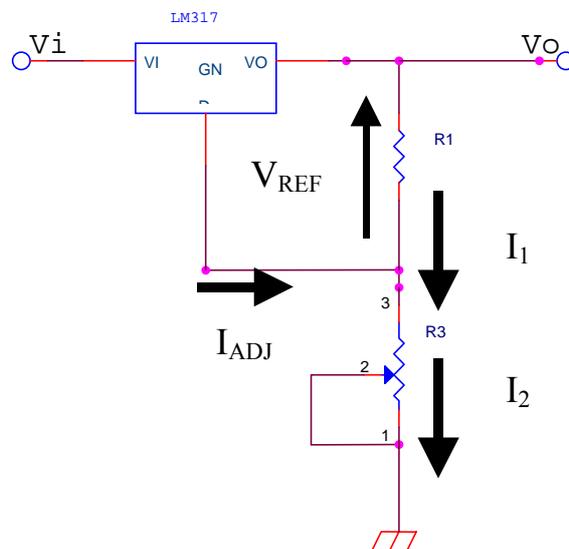


Alimentatore con uscita variabile

Vogliamo progettare un alimentatore con corrente $I_0=1$ A e tensione di uscita variabile fra un valore quasi nullo e 15 volt. Utilizziamo un regolatore di tensione LM317 capace di fornire tensioni di uscita variabili fra 1.25 e 37 volt.

Vediamo come si possono ottenere tensioni variabili:



il dispositivo è progettato per mantenere costante non la tensione di uscita V_o , ma la tensione compresa fra il morsetto di uscita e il morsetto di adjustment, detta tensione di riferimento o V_{REF} il cui valore è di 1.25 volt. Detta I_1 la corrente che circola nella resistenza R_1 , si ha $I_2=I_1+I_{ADJ}$. La corrente I_{ADJ} è dell'ordine di 100 microampere. Se scegliamo R_1 in modo che la corrente I_1 sia dell'ordine dei milliampere, la corrente I_{ADJ} è trascurabile. Le resistenze R_1 e R_3 risultano allora praticamente in serie. Applicando il partitore di tensione si ha

$$V_{REF} = V_o \frac{R_1}{R_1 + R_3}$$

o alternativamente

$$V_O = V_{REF} \frac{R_1 + R_3}{R_1} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_3}{R_1} \right) = 1.25 \left(1 + \frac{R_3}{R_1} \right)$$

$$\frac{R_3}{R_1} = \frac{V_O}{1.25} - 1$$

La resistenza R_1 deve avere un valore consigliato dal costruttore compreso fra 120 e 240 Ω e la scegliamo di 200 Ω .

La resistenza R_3 sarà un potenziometro che consentirà di ottenere tensioni variabili.

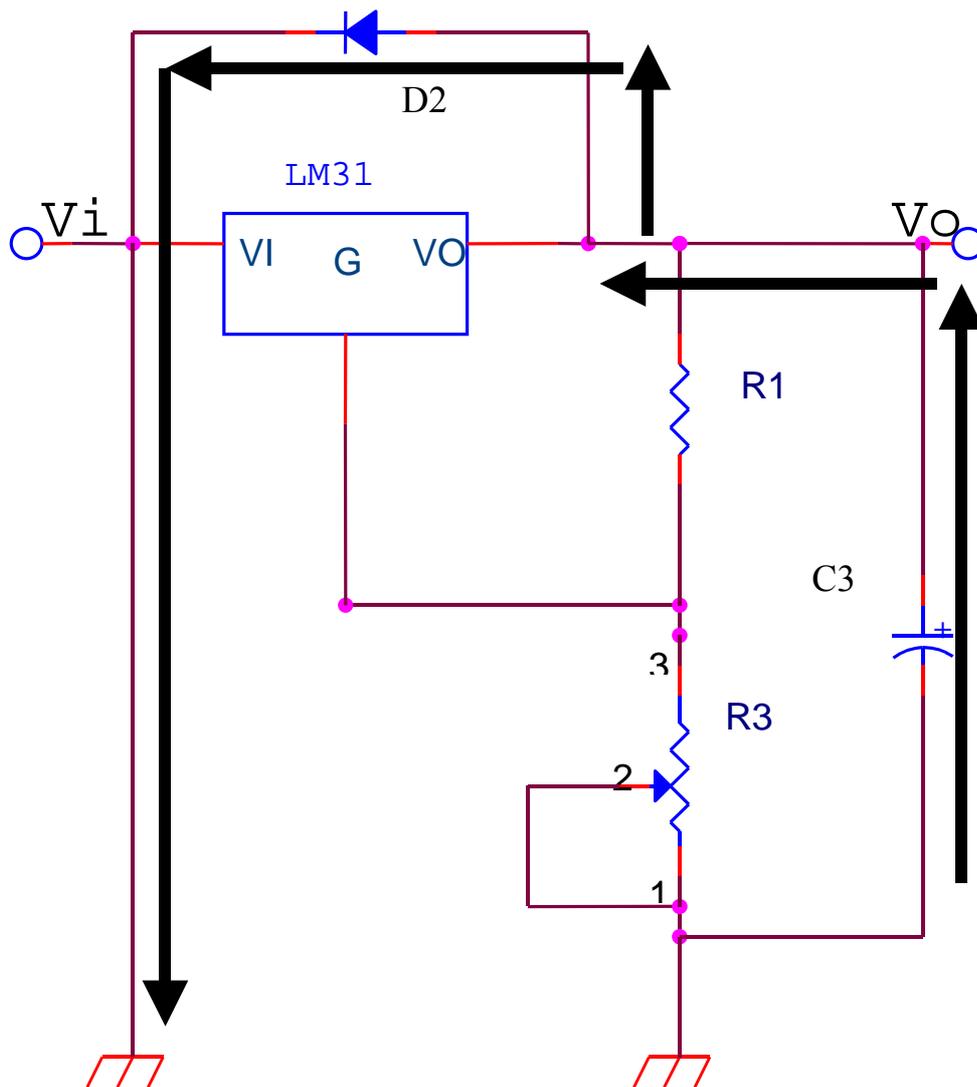
Dalle equazioni scritte sopra vediamo che se la resistenza R_3 è completamente disinserita, la tensione sarà $V_0 = 1.25 \cdot (1+0) = 1.25$ Volt. Se il potenziometro è completamente inserito avremo la tensione massima che vogliamo sia di 15 volt per cui si ha

$$\frac{R_3}{R_1} = \frac{V_O}{1.25} - 1 = \frac{15}{1.25} - 1 = 12 - 1 = 11 \Rightarrow R_3 = 11R_1 = 11 \cdot 200 = 2200\Omega$$

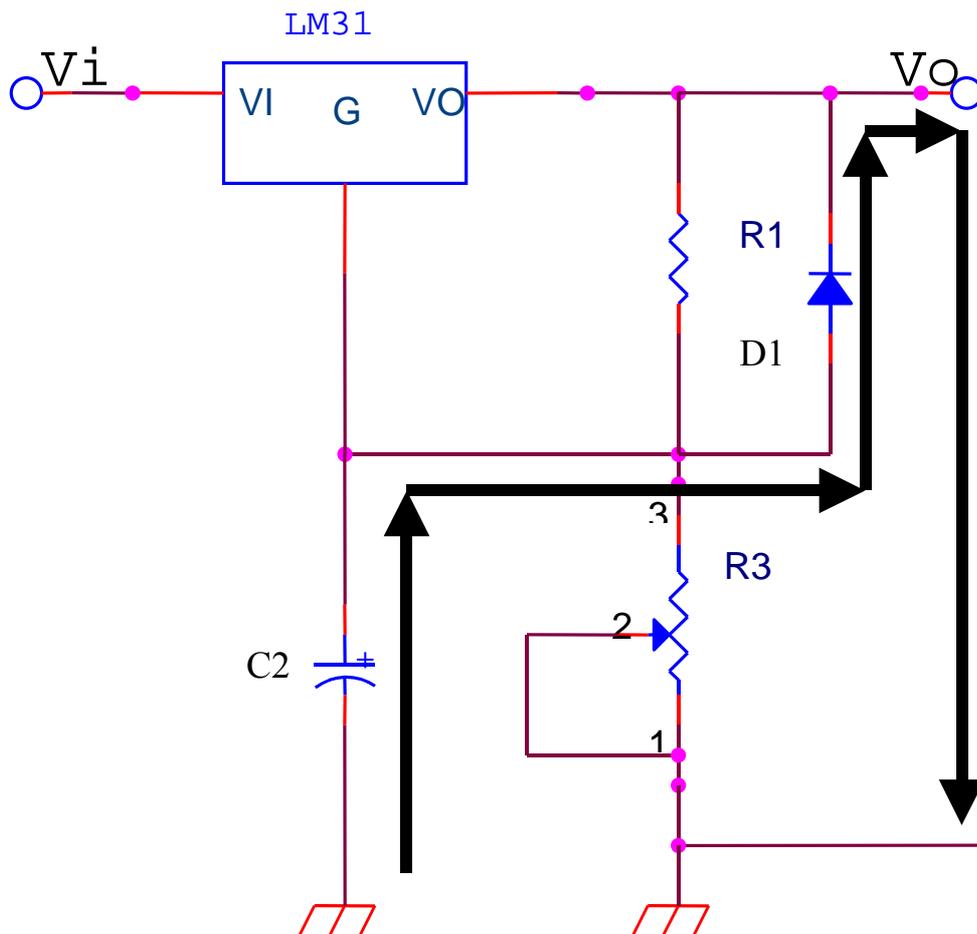
Nello schema circuitale la resistenza R_1 è ottenuta mettendo in parallelo una resistenza fissa da 360 ohm e un trimmer, in modo da ottenere la resistenza da 200 ohm, selezionando il valore del trimmer.

I diodi D1 e D2 servono per proteggere l'integrato da eventuali cortocircuiti.

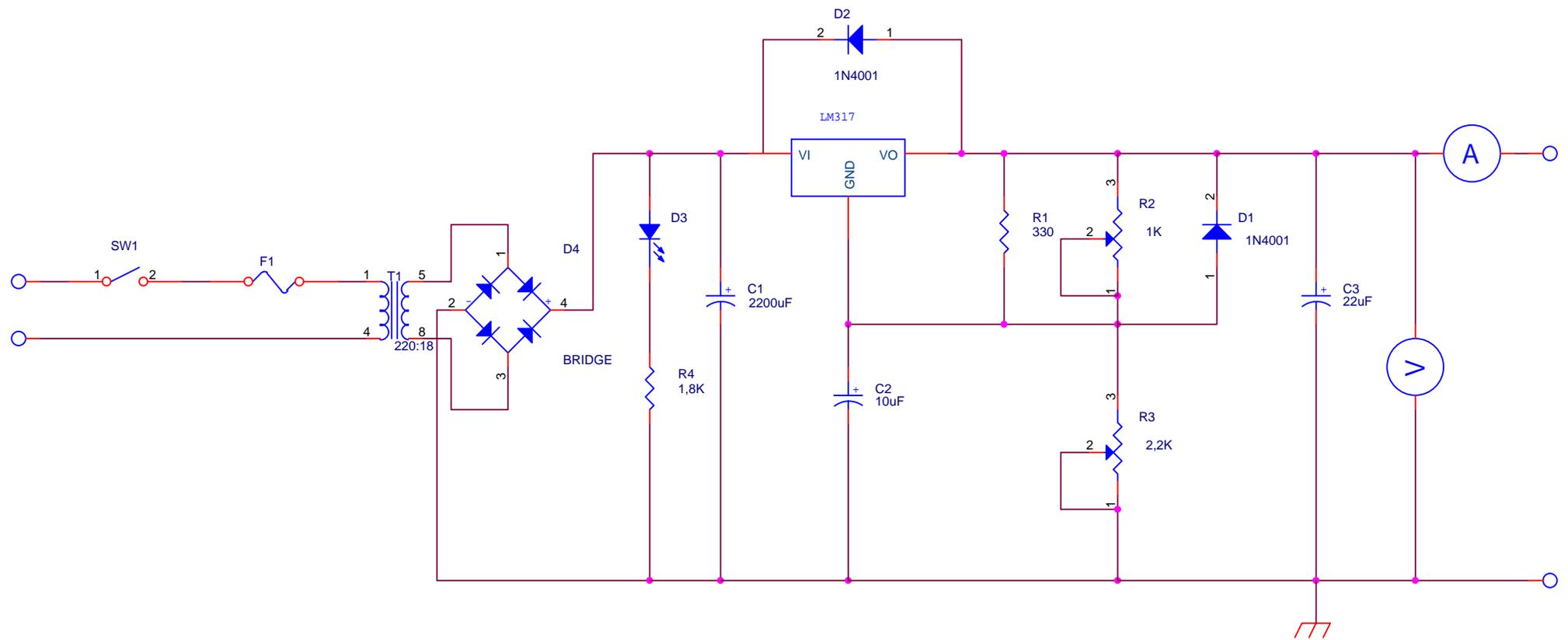
Supponiamo che si abbia in ingresso al regolatore un cortocircuito



il condensatore C3, in assenza del diodo, scaricherebbe attraverso il regolatore di tensione. Sebbene il flusso di corrente abbia una breve durata, c'è abbastanza energia per danneggiare l'integrato. Invece, il diodo D2, che normalmente è polarizzato inversamente, in caso di cortocircuito in ingresso, trova il catodo (che viene portato a massa) a potenziale inferiore all'anodo, per cui conduce ed offre una via alternativa alla scarica del condensatore.



Discorso analogo si può fare per il condensatore C2 collegato al morsetto di adjustment. In questo caso il condensatore potrebbe scaricare pericolosamente attraverso l'integrato, nel caso di cortocircuiti in uscita. Il diodo D1 è normalmente polarizzato inversamente ma, in caso di cortocircuito sull'uscita, esso entra in conduzione creando un percorso alternativo per la scarica del condensatore.



Dimensionamento

Un primo problema teorico nasce dal fatto che la tensione di uscita del circuito è variabile. Una breve riflessione porta, però, a convincersi che il dimensionamento dei dispositivi va fatto nelle condizioni più gravose dal punto di vista delle tensioni applicate, cioè quando l'alimentatore fornisce la tensione massima voluta, $V_o=15$ volt.

I valori delle resistenze R1, R2 ed R3 sono stati determinati già nella parte teorica. C2 e C3 sono condensatori il cui valore è consigliato dai data sheet. Per determinare la capacità di filtro, dobbiamo calcolare la tensione minima in ingresso al regolatore. Anche per l'integrato LM317 la consultazione dei data sheet ci informa del fatto che esiste una tensione di drop out (differenza fra tensione in ingresso e in uscita al regolatore) che varia con la corrente in uscita dal regolatore e che, per una corrente di 1 ampere erogata dal dispositivo, è pari a due volt, per cui

$$V_{i\min} = V_{O\text{MAX}} + V_{\text{drop-out}} = 15+2 = 17 \text{ volt}$$

$$\Delta V \leq 40\%V_{i\min} = 0.4 * 17 = 6.8$$

scegliamo un valore di 4 volt per cui il valore della capacità di filtro sarà

$$C = \frac{I_o}{\Delta V * 2f} = \frac{1}{400} = 2500 \mu F$$

Scegliamo il valore commerciale di 2200 microfarad.

Allora la tensione massima in ingresso al regolatore sarà

$$V_{i\text{MAX}} = 17+4=21 \text{ volt}$$

Per il secondario del trasformatore avremo

$$V_{\text{MAXsecondario trasformatore}} = 21 + 2V_{\text{diodi-ponte-graetz}} + 10\%(21 + 2V_{\text{diodi-ponte-graetz}}) = 23 + 2.3 = 25.3 \text{ volt}$$

$$V_{\text{eff}} = 25.3/1.4 = 17.9 \text{ volt}$$

Scegliamo un trasformatore 220:18.

La corrente efficace verrà ottenuta con la nota formula

$$I_{\text{eff}} = 1.8 * 1 = 1.8 \text{ A}$$

da cui avremo una potenza $S = V_{\text{eff}} I_{\text{eff}} = 32.4 \text{ VA}$ per cui avremo bisogno di un trasformatore da 40 VA.

Per dimensionare il valore della resistenza R4 limitatrice della corrente che circola nel led D3, notiamo, anzitutto, che, a differenza degli altri progetti, siamo stati costretti a porla non in uscita, ma in ingresso. Infatti, a causa della variabilità della tensione di uscita, non saremmo stati capaci di determinare la corrente da far circolare nel led. Ma la tensione ai capi del ramo costituito dal led e da R4 è pur sempre variabile a causa della presenza del ripple. Per determinare la resistenza R4 dobbiamo fare allora riferimento alla tensione media

$$R_4 = \frac{V_{iMEDI\text{A}} - V_{LED}}{I_{LED}} = \frac{19 - 1.7}{10 * 10^{-3}} = 1.8 K\Omega$$

Verifichiamo ora se c'è la necessità del dissipatore di calore. La tensione media in ingresso al regolatore è di 19 volt. Qual è la tensione di uscita? In questo caso la condizione peggiore è quella in cui la tensione di uscita è minima (1,25 volt) per cui

$$P_D = (V_{iMEDI\text{A}} - V_{Omin})I_O = (19 - 1.25)1 = 17.75 \text{ W}$$

a cui corrisponde una resistenza termica

$$\theta_{ja} = \frac{T_j - T_a}{P_D} = \frac{150 - 50}{17.75} = 5.63 \frac{^{\circ}C}{W}$$

Occorre dunque un dissipatore con resistenza termica

$$\theta_{da} \leq 0.6 \frac{^{\circ}C}{W}$$

La [tabella](#)

mostra la variazione della resistenza termica con la tensione di uscita

V _O	P _D	θ_{ja}	θ_{da}
15	4	25	20
14,8	4,25	23,5294118	18,5294118
14,5	4,5	22,2222222	17,2222222
14,3	4,75	21,0526316	16,0526316
14	5	20	15
13,8	5,25	19,047619	14,047619
13,5	5,5	18,1818182	13,1818182
13,3	5,75	17,3913043	12,3913043
13	6	16,6666667	11,6666667
12,8	6,25	16	11
12,5	6,5	15,3846154	10,3846154
12,3	6,75	14,8148148	9,81481481

12	7	14,2857143	9,28571429
11,8	7,25	13,7931034	8,79310345
11,5	7,5	13,3333333	8,33333333
11,3	7,75	12,9032258	7,90322581
11	8	12,5	7,5
10,8	8,25	12,1212121	7,12121212
10,5	8,5	11,7647059	6,76470588
10,3	8,75	11,4285714	6,42857143
10	9	11,1111111	6,11111111
9,75	9,25	10,8108108	5,81081081
9,5	9,5	10,5263158	5,52631579
9,25	9,75	10,2564103	5,25641026
9	10	10	5
8,75	10,3	9,75609756	4,75609756
8,5	10,5	9,52380952	4,52380952
8,25	10,8	9,30232558	4,30232558
8	11	9,09090909	4,09090909
7,75	11,3	8,88888889	3,88888889
7,5	11,5	8,69565217	3,69565217
7,25	11,8	8,5106383	3,5106383
7	12	8,33333333	3,33333333
6,75	12,3	8,16326531	3,16326531

6,5	12,5	8	3
6,25	12,8	7,84313725	2,84313725
6	13	7,69230769	2,69230769
5,75	13,3	7,54716981	2,54716981
5,5	13,5	7,40740741	2,40740741
5,25	13,8	7,27272727	2,27272727
5	14	7,14285714	2,14285714
4,75	14,3	7,01754386	2,01754386
4,5	14,5	6,89655172	1,89655172
4,25	14,8	6,77966102	1,77966102
4	15	6,66666667	1,66666667
3,75	15,3	6,55737705	1,55737705
3,5	15,5	6,4516129	1,4516129
3,25	15,8	6,34920635	1,34920635
3	16	6,25	1,25
2,75	16,3	6,15384615	1,15384615
2,5	16,5	6,06060606	1,06060606
2,25	16,8	5,97014925	0,97014925
2	17	5,88235294	0,88235294
1,75	17,3	5,79710145	0,79710145
1,5	17,5	5,71428571	0,71428571
1,25	17,8	5,63380282	0,63380282

