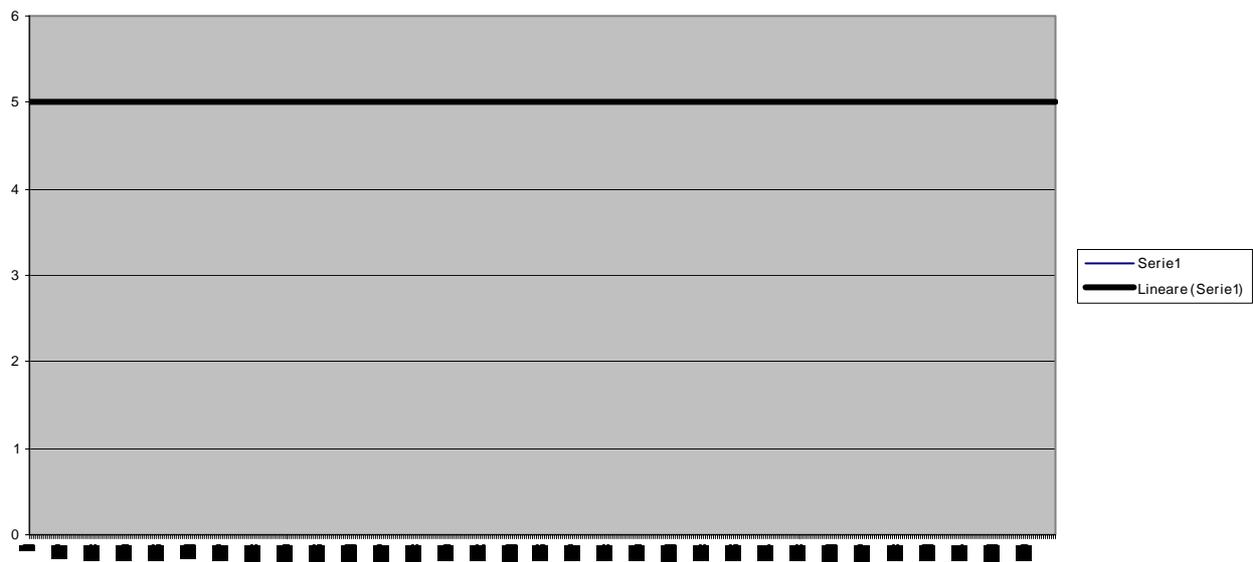


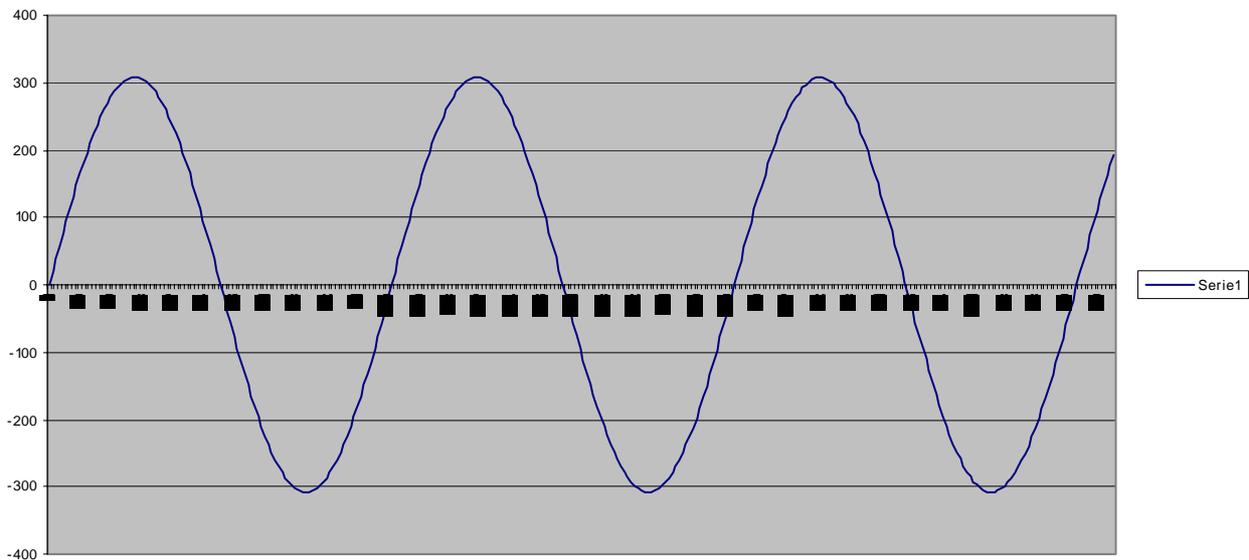
## CIRCUITI RADDRIZZATORI

Un primo esempio di utilizzo dei diodi è costituito dai circuiti raddrizzatori. Un circuito raddrizzatore è un componente degli alimentatori stabilizzati che ogni allievo avrà incontrato nella vita quotidiana.

Ogni dispositivo elettronico, dal televisore, al lettore MP3, al computer necessita, per un corretto funzionamento, di essere alimentato con una tensione costante di pochi volt

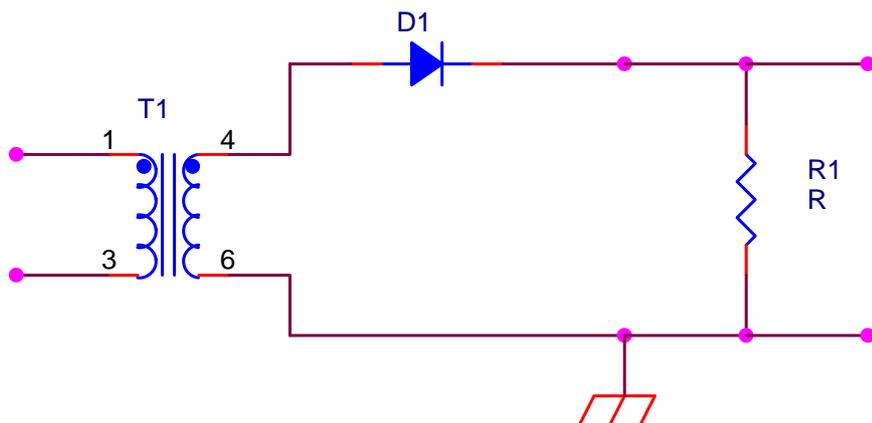


Ma, nelle nostre case, abbiamo a disposizione una alimentazione del tutto diversa, costituita da una tensione alternata, che ha un valore massimo di circa 300 volt e una frequenza di 50 hertz. Un'onda di questo tipo si dice sinusoidale.



Dire che quest'onda ha una frequenza di 50 Hz significa che compie 50 oscillazioni al secondo.

Se vogliamo alimentare un circuito elettronico, dobbiamo, allora, usare un dispositivo che trasformi la tensione alternata in tensione continua. Un primo esempio è quello della figura seguente



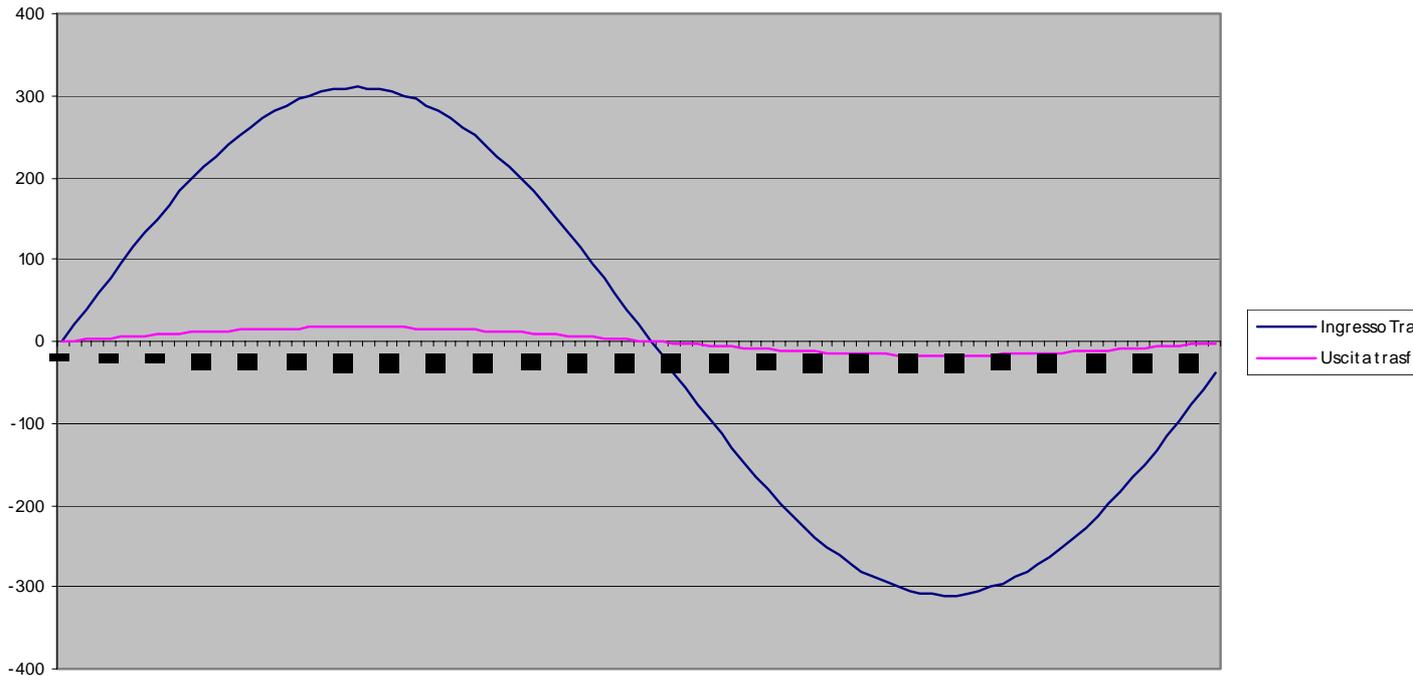
I morsetti di sinistra vanno collegati alla rete elettrica (la presa di casa). Il primo dispositivo indicato con T1, è un trasformatore<sup>1</sup>. Il trasformatore è un dispositivo che funziona soltanto in alternata e ha lo scopo di fornire in uscita una tensione alternata dalla forma identica a quella d'ingresso ma di valore massimo diverso, che può essere maggiore o minore di quello dell'onda in ingresso. Ad esempio, un trasformatore con rapporto di trasformazione 220:12, riceve in ingresso una tensione sinusoidale di valore efficace 220 volt, e fornisce in uscita un'onda sinusoidale con valore efficace 12 volt.<sup>2</sup> (vedi simulazione <http://www.antoniosantoro.com/trasformatore.htm> )

---

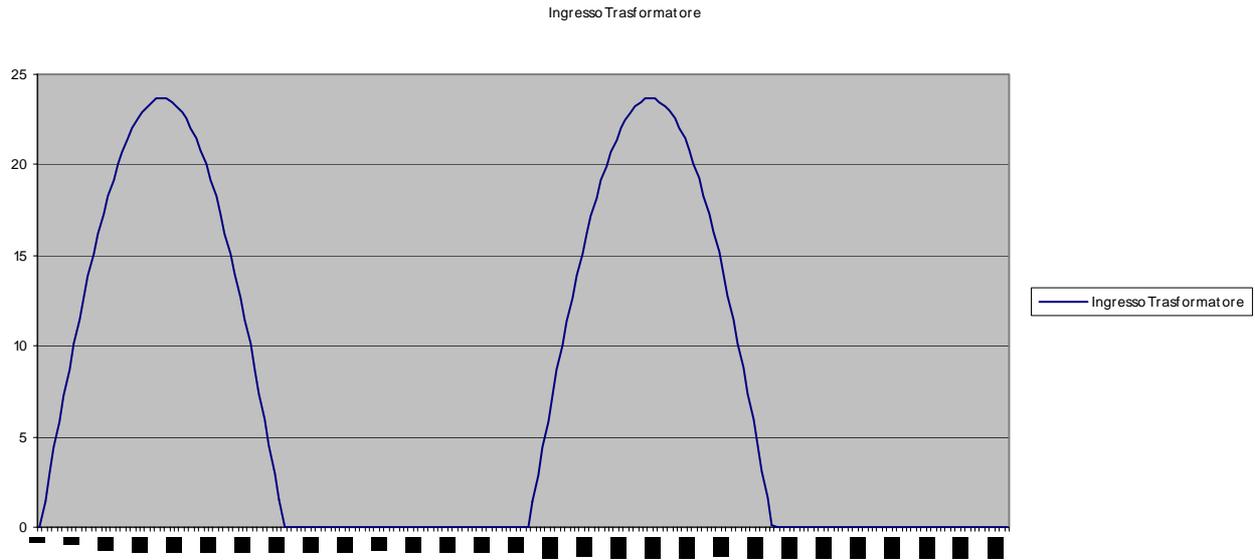
<sup>1</sup> La resistenza che si vede alla destra del circuito non fa parte dell'alimentatore ma rappresenta simbolicamente un qualunque carico che vogliamo alimentare (radiolina, computer, ecc.)

<sup>2</sup> Ricordiamo che, per un segnale sinusoidale, il valore efficace è legato al valore massimo dalla seguente formula

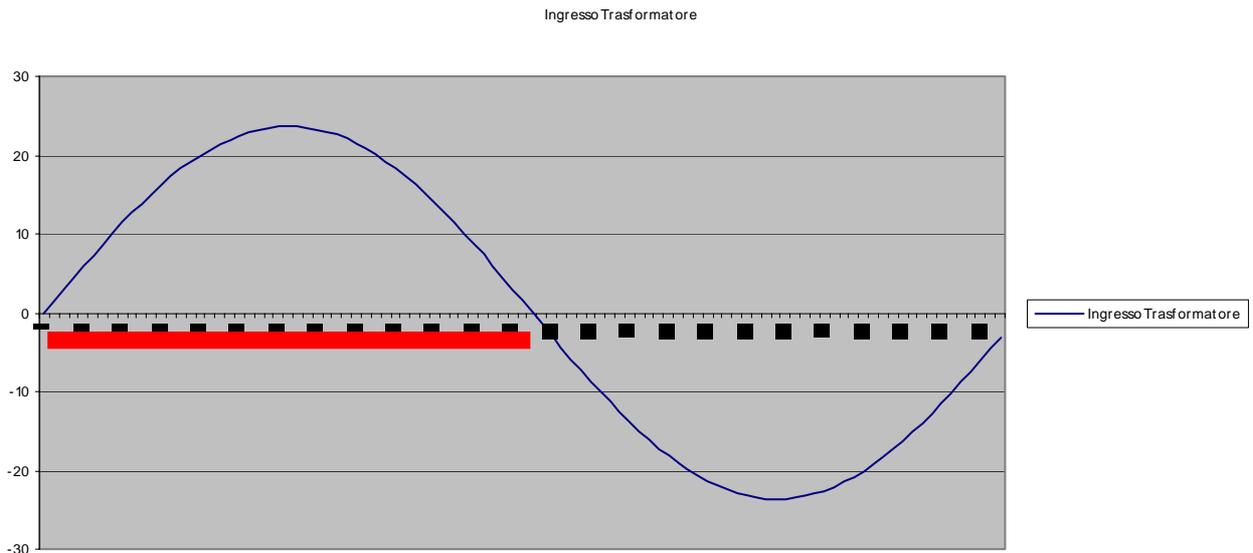
$$V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$



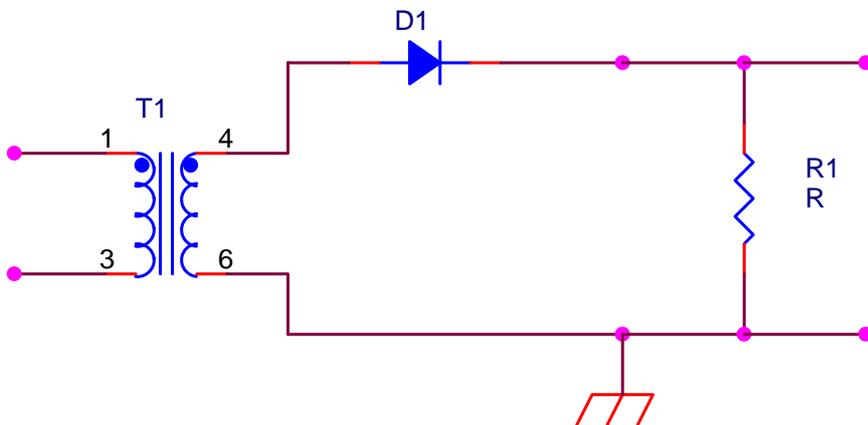
In questo modo riusciamo a ridurre l'ampiezza della tensione che rimane comunque molto diversa da una tensione costante. Il diodo permette di avvicinarci a questo risultato eliminando le parti negative dell'onda come nella figura seguente. ([vedi simulazione http://www.antoniosantoro.com/raddrizzatore.htm](http://www.antoniosantoro.com/raddrizzatore.htm) )



Per spiegare come il diodo consenta di ottenere tale effetto premettiamo che utilizziamo in questa sede un modello semplificato del diodo per cui il diodo polarizzato direttamente equivale ad un corto circuito ( un interruttore chiuso), mentre il diodo polarizzato inversamente equivale ad un circuito aperto (interruttore aperto). Osserviamo la seguente figura

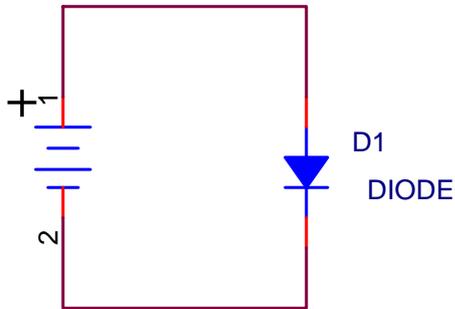


Nell'intervallo di tempo evidenziato, la tensione sul secondario<sup>3</sup> del trasformatore è positiva. Secondo le convenzioni usuali ciò significa che nel circuito

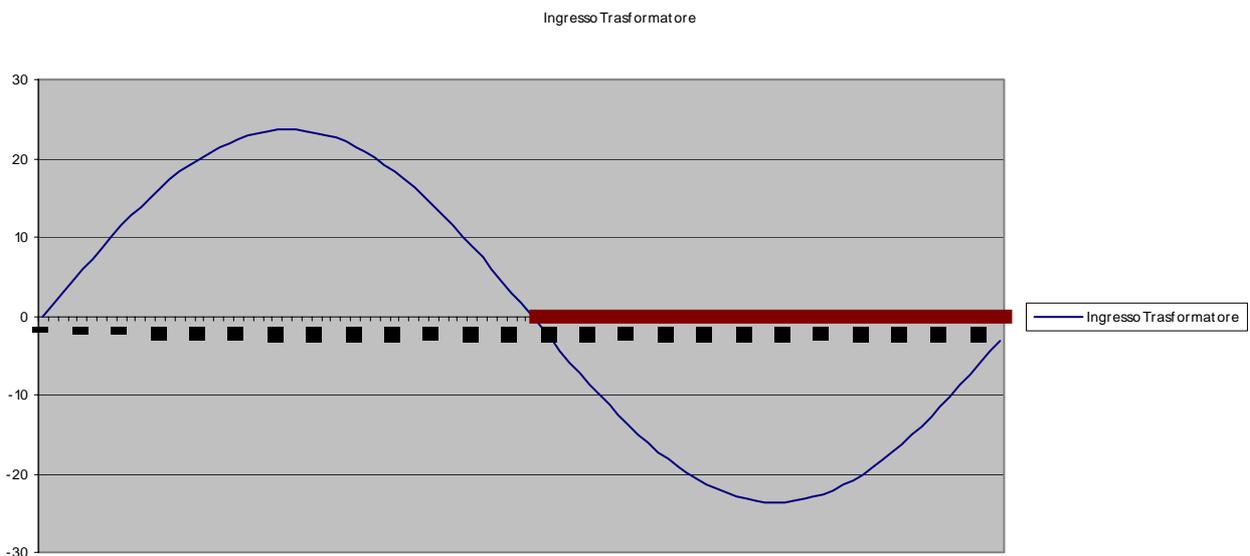


<sup>3</sup> l'avvolgimento d'ingresso del trasformatore è detto primario mentre l'avvolgimento di uscita è detto secondario

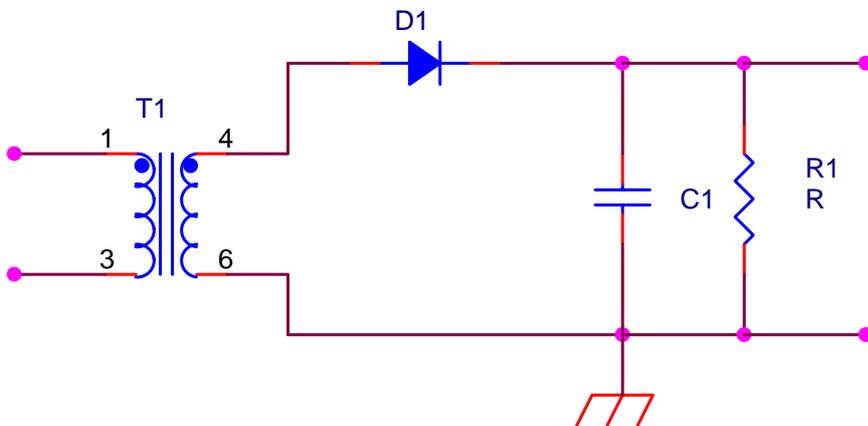
il morsetto 4 si trova ad un potenziale superiore al morsetto 6. Notiamo ora che il catodo del diodo è collegato al morsetto 6 e l'anodo al morsetto 4, cioè siamo nella seguente situazione



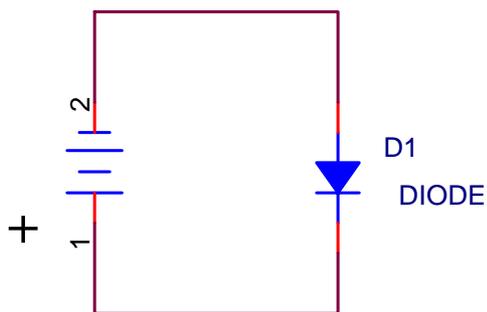
Allora il diodo è in polarizzazione diretta per cui consente il passaggio di corrente e l'alimentazione del carico rappresentato dalla resistenza, per cui la tensione ai capi della resistenza stessa è uguale a quella in uscita dal secondario del trasformatore.



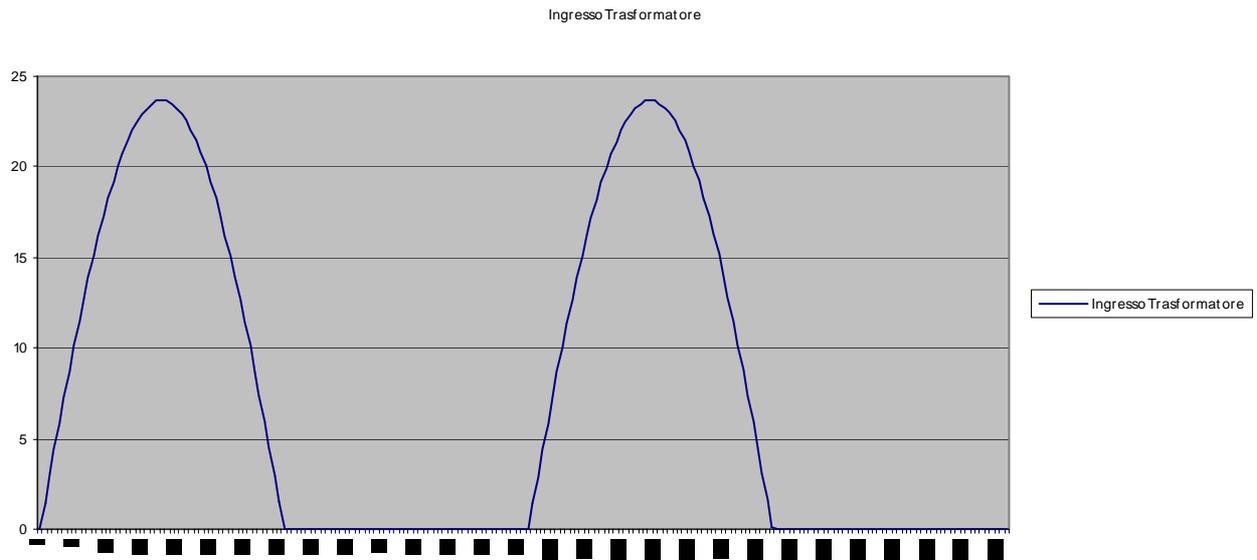
Quando ci troviamo nell'intervallo di tempo evidenziato nella figura precedente , la tensione è negativa cioè,



il morsetto 4 si trova a tensione inferiore al morsetto 6, in tal caso

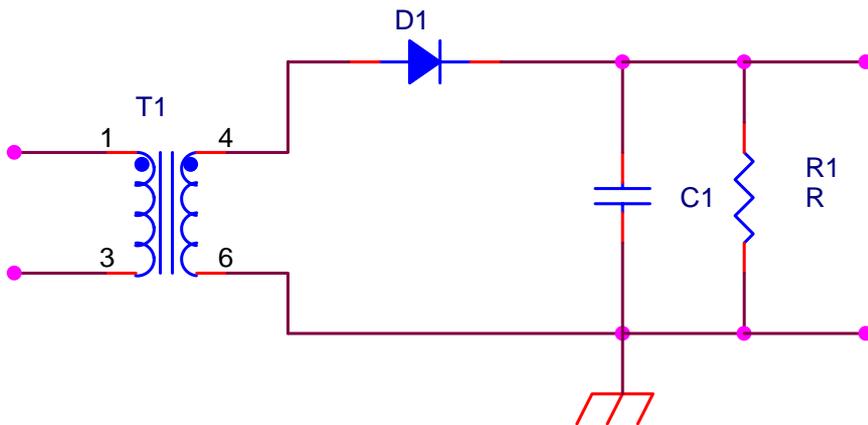


il diodo è polarizzato inversamente e non consente il passaggio di corrente per cui la resistenza non è alimentata e la tensione ai suoi capi è nulla, ottenendo l'effetto che avevamo accennato



Abbiamo eliminato l'onda negativa, si dice che abbiamo *raddrizzato* il segnale, ma siamo ancora lontani dall'effetto che volevamo ottenere, avere cioè una tensione costante.

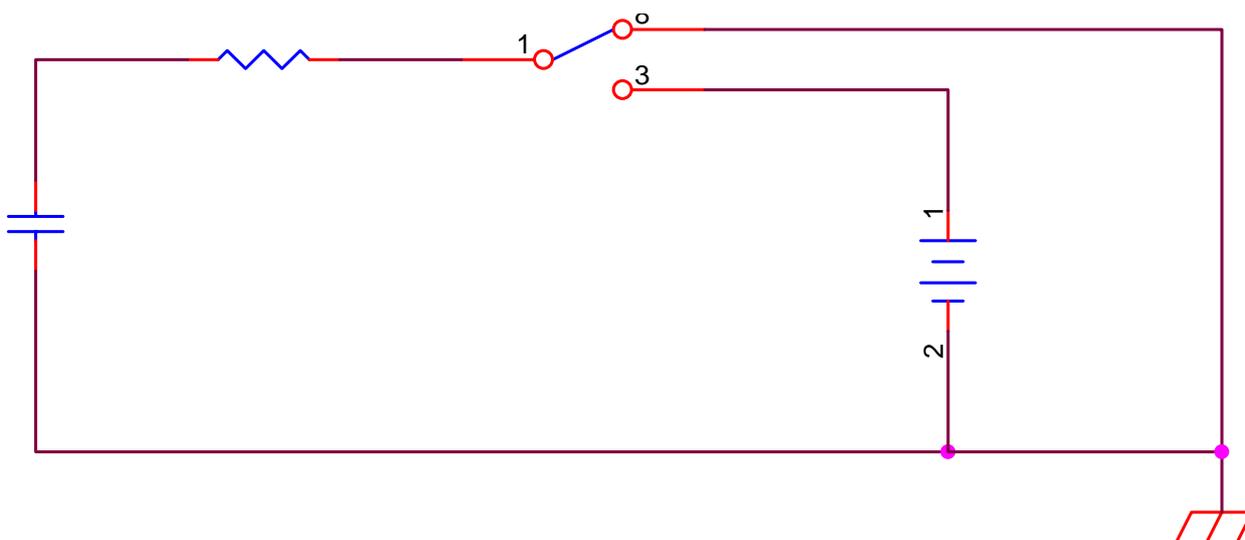
Le cose si possono migliorare introducendo un condensatore in parallelo al carico da alimentare



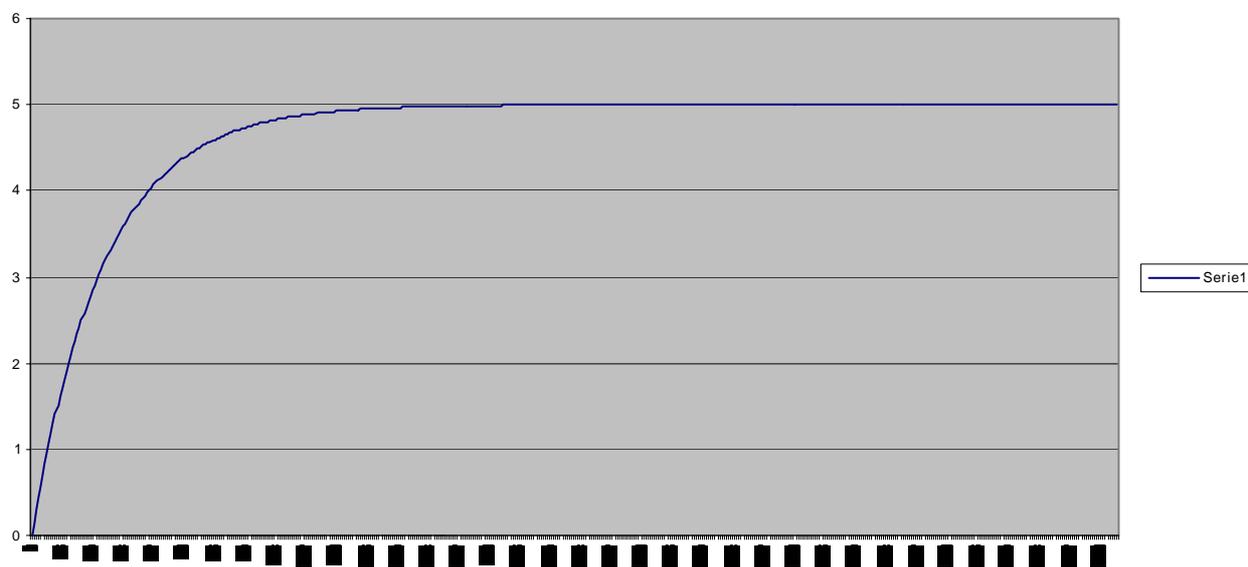
Occorre ricordare che un condensatore è un dispositivo che accumula cariche elettriche e, contemporaneamente, energia.



Ciò comporta che la tensione ai capi di un condensatore non può variare istantaneamente. Consideriamo, ad esempio, il seguente circuito

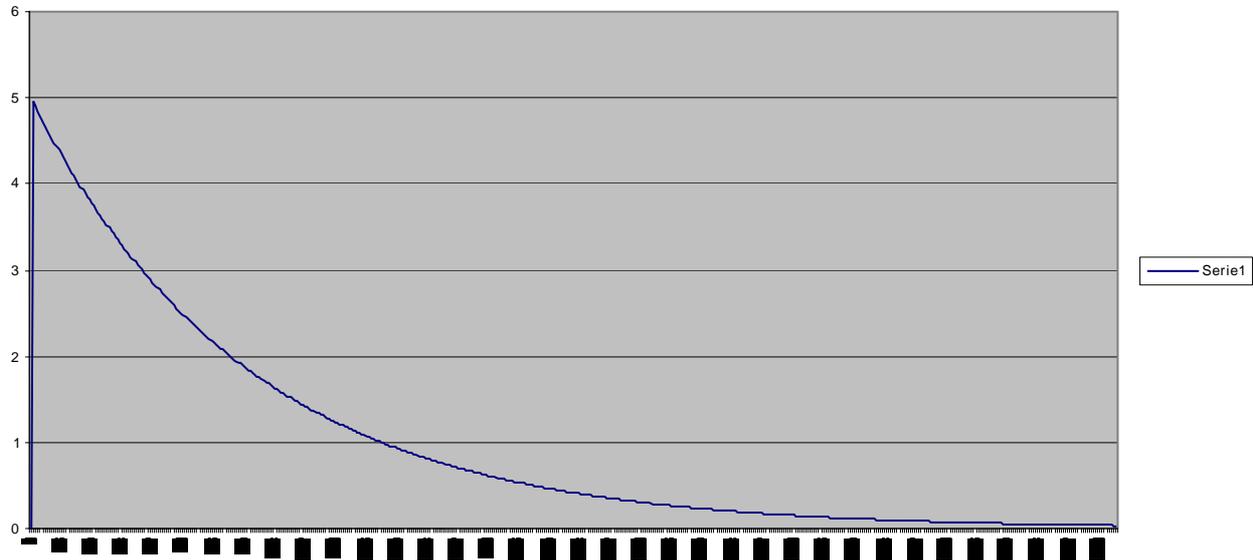


Quando l'interruttore è collegato al morsetto 3, il condensatore viene collegato alla batteria, ma la sua tensione non passa subito da zero al valore imposto dalla batteria. Essa crescerà invece in modo graduale come mostrato in figura ([vedi simulazione http://www.antoniosantoro.com/CARICACONDENSATORE.htm](http://www.antoniosantoro.com/CARICACONDENSATORE.htm) )



Analogamente se, dopo aver caricato il condensatore, spostiamo l'interruttore nella posizione 8, il condensatore scarica attraverso la resistenza, ma la sua tensione non va

istantaneamente a zero, come in figura ([vedi simulazione http://www.antoniosantoro.com/SCARICACONDENSATORE.htm](http://www.antoniosantoro.com/SCARICACONDENSATORE.htm) )



Ciò avviene perché un condensatore, accumulando cariche elettriche, contemporaneamente accumula anche energia elettrostatica. La fisica ci insegna che un condensatore carico ad una tensione  $V$  possiede un'energia pari a

$$E = \frac{1}{2} CV^2$$

Ciò significa che se il condensatore passa, ad esempio, da una tensione 0 ad una tensione pari a 5 volt, il generatore che lo carica deve erogare una potenza infinita. Per rendercene conto consideriamo, ad esempio, la seguente tabella ([vedi simulazione http://www.antoniosantoro.com/CONDENSATORE.htm](http://www.antoniosantoro.com/CONDENSATORE.htm) ) in cui supponiamo di caricare un condensatore da 1 mF ad una tensione di 5 volt. Quando si sarà completamente

caricato, il condensatore possiederà un'energia pari a 0.0125 joule. Ricordiamo dalla fisica che la potenza di un generatore è pari all'energia erogata nell'unità di tempo

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

e consideriamo dunque intervalli di tempo di carica sempre più piccoli. Dalla tabella vediamo ad esempio, che per caricare il condensatore in 10 millisecondi, occorre avere una potenza di soli 1,25 watt, ma per caricarlo in un decimo di millisecondo occorre già un generatore da 125 watt. Se volessimo impiegare un milionesimo di secondo occorreranno 1200 watt e così via.

CAPACITA' IN FARAD	0,001
--------------------	-------

TENSIONE MASSIMA IN VOLT	5
-----------------------------	---

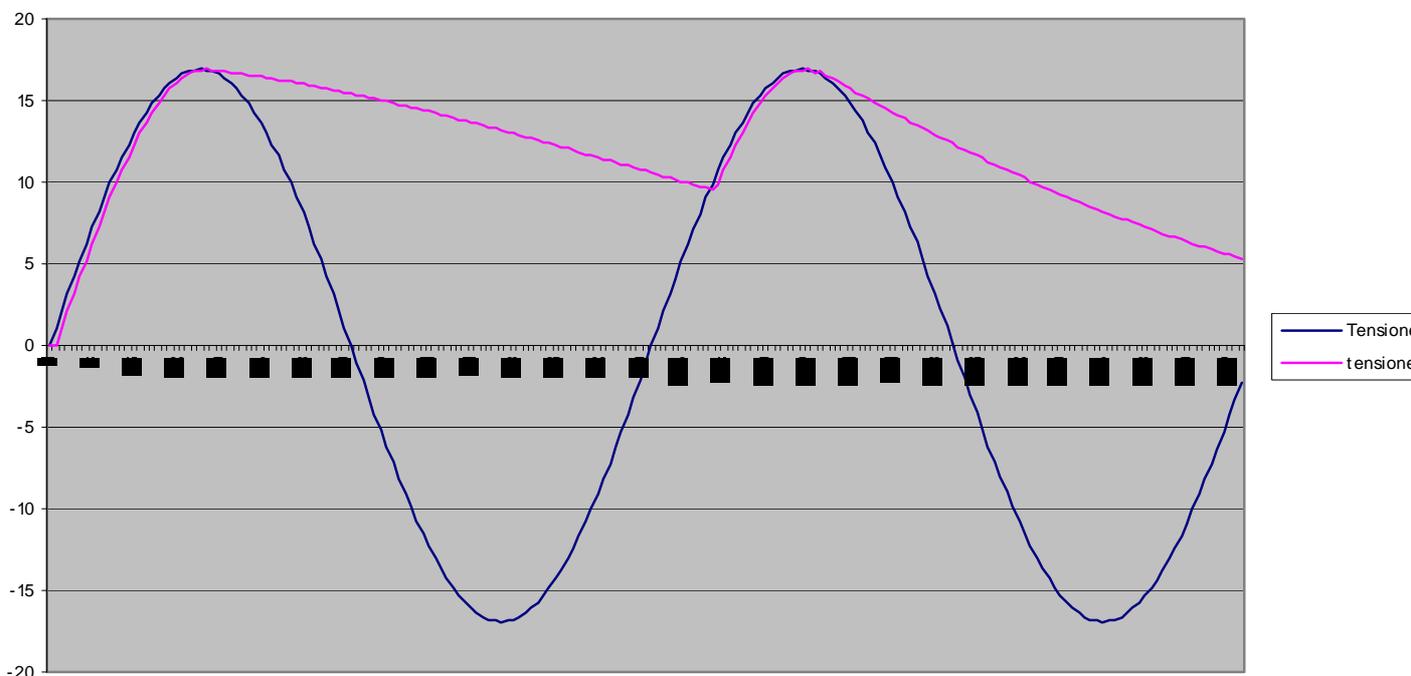
ENERGIA MASSIMA ACCUMULATA IN JOULE	0,0125
--	--------

INTERVALLO DI TEMPO IN CUI DEVE AVVENIRE LA CARICA IN SECONDI
1
0,1
0,01
0,001
0,0001

POTENZA NECESSARIA IN WATT
0,01
0,13
1,25
12,50
125,00

0,00001	1.250,00
0,000001	12.500,00
0,0000001	125.000,00
0,00000001	1.250.000,00
0,000000001	12.500.000,00
1E-10	125.000.000,00
1E-11	1.250.000.000,00
1E-12	12.500.000.000,00

Possiamo concludere il nostro discorso dicendo che un condensatore offre una sorta di “inerzia” alla variazione della tensione in un circuito, per cui la tensione che avremo sul nostro carico, collegato al circuito raddrizzatore sarà ([vedi simulazione http://www.antoniosantoro.com/effettocondensatore.htm](http://www.antoniosantoro.com/effettocondensatore.htm) )



Infatti, negli intervalli di tempo in cui la tensione sul secondario del trasformatore supera la tensione ai capi del condensatore, il diodo, avendo l’anodo a tensione

superiore rispetto al catodo, è polarizzato direttamente, consente il passaggio di corrente e così alimenta il carico e contemporaneamente carica il condensatore. Quando, invece, la tensione d'ingresso diminuisce, il condensatore tende a conservare la sua carica per cui la tensione d'ingresso va al di sotto di quella del condensatore, e il diodo si trova in polarizzazione inversa, essendo l'anodo a potenziale inferiore rispetto al carico. Non vi è più un passaggio di corrente attraverso il diodo e il condensatore comincia a scaricare lentamente sulla resistenza di carico, continuando, in tal modo, ad alimentarla. Quando la tensione d'ingresso supera di nuovo quella del condensatore, il diodo conduce di nuovo e il condensatore si ricarica. In tal modo, fatta eccezione per una ondulazione residua, ci siamo avvicinati all'obiettivo di avere una tensione continua.

Tale ondulazione residua dipende dal tempo che impiega il condensatore a scaricare. E' intuitivo che l'impiego di un condensatore più grande consente di ridurre l'ondulazione residua ([vedi simulazione](#)  
<http://www.antoniosantoro.com/effettocondensatore2.htm> ) come mostra il seguente disegno

