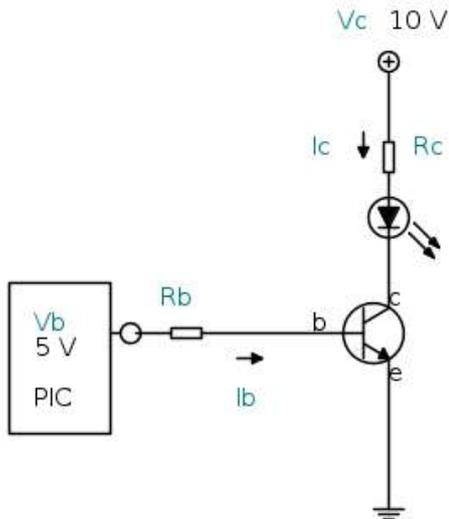


## UTILIZZO TRANSISTOR PER ALIMENTARE CARICHI ELETTRICI IN TENSIONE CONTINUA DC

Il datasheet transistor (2N3904): <http://www.fairchildsemi.com/ds/2N/2N3904.pdf>



Dal datasheet del transistor 2N3904 possiamo vedere gli AMR, ovvero Absolute Maximum Ratings, i valori che non dobbiamo mai raggiungere per stare tranquilli, meglio stare sempre al di sotto di questi, ad esempio: la corrente di collettore massima sopportata è di 200 mA, dobbiamo stare al di sotto, diciamo un massimo di 150, 170 mA è più che sufficiente.

Nel nostro circuito dobbiamo solamente accendere un LED con 20 mA dunque non ci sono problemi.

Dobbiamo farlo lavorare in saturazione (cioè come un interruttore chiuso).

La caduta di tensione tra collettore ed emettitore in regime di saturazione,  $V_{CE(sat)}$ , si legge nelle Electrical Characteristics, e vediamo che per una corrente di 10 mA la caduta massima che possiamo avere è di 0,2 V = 200 mV. Con 50 mA la caduta sarebbe di 0,3 V.

Il LED ha bisogno di essere alimentato, dunque ai suoi capi dovrà avere una tensione pari alla sua tensione di forward, che per un led rosso tipicamente è circa 2V; dunque 2V e 20 mA sul LED.

Possiamo cominciare a calcolare il resistore da porre sul collettore, in questo modo:

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{LED} - V_{CE(sat)}}{I_{LED}} = \frac{10\text{ V} - 2\text{ V} - 0.2\text{ V}}{0.02\text{ A}} \approx 390\ \Omega$$

Sempre dalle Electrical Characteristics si legge un guadagno in continua  $h_{FE}$  pari a 60.

**Per garantire la SATURAZIONE del transistor si assume un valore  $h_{FE\text{ MIN.}}$  pari a 1/3 del valore = 20.**

La corrente di base quindi sarà circa:

$$I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} = \boxed{\text{circa } 1\text{ mA}}$$

Con questa corrente di base calcoliamo ora la caduta di tensione ai capi del resistore di base, e il valore della resistenza stessa imponendo una corrente di appunto 0.4 mA, con  $V_{BE\text{ sat}}$  assunta pari a 0,7 volt (da tabella 0.65-0.85)

$$R_B = \frac{5\text{ V} - 0.7\text{ V}}{\boxed{1\text{ mA}}} \approx \boxed{4300\ \Omega} \quad \text{Possiamo usare un resistore da } 4.7\text{k standard.}$$

## CARICHI INDUTTIVI:

I motori sono carichi induttivi che richiedono alcuni accorgimenti ulteriori per evitare che correnti di scarica possano circolare in modo incontrollato nel transistor e causarne la rottura. Per evitare queste correnti anche dette di fly-back è necessario posizionare un diodo ai capi del carico induttivo con il catodo collegato al terminale connesso all'alimentazione e l'anodo collegato al terminale connesso al collettore del transistor. Questo vale anche per gli esempi successivi in cui si utilizzano relay (che al loro interno hanno un elettromagnete, cioè un'induttanza) per aumentare la potenza del carico comandato.

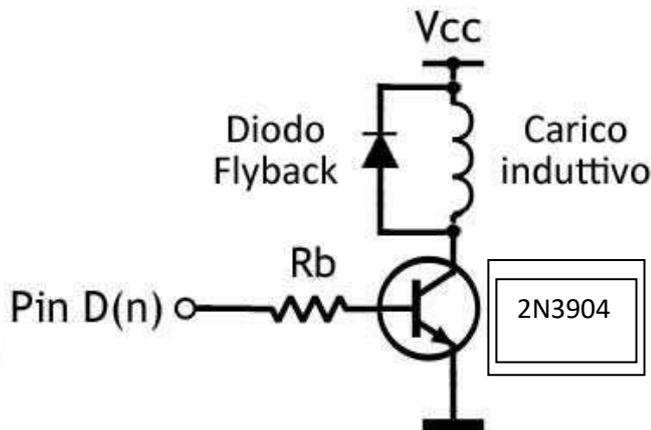


Figura 5: Diodo Flyback (antiparallelo) su carico induttivo

**EX:** Calcolare la resistenza di base per alimentare un piccolo motore DC la cui tensione di alimentazione è 5V e la resistenza interna è di 20 Ohm con un transistor 2N2222 usato come interruttore.

$V_{CE(sat)}^*$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 150 \text{ mA}$ $I_C = 500 \text{ mA}$	$I_B = 15 \text{ mA}$ $I_B = 50 \text{ mA}$			0.3 1	V V
$V_{BE(sat)}^*$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 150 \text{ mA}$ $I_C = 500 \text{ mA}$	$I_B = 15 \text{ mA}$ $I_B = 50 \text{ mA}$	0.6		1.2 2	V V
$h_{FE}^*$	DC Current Gain	$I_C = 0.1 \text{ mA}$ $I_C = 1 \text{ mA}$ $I_C = 10 \text{ mA}$ $I_C = 150 \text{ mA}$ $I_C = 500 \text{ mA}$ $I_C = 150 \text{ mA}$ $I_C = 10 \text{ mA}$ $T_{amb} = -55 \text{ }^\circ\text{C}$	$V_{CE} = 10 \text{ V}$ $V_{CE} = 1 \text{ V}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$	35 50 75 100 40 50 35		300	

Tabella: transistor 2N2222, estratto datasheets (fonte 2N2222A datasheet – STMicroelectronics)

NB:

Il motore necessita di una corrente  $I_C = 5 \text{ volt} / 20 \text{ } \Omega = 250 \text{ mA}$ .

Non serve una  $R_C$  poiché c'è già la resistenza del motore che limita la corrente massima al collettore.

2N3903  
2N3904

**NPN SILICON TRANSISTOR**



**TO-92 CASE**



www.centralsemi.com

**DESCRIPTION:**

The CENTRAL SEMICONDUCTOR 2N3903 and 2N3904 types are NPN silicon transistors designed for general purpose amplifier and switching applications. PNP complementary types are 2N3905 and 2N3906.

**MARKING: FULL PART NUMBER**

**MAXIMUM RATINGS: (TA=25°C)**

	SYMBOL		UNITS
Collector-Base Voltage	V <sub>CB0</sub>	60	V
Collector-Emitter Voltage	V <sub>CE0</sub>	40	V
Emitter-Base Voltage	V <sub>EB0</sub>	6.0	V
Continuous Collector Current	I <sub>C</sub>	200	mA
Power Dissipation	PD	625	mW
Operating and Storage Junction Temperature	T <sub>J</sub> , T <sub>stg</sub>	-65 to +150	°C
Thermal Resistance	θ <sub>JA</sub>	200	°C/W

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS: (TA=25°C)**

SYMBOL	TEST CONDITIONS	2N3903		2N3904		UNITS
		MIN	MAX	MIN	MAX	
I <sub>CEV</sub>	V <sub>CE</sub> =30V, V <sub>EB</sub> =3.0V	-	50	-	50	nA
B <sub>V</sub> C <sub>B0</sub>	I <sub>C</sub> =10μA	60	-	60	-	V
B <sub>V</sub> C <sub>E0</sub>	I <sub>C</sub> =1.0mA	40	-	40	-	V
B <sub>V</sub> E <sub>B0</sub>	I <sub>E</sub> =10μA	6.0	-	6.0	-	V
V <sub>CE</sub> (SAT)	I <sub>C</sub> =10mA, I <sub>B</sub> =1.0mA	-	0.2	-	0.2	V
V <sub>CE</sub> (SAT)	I <sub>C</sub> =50mA, I <sub>B</sub> =5.0mA	-	0.3	-	0.3	V
V <sub>BE</sub> (SAT)	I <sub>C</sub> =10mA, I <sub>B</sub> =1.0mA	0.65	0.85	0.65	0.85	V
V <sub>BE</sub> (SAT)	I <sub>C</sub> =50mA, I <sub>B</sub> =5.0mA	-	0.95	-	0.95	V
h <sub>F</sub> E	V <sub>CE</sub> =1.0V, I <sub>C</sub> =0.1mA	20	-	40	-	
h <sub>F</sub> E	V <sub>CE</sub> =1.0V, I <sub>C</sub> =1.0mA	35	-	70	-	
h <sub>F</sub> E	V <sub>CE</sub> =1.0V, I <sub>C</sub> =10mA	50	150	100	300	
h <sub>F</sub> E	V <sub>CE</sub> =1.0V, I <sub>C</sub> =50mA	30	-	60	-	
h <sub>F</sub> E	V <sub>CE</sub> =1.0V, I <sub>C</sub> =100mA	15	-	30	-	
h <sub>f</sub> e	V <sub>CE</sub> =10V, I <sub>C</sub> =1.0mA, f=1.0kHz	50	200	100	400	
f <sub>T</sub>	V <sub>CE</sub> =20V, I <sub>C</sub> =10mA, f=100MHz	250	-	300	-	MHz
C <sub>ob</sub>	V <sub>CB</sub> =5.0V, I <sub>E</sub> =0, f=100kHz	-	4.0	-	4.0	pF
C <sub>ib</sub>	V <sub>EB</sub> =0.5V, I <sub>C</sub> =0, f=100kHz	-	8.0	-	8.0	pF
NF	V <sub>CE</sub> =5.0V, I <sub>C</sub> =100μA, R <sub>S</sub> =1.0kΩ f=10Hz to 15.7kHz	-	6.0	-	5.0	dB
t <sub>on</sub>	V <sub>CC</sub> =3.0V, V <sub>BE</sub> (OFF)=0.5V, I <sub>C</sub> =10mA I <sub>B1</sub> =1.0mA	-	70	-	70	ns
t <sub>off</sub>	V <sub>CC</sub> =3.0V, I <sub>C</sub> =10mA, I <sub>B1</sub> =I <sub>B2</sub> =1.0mA	-	225	-	250	ns