

Esercitazione 3.

Laboratorio Elettronica, classe IV E.T.C.

Raddrizzatore veloce ad una semionda

Diodo ideale, o superdiodo

Un amplificatore operazionale ed un diodo possono essere combinati, come in Figura 1, per realizzare un raddrizzatore ad una semionda di precisione. L'uscita v_O rappresenta una replica parziale rettificata del segnale di ingresso v_S con caduta di tensione trascurabile, rispetto a quella che si avrebbe con l'utilizzo di un singolo diodo (pari a circa 0.6 V). Grazie all'elevato guadagno ad anello aperto dell'operazionale, A_V (≈ 200000 in DC), la tensione di innesco del diodo V è ridotta a V/A_V , quando il diodo è inserito nell'anello di retroazione ed è in conduzione. In tal caso l'elevato guadagno A_V forza la tensione ai terminali di ingresso dell'operazionale ad essere quasi zero.

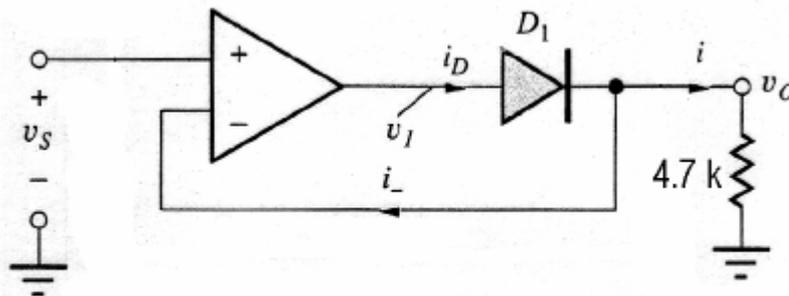


Figura 1 Raddrizzatore con superdiodo

Per $v_S > 0$, v_O eguaglia v_S , e $i > 0$. In tal caso l'uscita dell'operazionale è positiva ed il diodo $D1$ si trova in conduzione. Poiché la corrente nel piedino invertente, i_- , è idealmente zero, la corrente i_D è pari ad i , il diodo è in conduzione e l'anello di retroazione è chiuso proprio attraverso il diodo.

Per $v_S < 0$, l'uscita dell'operazionale è negativa ed il diodo non si trova in conduzione, quindi $i_D = 0$ e l'anello di retroazione è aperto: $v_O = 0$, poiché $i = 0$.

La transcaratteristica del circuito di Figura 1 è quindi quella riportata in Figura 2.

Sorgenti di errore principali:

- Guadagno finito dell'operazionale
- Guadagno dell'operazionale che diminuisce all'aumentare della frequenza
- Tensione di offset dell'operazionale

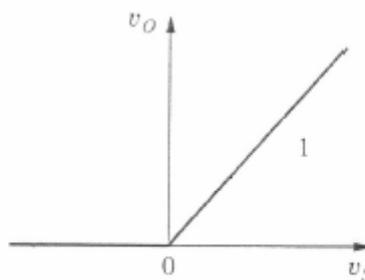
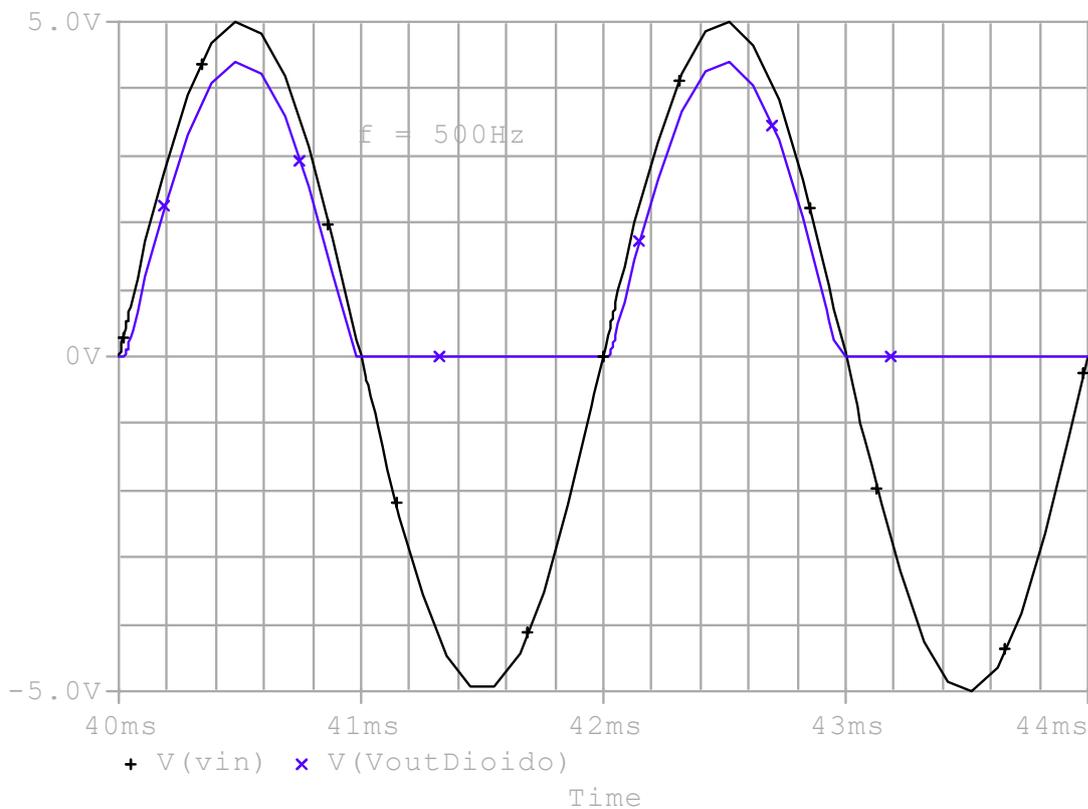
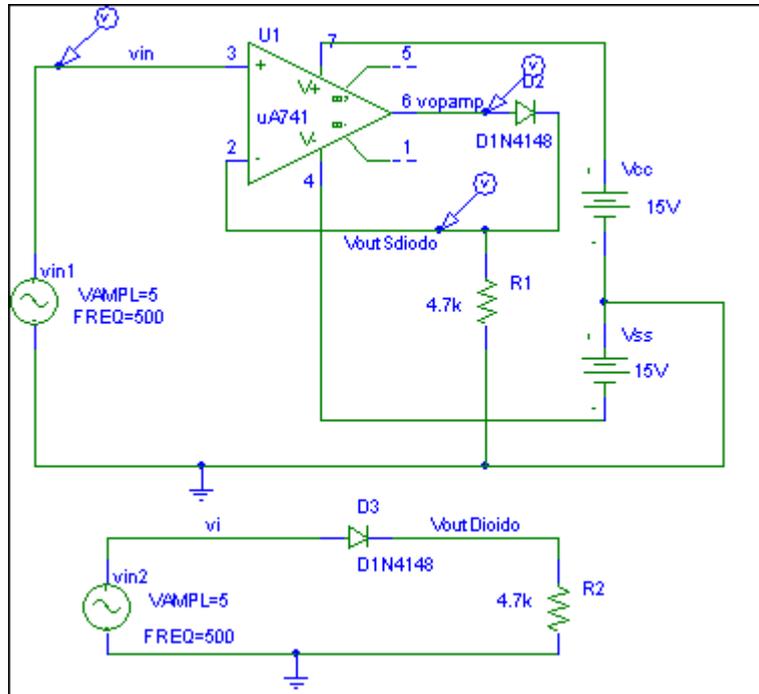


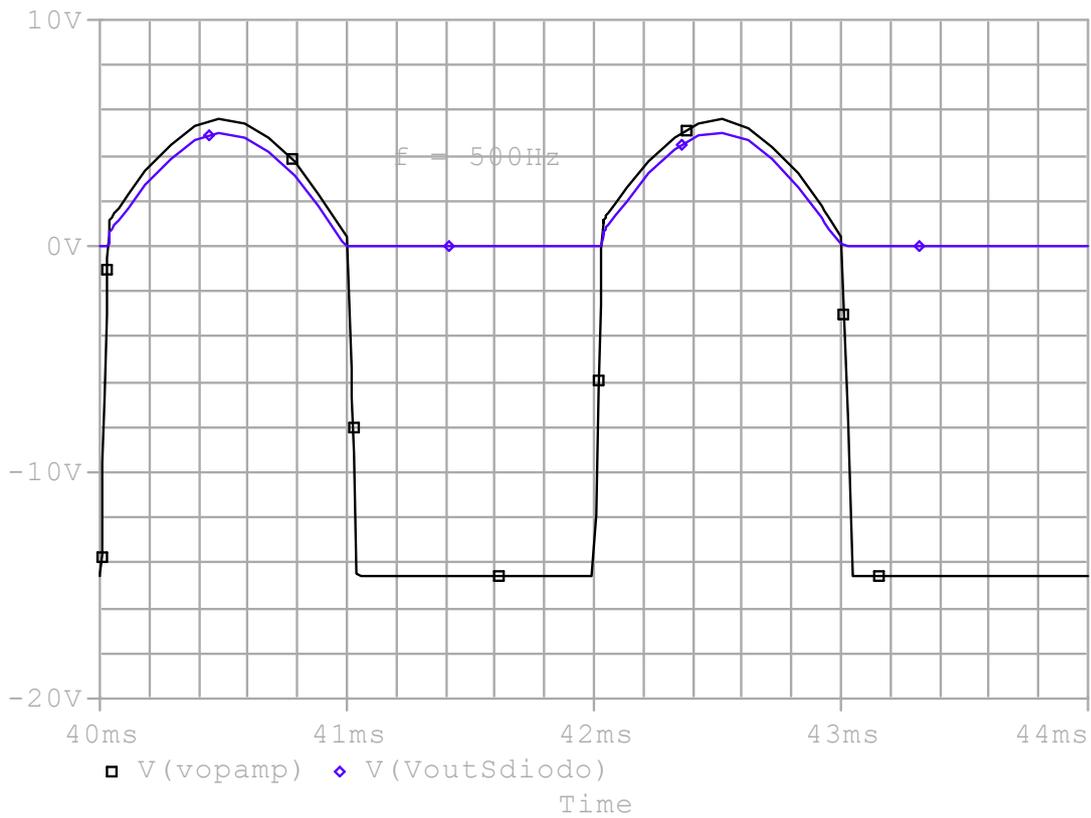
Figura 2 Transcaratteristica del circuito di figura 1

Problema di carattere pratico:

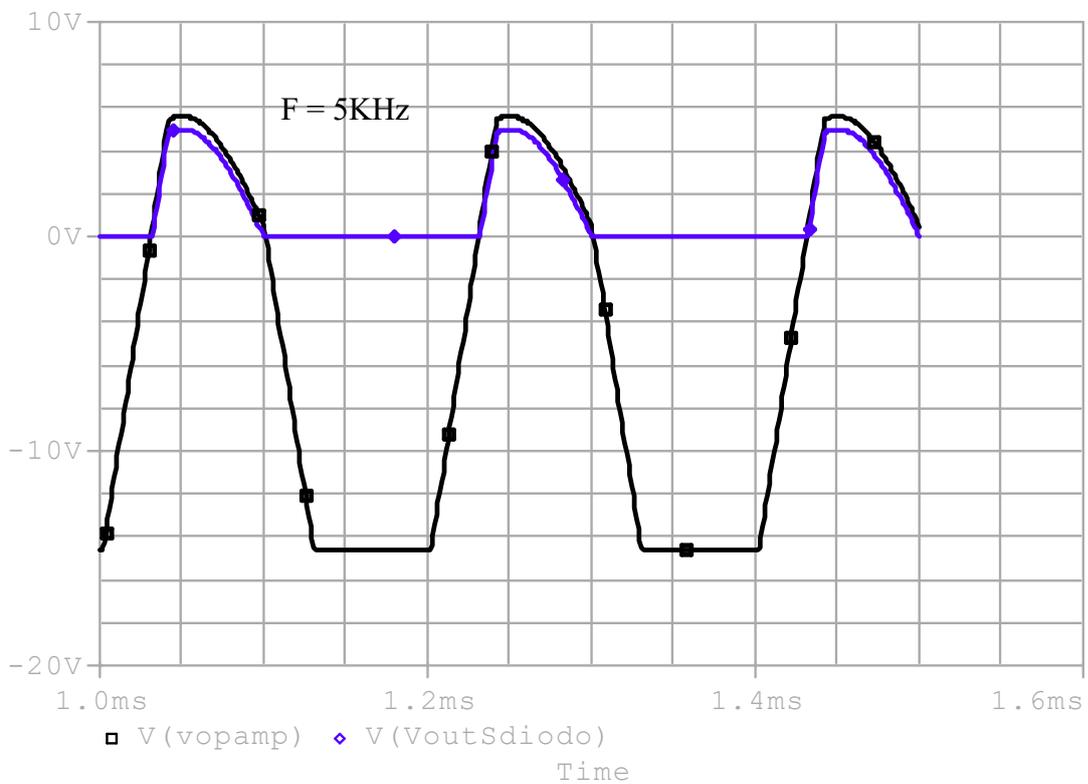
Sebbene per tensioni di ingresso negative l'uscita del circuito¹ sia correttamente pari a zero, ai terminali di ingresso dell'operazionale ho una tensione negativa e l'uscita dell'operazionale, v_1 , è quindi saturata verso la tensione negativa di alimentazione: l'anello di retroazione è aperto e non vale quindi il principio della massa virtuale!



¹ **NOTA BENE:** l'uscita del circuito è nel punto contrassegnato da v_o e non coincide con l'uscita dell'operazionale



Aumentando la frequenza a 5KHz si evidenziano gli effetti dello SR e della saturazione



Domanda: quale limite di prestazioni mi determina la saturazione?

Configurazione rettificante senza saturazione

Il problema della saturazione può essere aggirato tramite la configurazione circuitale di Figura 3, che realizza sempre un raddrizzatore di precisione a singola semionda.

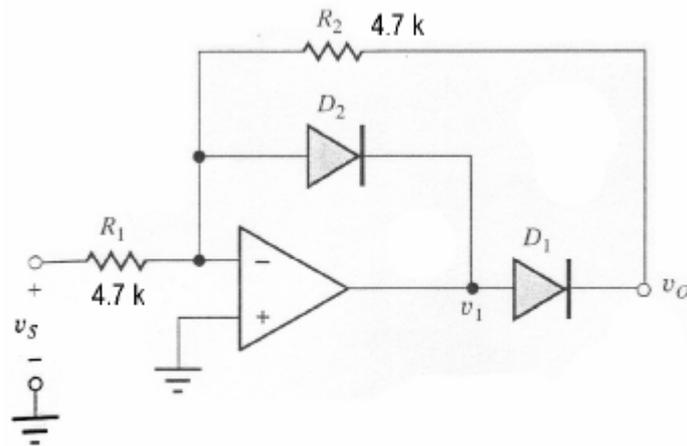


Figura 3 Configurazione senza saturazione

L'operazionale è ora in configurazione invertente e viene raddrizzata la semionda negativa del segnale di ingresso:

per $v_s > 0$: $v_o = 0$; per $v_s < 0$: $v_o = -(R_2/R_1)v_s$

La transcaratteristica del circuito è quella di figura 4.

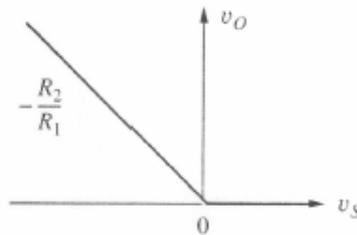
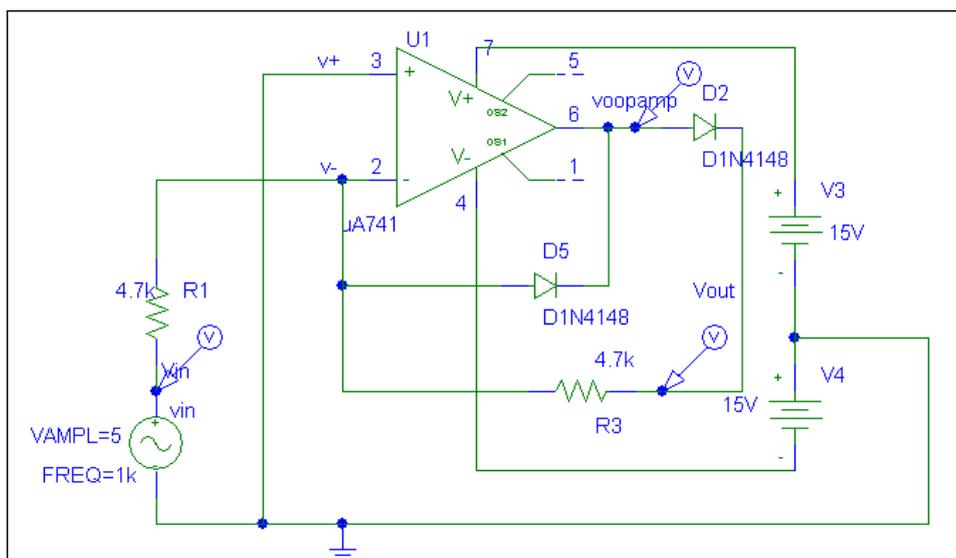
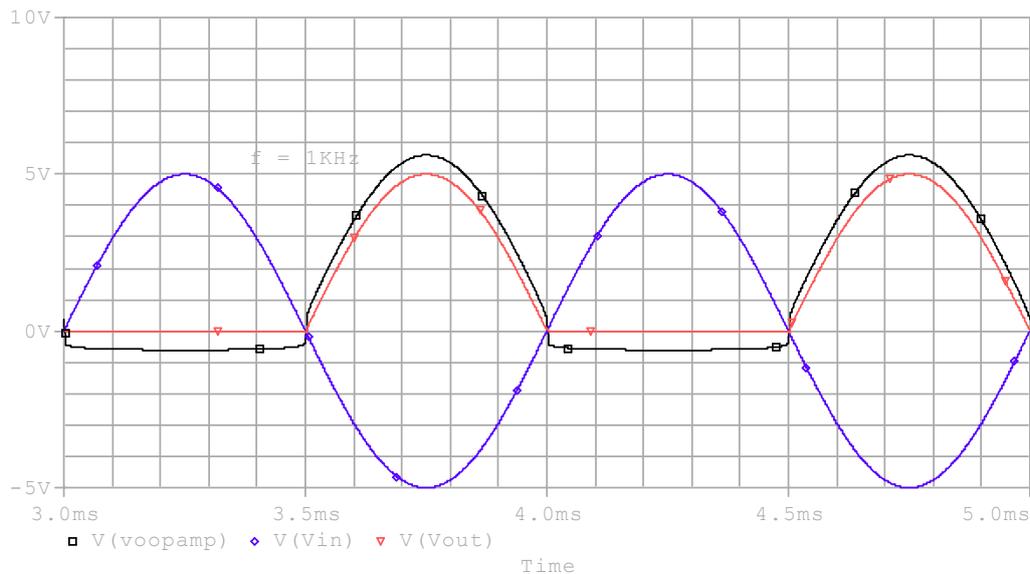


Figura 4 Transcaratteristica del circuito di figura 3



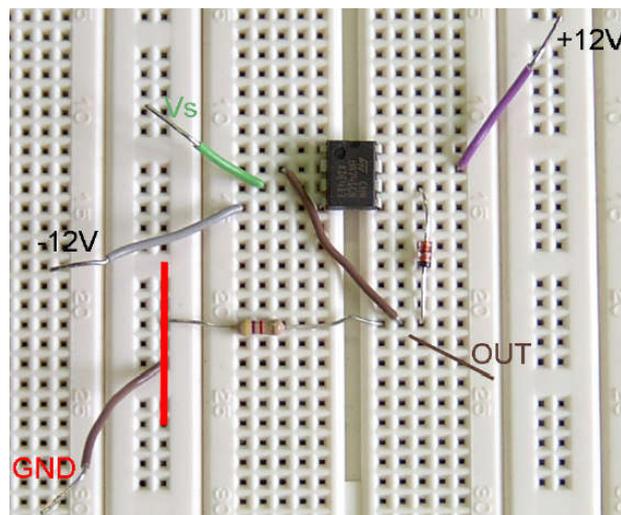


Domanda: perché l'operazionale non entra in saturazione in questa configurazione circuitale?
Domanda: determinare la causa della differenza di tensione presente fra l'uscita dell'opamp e l'uscita sul carico.

Esercitazione

Parte prima (da svolgere rapidamente):

- Montare il circuito di Figura 1 come riportato in fig.



- Alimentare l'operazionale uA741 con tensione 12 V
- Applicare come segnale di ingresso una sinusoide con ampiezza picco-picco di 10 V (nota: 5 V sul display del generatore di forme d'onda). Per avere un trigger stabile è vantaggioso portare il segnale di ingresso anche su di un canale dell'oscilloscopio tramite un attacco BNC a T ed un cavo coassiale
- Visualizzare l'uscita sull'oscilloscopio tramite una sonda
- Impostata la frequenza di 1 kHz sul generatore di segnale, posizionare la sonda sull'uscita dell'operazionale e verificare che questo si trova in saturazione durante la semionda negativa del segnale di ingresso. **Tracciare la forma d'onda sul grafico di figura 6** (impostare la base dei tempi dell'oscilloscopio in modo da visualizzare solo un paio di periodi del segnale)

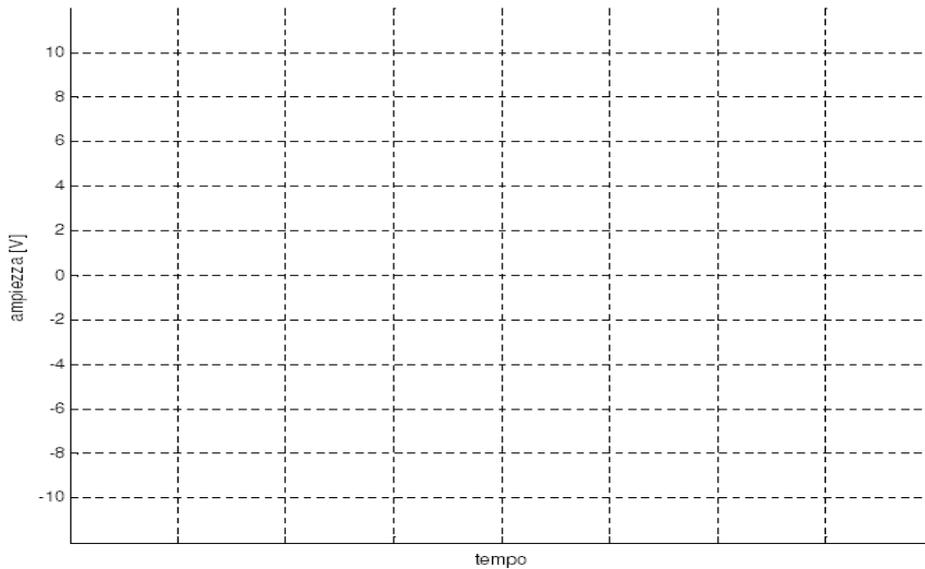
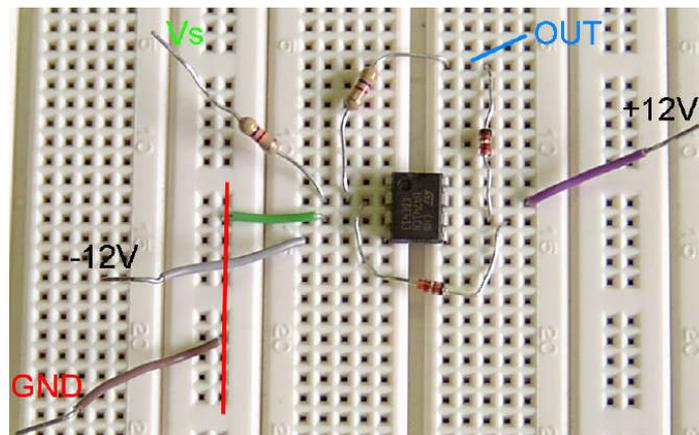


Figura 6

Parte seconda:

- Montare il circuito di figura 3 come riportato in fig.



- Utilizzare stessa alimentazione e segnale di ingresso
- Impostata la frequenza di 1 kHz sul generatore di segnale, spostare poi la sonda sull'uscita dell'operazionale e tracciare la forma d'onda sul grafico di Figura 6:

Come si spiega il segnale visualizzato, anche in confronto a quello che si otteneva con la configurazione precedente?

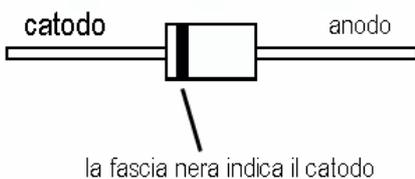
Componenti utilizzati nell'esercitazione:

Ampl. Op. uA741 – q.tà 1

Resistore da 4.7 k – q.tà 2

Diodo al silicio 1N4148 – q.tà 2

Diodo al silicio 1N4148



Pinout operazionale uA741

