.03	Watts W/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-65 to +200		$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	1.52	0.98	$^\circ\text{C/W}$

*Indicates JEDEC Registered Data. (2N3055A)

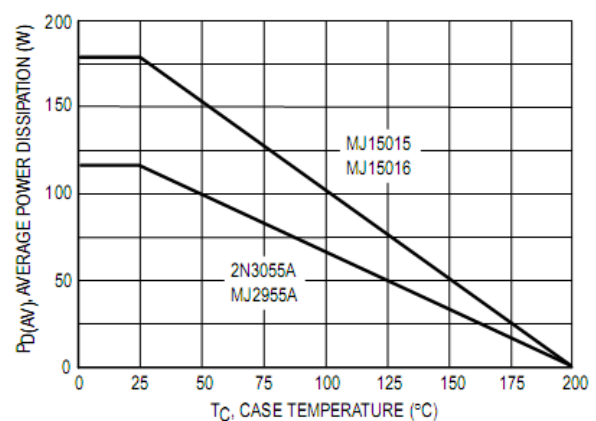


Figure 1. Power Derating

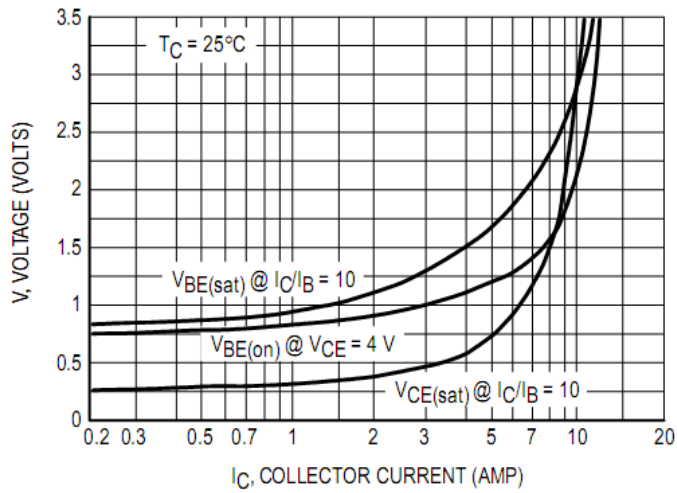


Figure 4. "On" Voltages

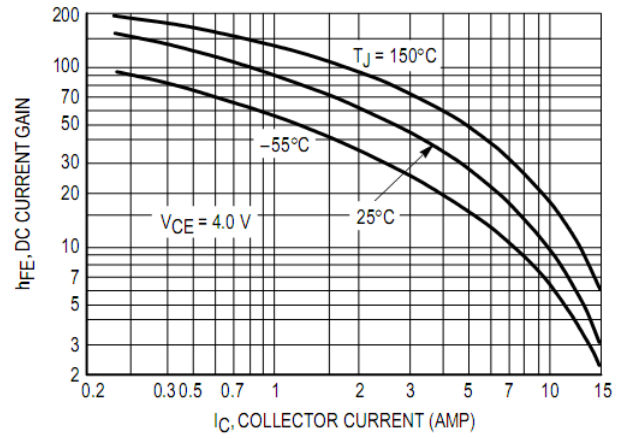


Figure 2. DC Current Gain

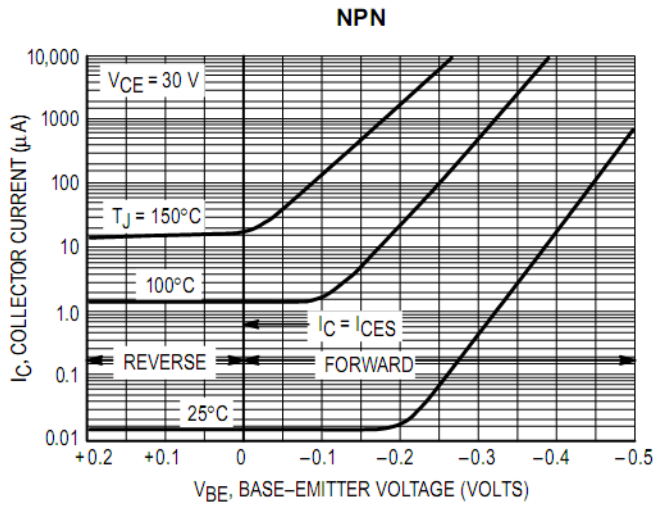


Figure 10. 2N3055A, MJ15015

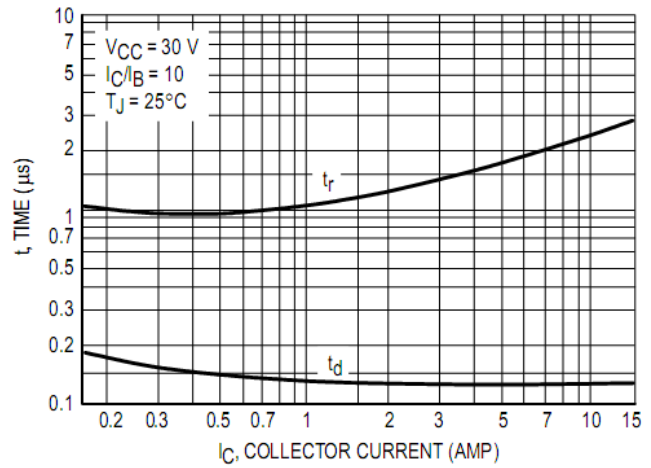


Figure 7. Turn-On Time

2N3055A MJ15015 MJ2955A MJ15016

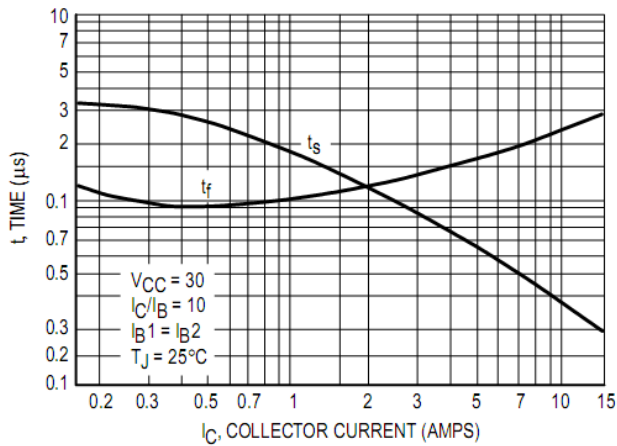


Figure 8. Turn-Off Times

1) Càlcul de R2.

Si s'aplica Kirchoff a la malla de sortida:

$$V_{CC} = R_2 \cdot I_C + V_{CEsat}$$

$$I_{C_{sat}} = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_1} = \frac{40V - 0.5V}{5\Omega} \cong 7.9A$$

Amb aquest valor de I_C , anem a les corbes característiques per obtenir un valor més exacte.

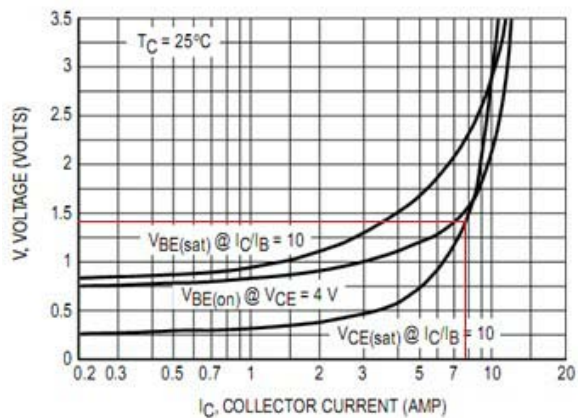


Figure 4. "On" Voltages

Podem comprobar que el valor de V_{CEsat} val aproximadament 1.4V

$$\frac{40V - 1.4V}{5\Omega} \cong 7.72A$$

El valor de V_{BEsat} s'obté de la mateixa gràfica però amb una corba diferent

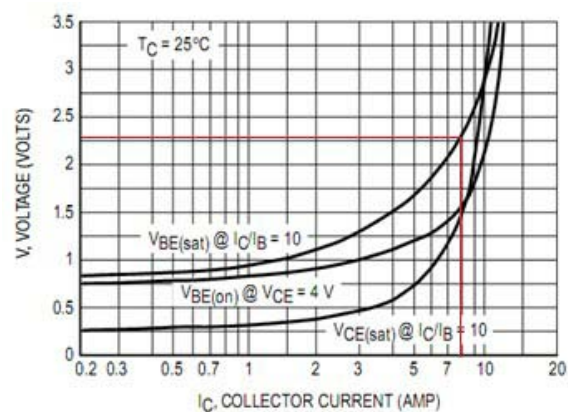


Figure 4. "On" Voltages

El valor obtingut és aproximadament $V_{BEsat} = 2.25V$

Per calcular el valor de R2 s'ha de tenir en compte la següent expressió $h_{FE} \cdot \beta > I_C$ (condició de saturació)

$$hFE \cdot \frac{V_i - V_{BE}}{R2} > I_c \quad R2 < hFE \cdot \frac{V_i - V_{BE}}{I_c}$$

Ens manca el valor h_{FE}

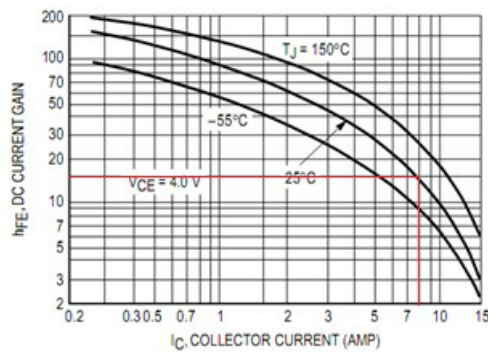


Figure 2. DC Current Gain

Com es pot comprobar s'ha triat la temperatura de funcionament de 25°C per assegurar que el transistor entra en saturació des-de el moment que s'aplica el voltatge.

El valor de $h_{FEsat} = 15$

$$R2 < 15 \cdot \frac{40V - 2.5}{7.72 A};$$

$$R2 < 4.86 \Omega$$

El valor més proper és 4.7 Ω

El valor I_b real: $I_b = \frac{V_i - V_{BE}}{R2} \quad I_{b_{sat}} = \frac{5V - 2.25V}{4.7 \Omega} = 0.585A$

2) Càlcul de la potencia dissipada.

$$P_{on} = V_{cesat} \cdot I_{csat} + V_{besat} \cdot I_{Bsat} = 1.4V \cdot 7.72A + 2.25V \cdot 0.585A = 12.124 W$$

Aquesta potència nomès s'aplica Durant el temps t_{on}

$$P_{mitja(on)} = P_{max(on)} \cdot \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} = 12.124W \cdot \frac{30\mu S}{30\mu S + 20\mu S} = 7.274W$$

Per a el càlcul de P_{off} s'ha d'anar a la següent corba:

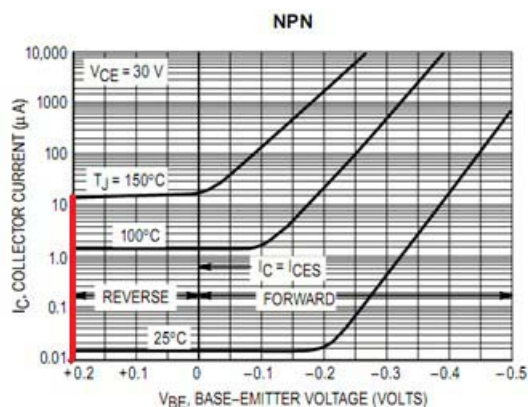
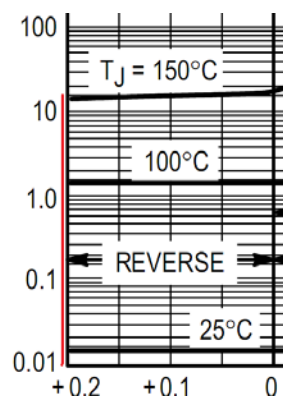


Figure 10. 2N3055A, MJ15015



Detalle

La corba ens diu que per a una polaritat inversa de $V_{be} = 0.2 \text{ V}$ i a una temperatura de la unió de 150°C la intensitat que circula per I_c val $20 \mu\text{A}$.

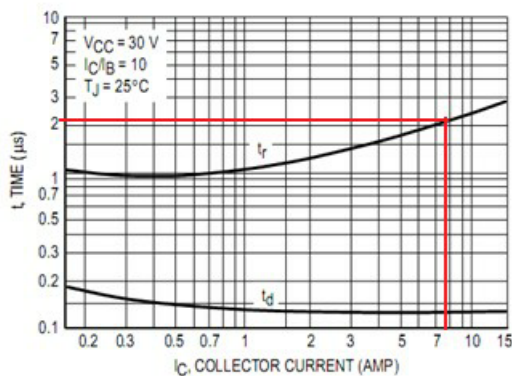
$$P_{\text{off}} = I_{\text{Coff}} \cdot V_{\text{CEoff}} = 20\mu\text{A} \cdot 40\text{V} = 0.8 \text{ mW} \quad (800 \cdot 10^{-6}\text{W})$$

Com es pot comprovar aquesta potència es pot considerar menyspreable comparada amb les altres dues.

Càlcul de la potencia de commutació:

$$P_{\text{com}} = \frac{1}{6} \cdot V_{\text{CC}} \cdot I_{\text{cmax}} \cdot (t_r + t_f) \cdot f$$

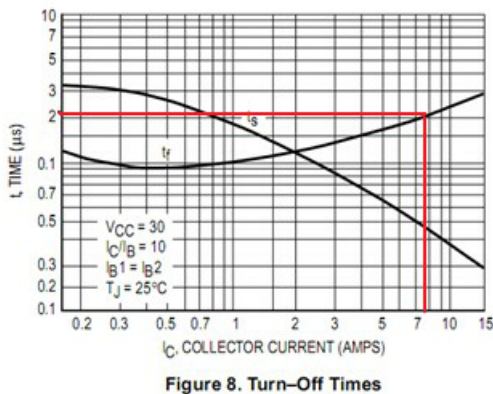
El valor de t_r s'obté de la següent corba:



El valor de t_r és aproximadament $2.1 \mu\text{s}$

El valor de t_f s'obté de la següent corba:

2N3055A MJ15015 MJ2955A MJ15016



El valor de t_f és aproximadament $2.1 \mu\text{s}$

La freqüència de commutació ve donada per $F = 1/T = 1/(t_{\text{on}} + t_{\text{off}})$

$$1 / 50 \mu\text{s} = 20000 \text{ Hz} = 20 \text{ kHz}$$

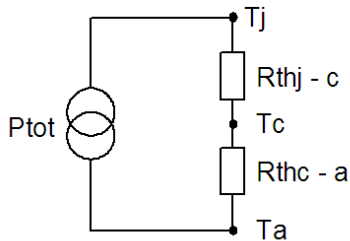
$$P_{\text{com}} = \frac{1}{6} \cdot 40\text{V} \cdot 7.72\text{A} \cdot (2.1\mu\text{s} + 2.1\mu\text{s}) \cdot 20000\text{Hz} = 4.323 \text{ W}$$

El valor total de la potencia mitja dissipada al transistor:

$$P_{mitja(total)} = P_{on} + P_{off} + P_{com} = 12.124W + 0.0008W + 4.323W = 16.4478W$$

3) Càlcul del radiador

SENSE RADIADOR



Si suposem aquest model del transistor, podem calcular directament el valor R_{thc_a} doncs el alter valor R_{thj_c} ja ho dona el fabricant del transistor en les característiques bàsiques.

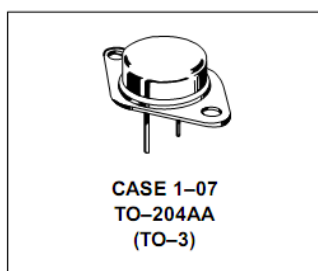
THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	1.52	0.98	$^{\circ}C/W$

* Indicates JEDEC Registered Data. (2N3055A)

$$T_j - T_a = (R_{thj_c} + R_{thc_a}) \cdot P_{dissipació}$$

$$R_{thc_a} = \frac{T_j - T_a}{P_{dissipació}} - R_{thj_c} = \frac{125^{\circ}C - 40^{\circ}C}{16.447W} - 1.52^{\circ}\frac{C}{W} = 3.648^{\circ}\frac{C}{W}$$

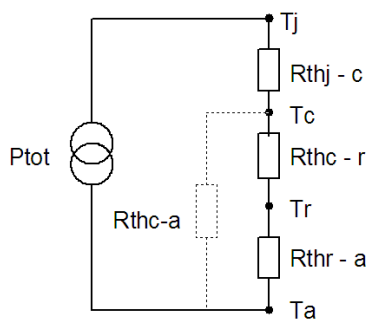


NPN
2N3055A

TABLA 2 - RESISTENCIAS TÉRMICAS. CONTENEDOR-DISIPADOR					
Tipo contenedor		Contacto directo sin mica	Contacto directo más pasta de silicona	Contacto con mica	Contacto con mica más pasta de silicona
N. 1	TO.39 TO.5	1	0,7	—	—
N. 2	TO.126	1,4	1	2	1,5
N. 3	TO.220	0,8	0,5	1,4	1,2
N. 4	TO.202	0,8	0,5	1,4	1,2
N. 5	TO.152	0,8	0,5	1,4	1,2
N. 6	TO.90	0,5	0,3	1,2	0,9
N. 7	TO.3 plástico	0,4	0,2	1	0,7
N. 8-9	TO.59	1,2	0,7	2,1	1,5
N. 10	TO.117	2	1,7	—	—
N. 11	SOT.48	1,8	1,5	—	—
N. 12-13	DIA.4L	1,1	0,7	—	—
N. 14	TO.66	1,1	0,65	1,8	1,4
N. 15	TO.3	0,25	0,12	0,8	0,4

Si es vol continuar l'exercici, hem de pasar al següent model:

AMB RADIADOR



$$\text{on } R_{thc_a} = R_{thc_r} + R_{thr_a}$$

Segons la taula per TO-3

$R_{thc_r} = 0.25 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ (contacte directe sense mica)

$R_{thc_r} = 0.12 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ (contacte directe amb pasta de silicona)

Suposant el segon cas:

$$R_{thr_a} = R_{thc_a} - R_{thc_r} = 3.648^\circ\text{C/w} - 0.12 \text{ } ^\circ\text{C/W} = 3.528 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{w}$$