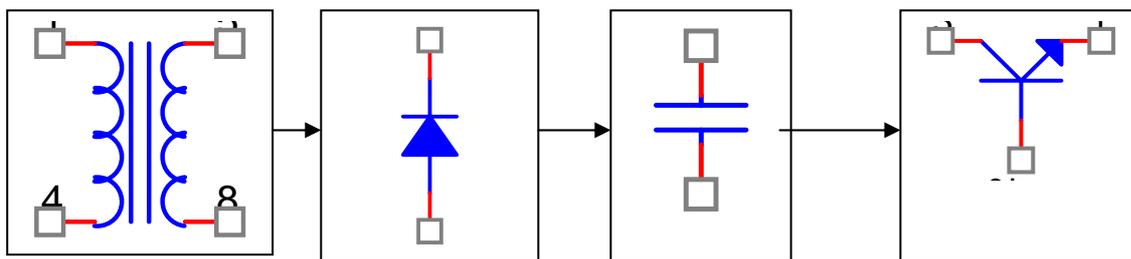
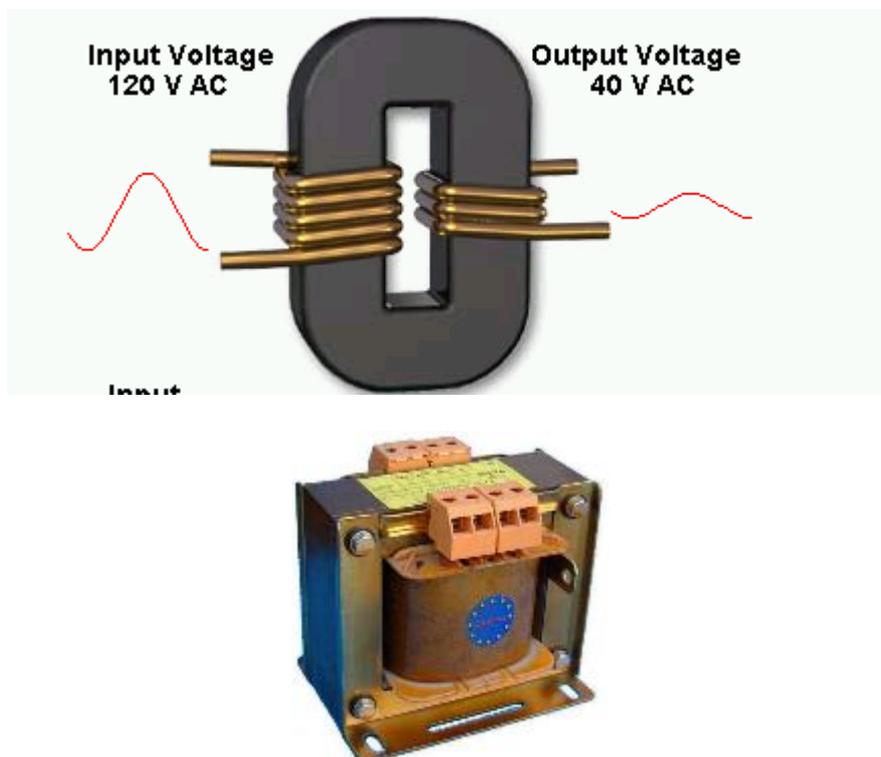


Gli alimentatori stabilizzati

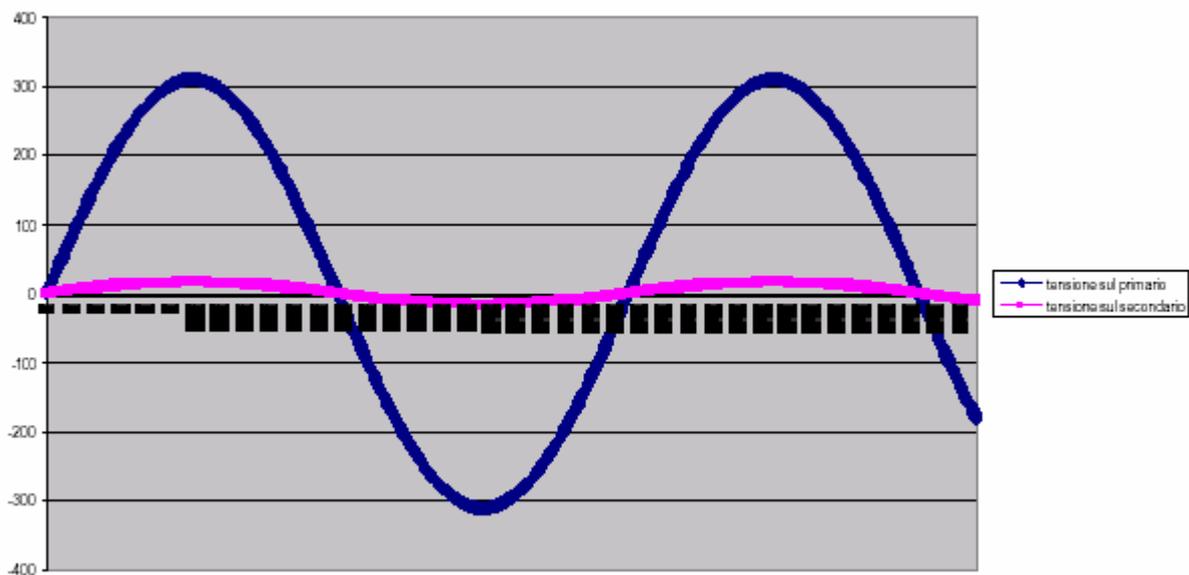
Scopo di un alimentatore stabilizzato è di fornire una tensione di alimentazione continua di alcuni volt (necessaria per poter alimentare un dispositivo elettronico), costante sia rispetto alle variazioni di carico sia rispetto alla variazione dell'alimentazione di ingresso che è la classica tensione alternata con 220 volt di valore efficace. Nella figura seguente abbiamo uno schema a blocchi di un possibile alimentatore



IL primo blocco è un blocco trasformatore. I trasformatori sono usati per aumentare o diminuire tensioni e correnti continue in un circuito. Essi sono basati sul principio della mutua induttanza¹



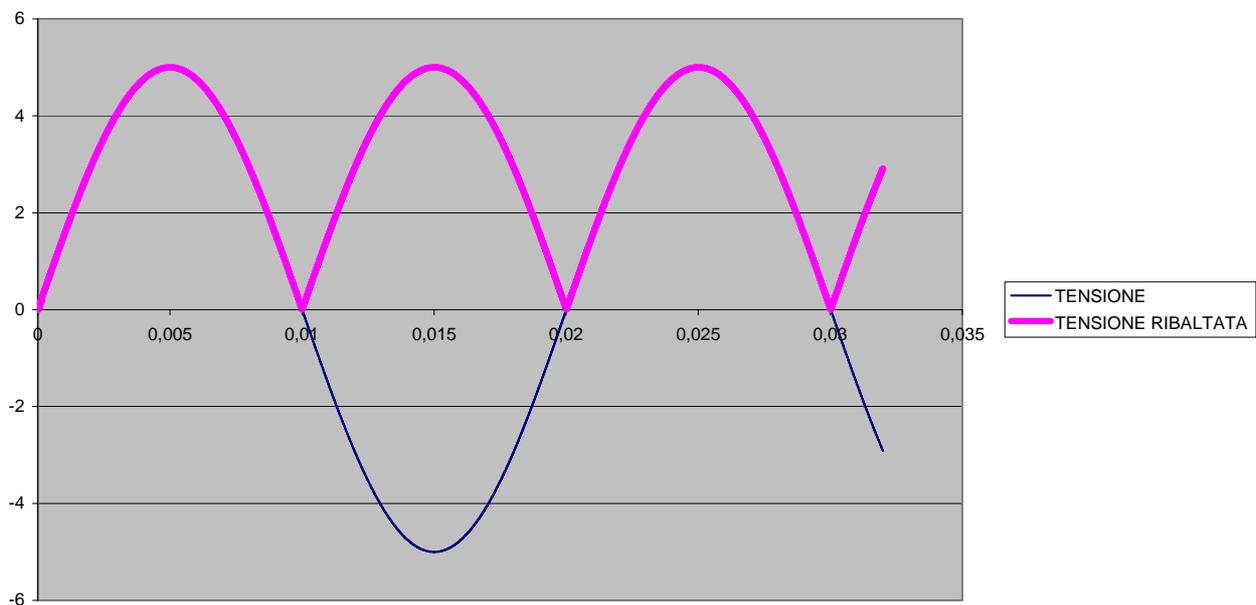
In sostanza il nostro blocco riceve in ingresso (chiamato anche circuito primario) una tensione alternata e fornisce in uscita una tensione alternata il cui valore efficace (o massimo) è diminuito o aumentato. Nel nostro caso occorre un trasformatore che faccia diminuire il valore efficace della tensione in modo da avvicinarci al nostro obiettivo di ottenere una tensione da pochi volt. Il [foglio excel](http://www.antoniosantoro.com/trasformatore%20ideale.xls) (<http://www.antoniosantoro.com/trasformatore%20ideale.xls>) allegato e la [pagina web](http://www.antoniosantoro.com/trasformatore%20ideale.htm) (<http://www.antoniosantoro.com/trasformatore%20ideale.htm>) consentono di verificare il comportamento del blocco trasformatore.



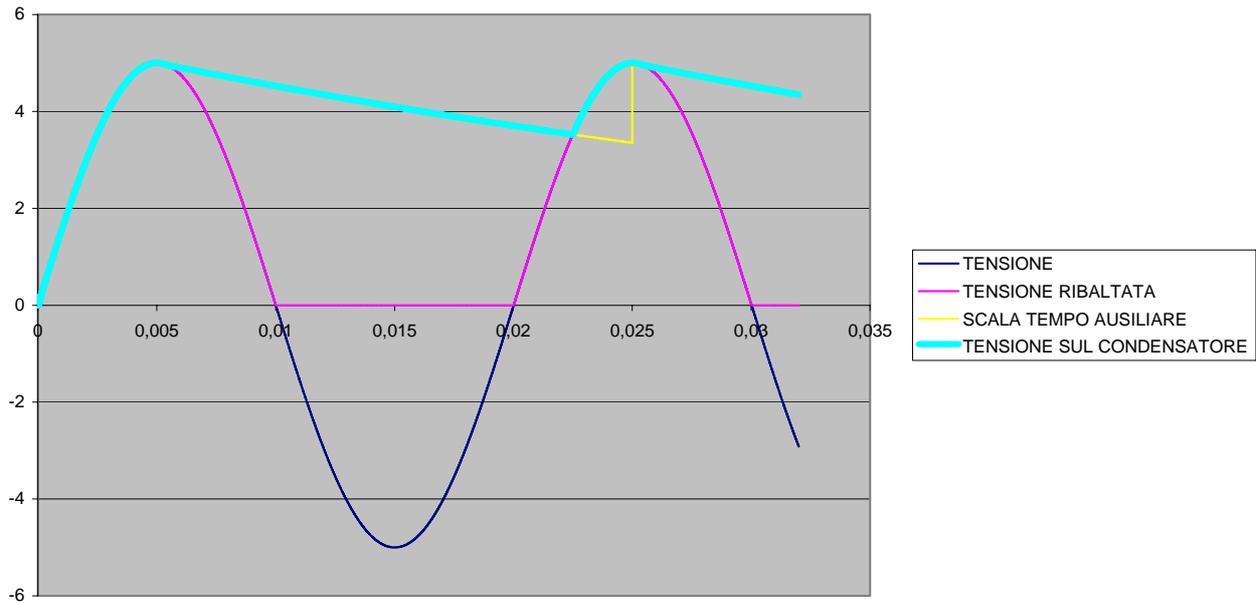
IL secondo blocco, che abbiamo contraddistinto con il simbolo di un diodo, è il blocco raddrizzatore. Già abbiamo incontrato circuiti raddrizzatori² e sappiamo che il loro scopo è quello di eliminare le parti negative del segnale alternato che si ottiene sul secondario del trasformatore. Sappiamo che vi sono circuiti raddrizzatori a singola semionda (vedi [foglio excel](http://www.antoniosantoro.com/TENSIONE%20RADDRIZZATORE%20A%20SEMIONDA.xls) <http://www.antoniosantoro.com/TENSIONE%20RADDRIZZATORE%20A%20SEMIONDA.xls> o [pagina html](http://www.antoniosantoro.com/TENSIONE%20RADDRIZZATORE%20A%20SEMIONDA.htm) <http://www.antoniosantoro.com/TENSIONE%20RADDRIZZATORE%20A%20SEMIONDA.htm> in cui la parte negativa dell'onda viene semplicemente soppressa



e circuiti raddrizzatori a doppia semionda, in cui la parte negativa dell'onda non viene soppressa ma ribaltata in modo da farla diventare positiva.



Il blocco di filtro consiste sostanzialmente nel condensatore che, nei vari circuiti citati nella nota precedente, veniva posto in parallelo all'uscita del circuito raddrizzatore in modo da approssimare l'onda ottenuta dal circuito raddrizzatore ad un'onda continua



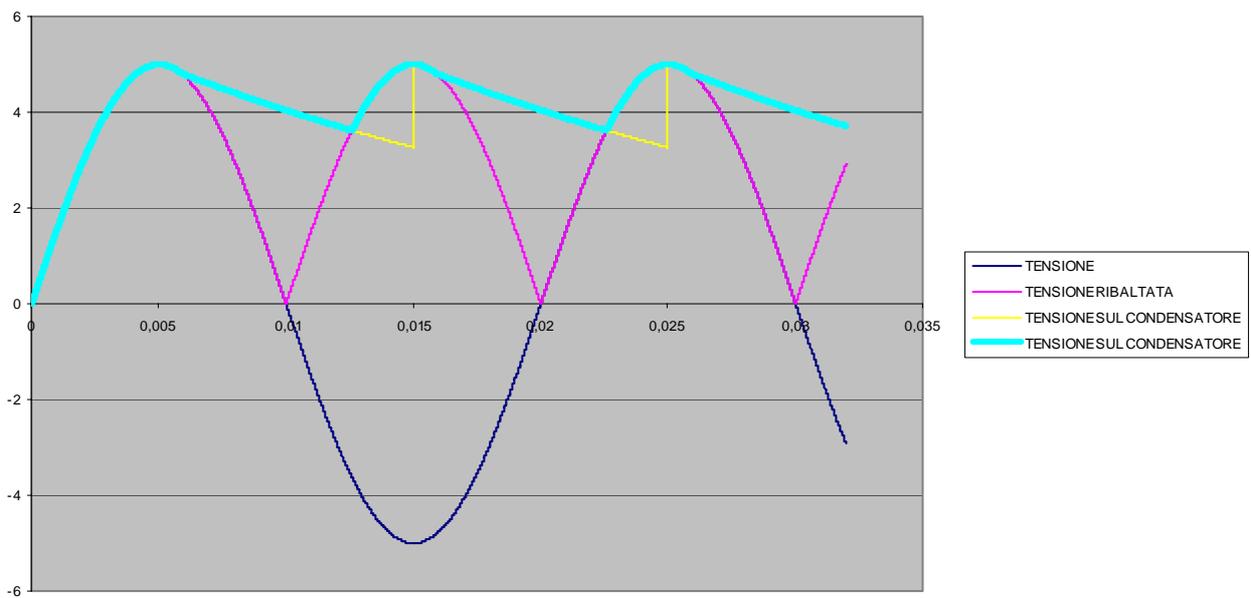
(vedi [foglio excel](#)

<http://www.antoniosantoro.com/CAPACITA%20RADDRIZZATORE%20A%20SEMIONDA.xls>

o [pagina html](#)

<http://www.antoniosantoro.com/CAPACITA%20RADDRIZZATORE%20A%20SEMIONDA.htm>

per il circuito a singola semionda)



(vedi [foglio excel](#)

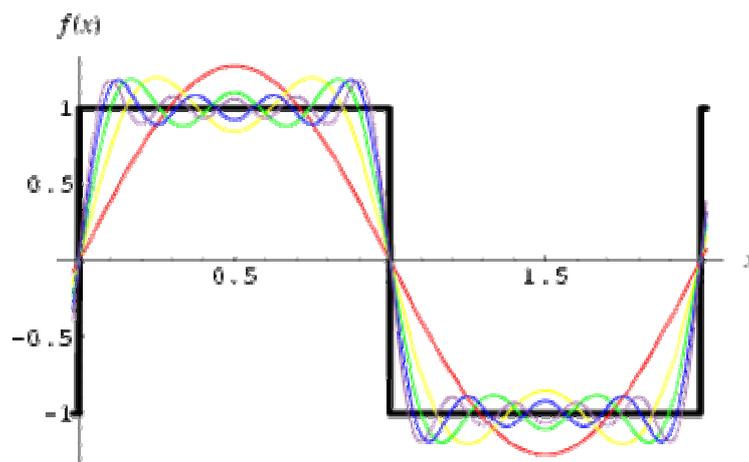
<http://www.antoniosantoro.com/CAPACITA%20RADDRIZZATORE%20A%20DOPPIA%20SEMIONDA.xls> o [pagina web](#)

<http://www.antoniosantoro.com/CAPACITA%20RADDRIZZATORE%20A%20DOPPIA%20SEMIONDA.htm> per i raddrizzatori a doppia semionda).

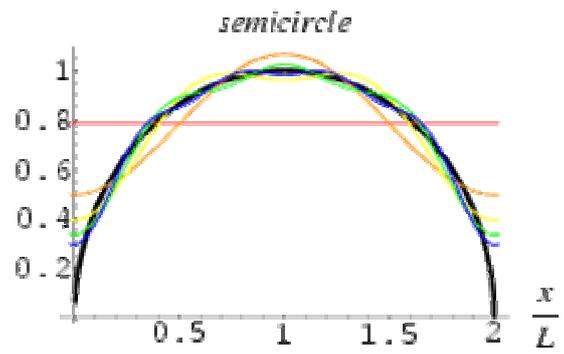
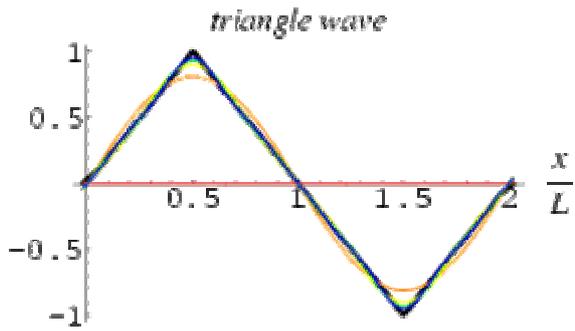
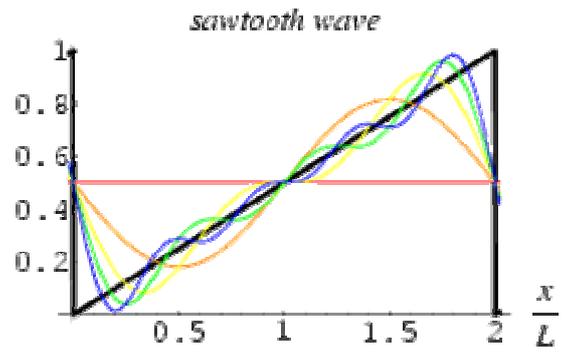
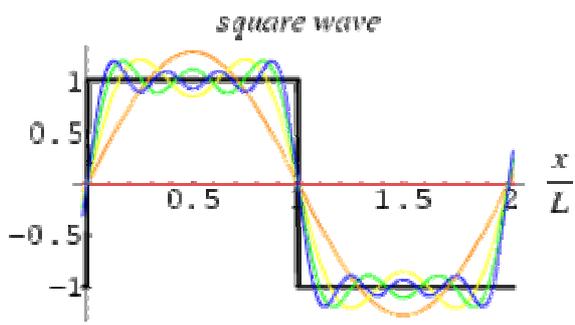
Il blocco viene detto di filtro a causa del teorema di Fourier. Questo teorema afferma in sostanza che un segnale periodico di forma qualunque si può considerare come la somma di infiniti segnali sinusoidali, detti armoniche,

$$f(x) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(nx) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(nx),$$

le cui frequenze sono multipli della frequenza del segnale di partenza e le cui ampiezze decrescono con l'aumentare della frequenza.

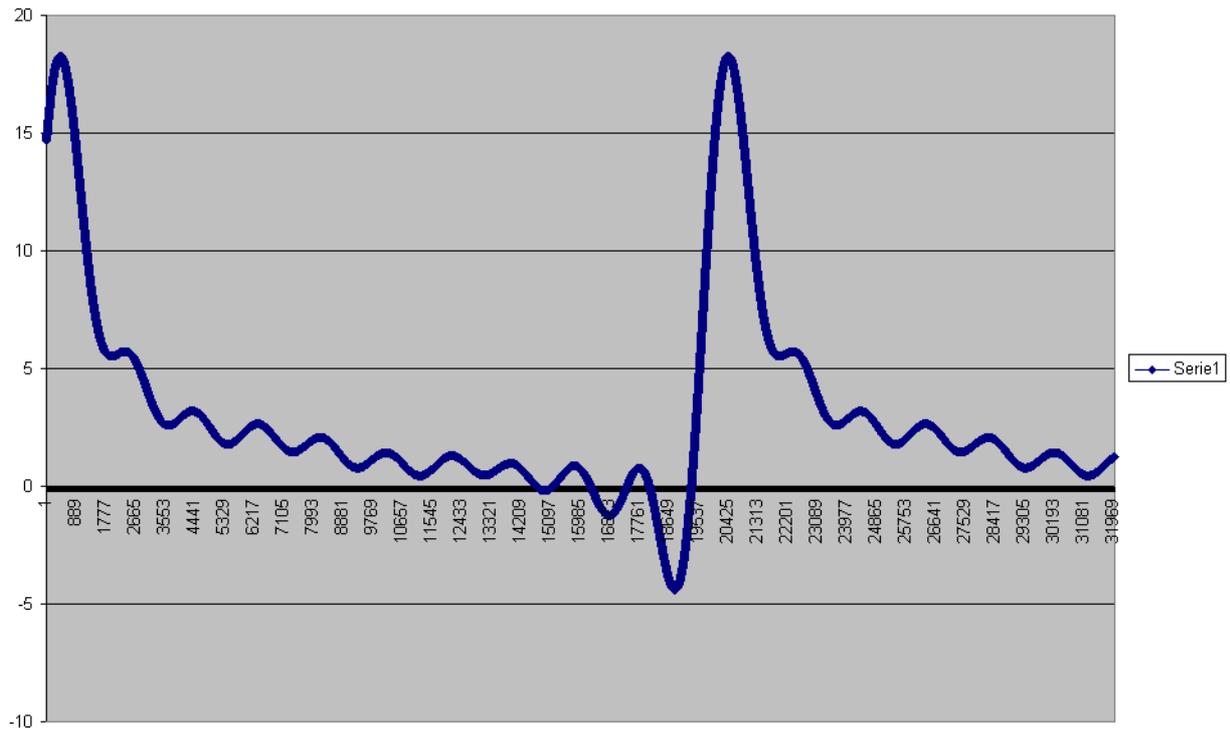


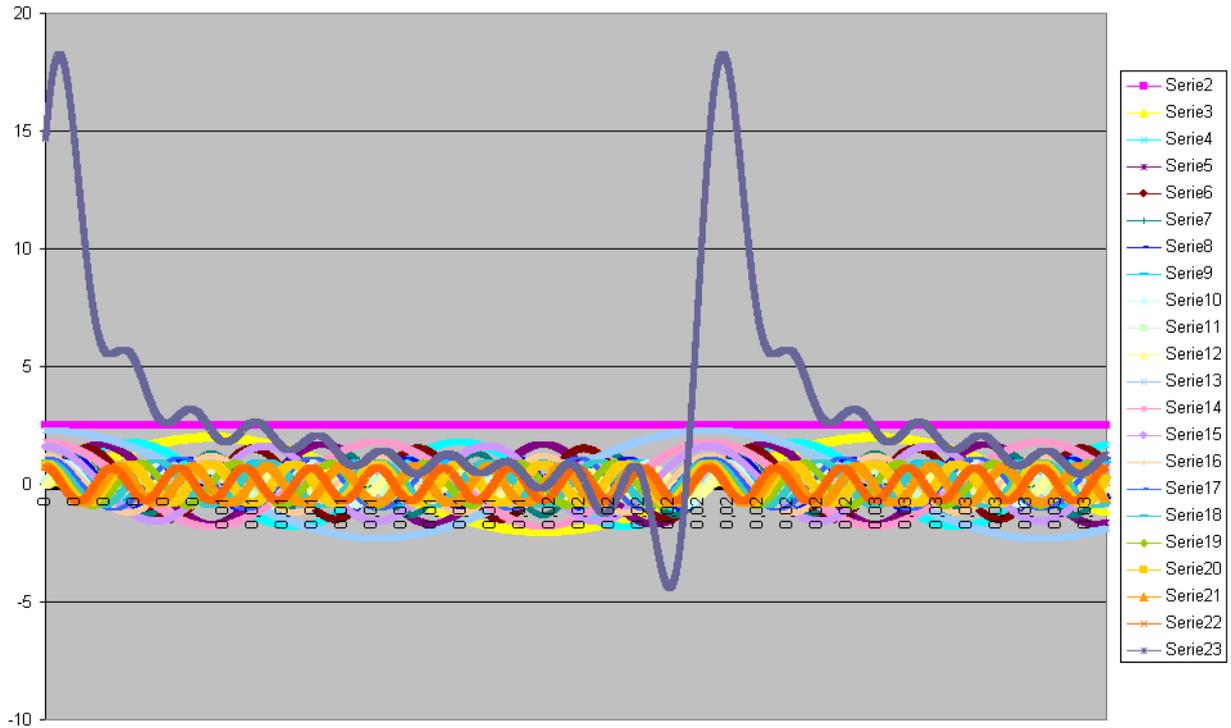
Si può dire che più un segnale varia lentamente, minore è il contributo delle armoniche superiori. In sostanza il condensatore che introduciamo nell'alimentatore, addolcisce la forma dell'onda filtrando le armoniche di ordine superiore, da cui il nome di filtro.



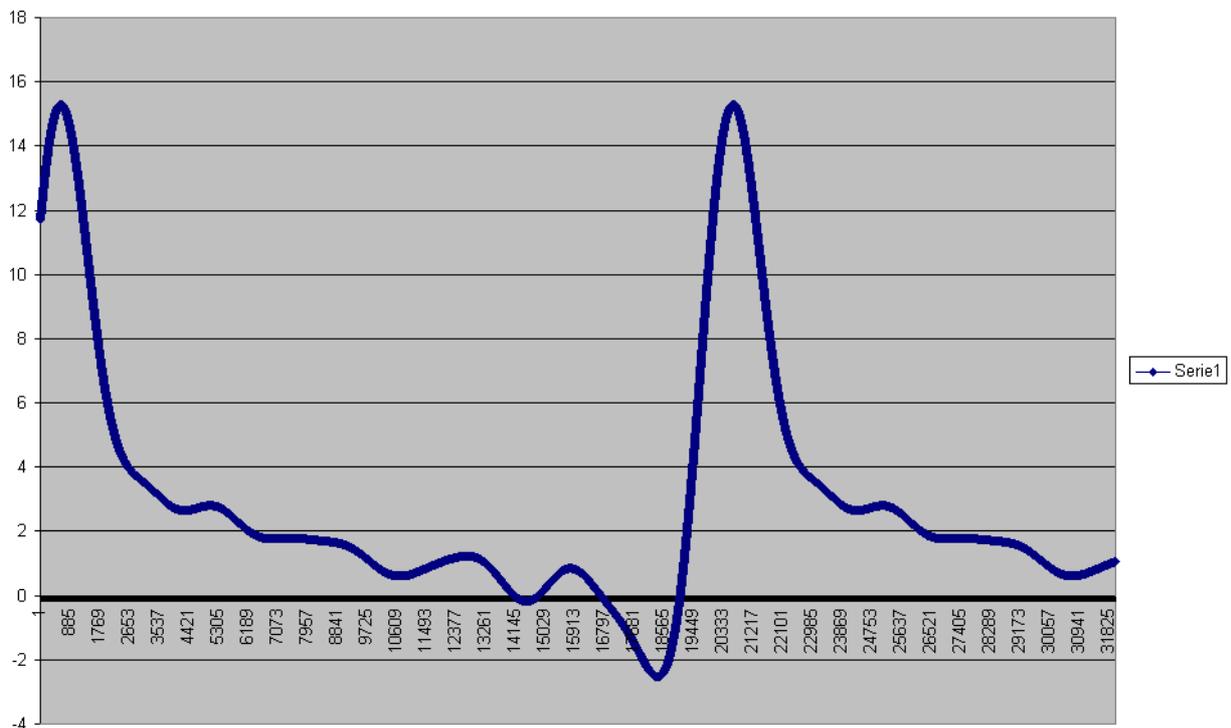
Con un [foglio excel](#)

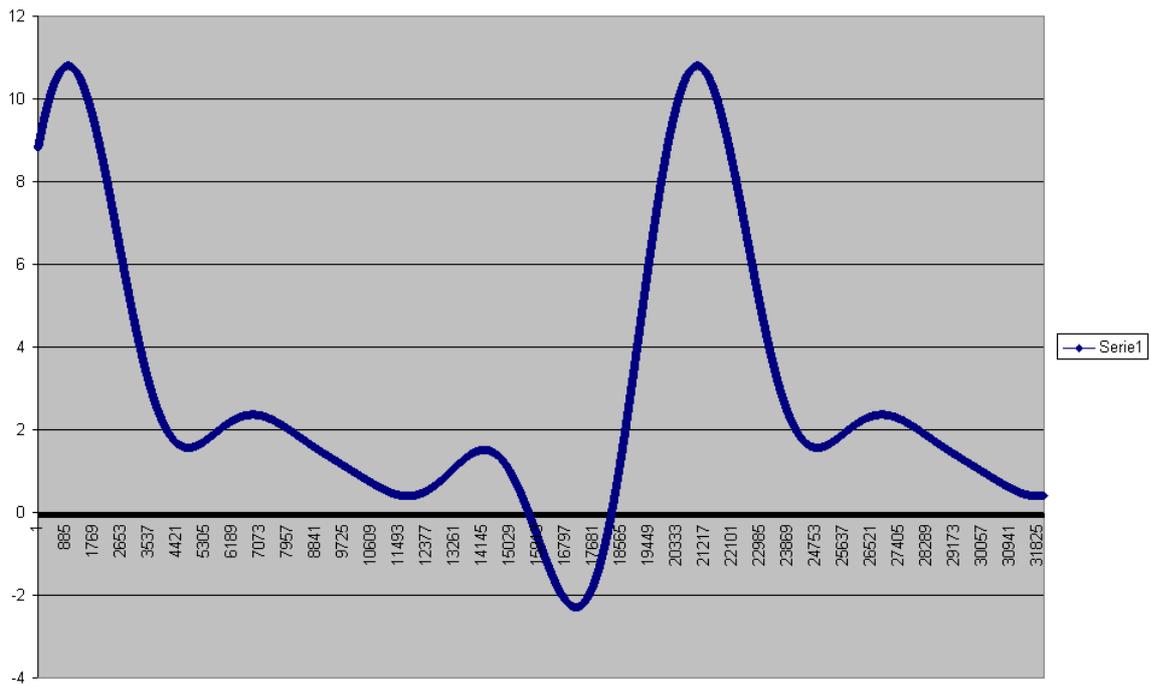
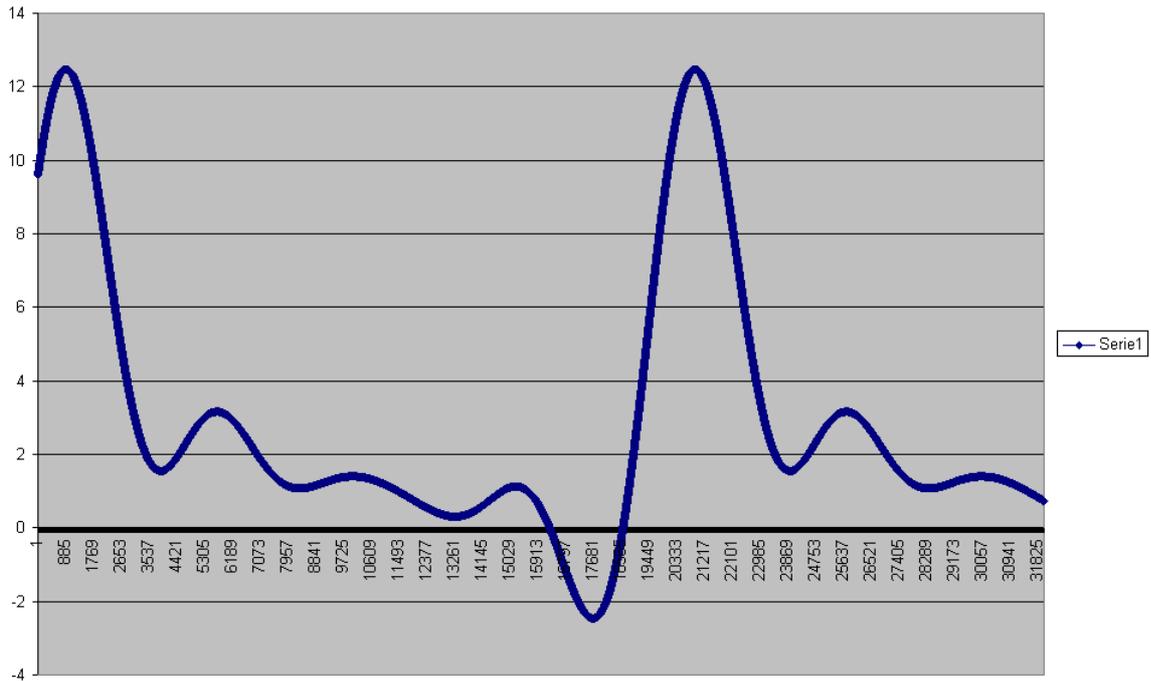
<http://www.antoniosantoro.com/SIMULAZIONE%20FOURIER.xls> di simulazione possiamo verificare quanto detto. In questo foglio si suppone di utilizzare soltanto 10 armoniche sinusoidali e 10 cosinusoidali e si può vedere il segnale che si ottiene dalla somma di queste sinusoidi. Se si attribuiscono valori elevati alle ampiezze di tutte le sinusoidi si ha un segnale che varia con fronti molto ripidi

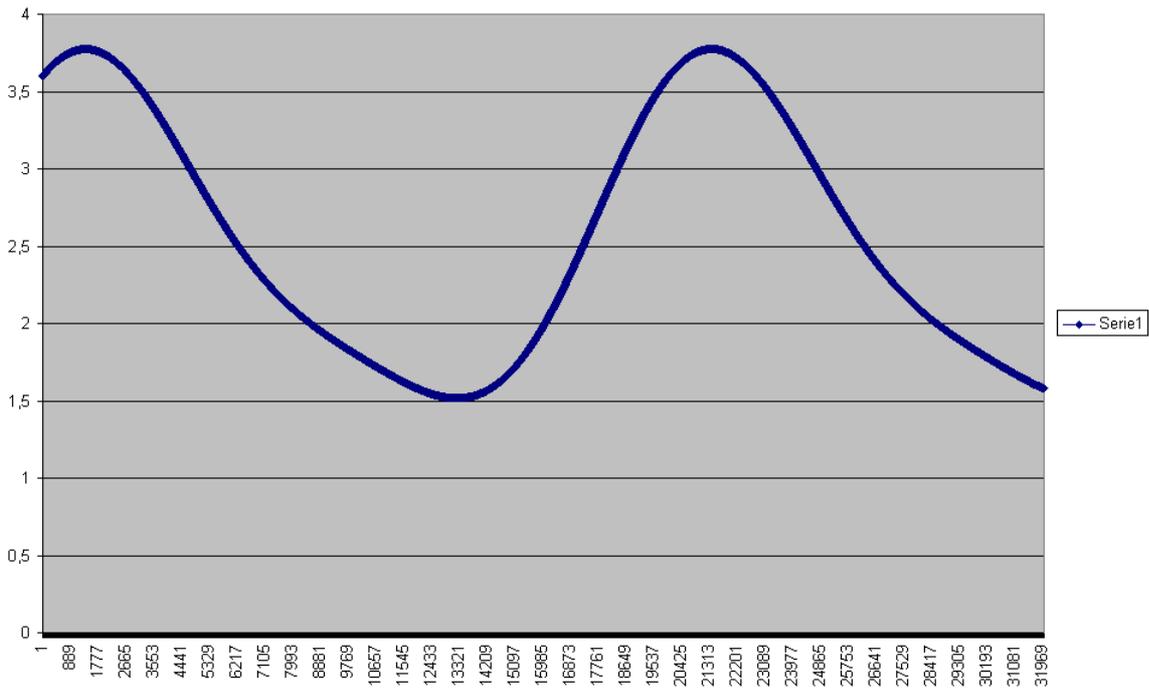
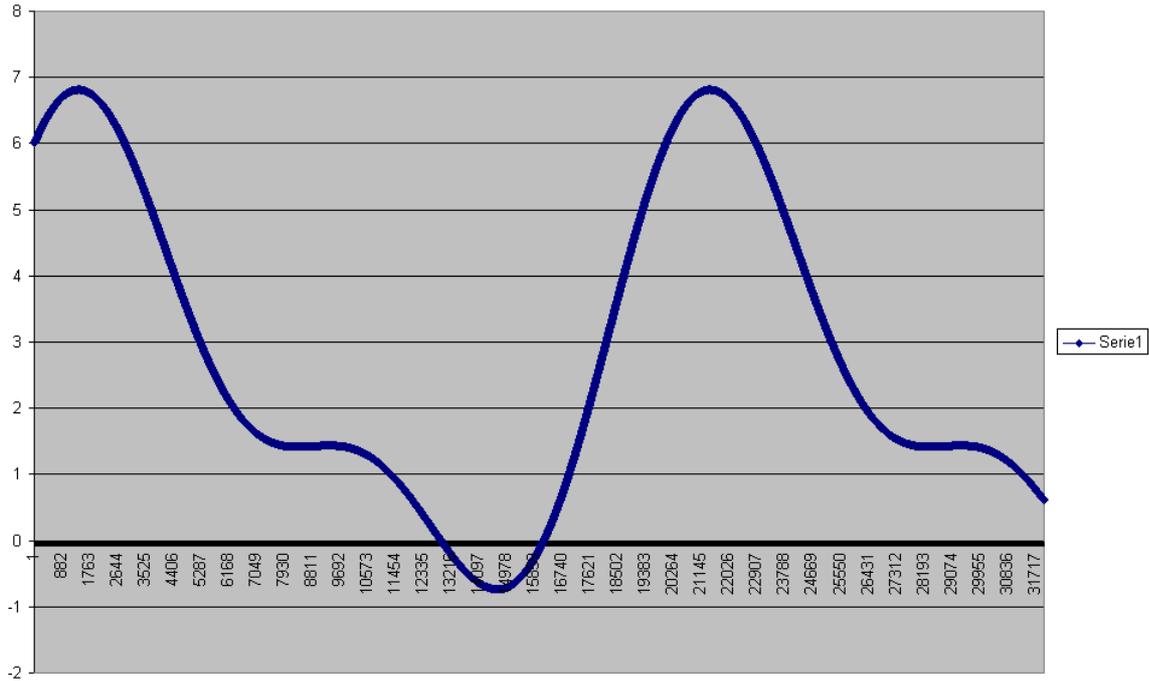


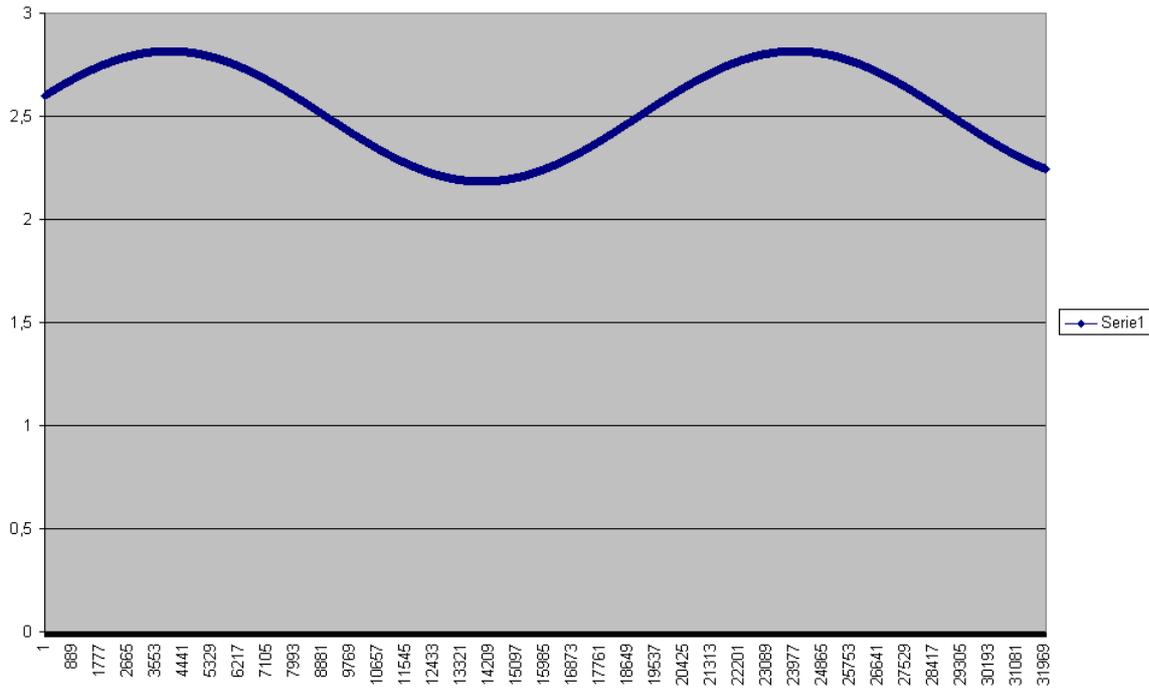


Via via che diminuiamo i valori delle ampiezze delle armoniche di ordine superiore (quelle a frequenza più alta), simulando così il filtraggio di queste armoniche, si nota come il segnale risultante assuma un andamento sempre meno variabile e tenda a diventare un segnale costante.









Vedi

◆ [Simulazione 1](#)

<http://www.antoniosantoro.com/SIMULAZIONE%20FOURIER-1.htm>

◆ [Simulazione 2](#)

<http://www.antoniosantoro.com/SIMULAZIONE%20FOURIER-2.htm>

◆ [Simulazione 3](#)

<http://www.antoniosantoro.com/SIMULAZIONE%20FOURIER-3.htm>

◆ [Simulazione 4](#)

<http://www.antoniosantoro.com/SIMULAZIONE%20FOURIER-4.htm>

◆ [Simulazione 5](#)

<http://www.antoniosantoro.com/SIMULAZIONE%20FOURIER-5.htm>

◆ [Simulazione 6](#)

<http://www.antoniosantoro.com/SIMULAZIONE%20FOURIER-6.htm>

◆ [Simulazione 7](#)

<http://www.antoniosantoro.com/SIMULAZIONE%20FOURIER-7.htm>

◆ [Simulazione 8](#)

<http://www.antoniosantoro.com/SIMULAZIONE%20FOURIER-8.htm>

◆ [Simulazione 9](#)

<http://www.antoniosantoro.com/SIMULAZIONE%20FOURIER-9.htm>

Sappiamo che il valore del condensatore di filtro influenza l'ampiezza dell'ondulazione residua poiché maggiore è la capacità e maggiore è il tempo di scarica del condensatore stesso. Teoricamente una capacità infinita darebbe un segnale praticamente costante. Attualmente però si è giunti a capacità da un farad dette supercondensatori, molto grandi ma non infinite



inoltre, come apparirà chiaro in seguito, usare capacità molto grandi significa ridurre a minimo gli intervalli di tempo durante i quali le capacità verranno caricate, il che significa dover usare per la carica impulsi di corrente di ampiezza massima sempre più elevata se si vuole mantenere costante la

corrente media erogata in uscita. Si avrebbero dunque dei picchi di corrente che potrebbero anche distruggere il circuito raddrizzatore. Come si può vedere dal [foglio excel](#) <http://www.antoniosantoro.com/corrente-1.xls> o dalle pagine web

◆ [simulazione 1](#)

<http://www.antoniosantoro.com/corrente-1.htm>

◆ [simulazione 2](#)

<http://www.antoniosantoro.com/corrente-2.htm>

◆ [simulazione 3](#)

<http://www.antoniosantoro.com/corrente-3.htm>

◆ [simulazione 4](#)

<http://www.antoniosantoro.com/corrente-4.htm>

◆ [simulazione 5](#)

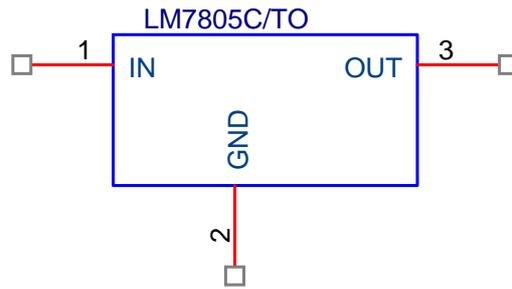
<http://www.antoniosantoro.com/corrente-5.htm>

◆ [simulazione 6](#)

<http://www.antoniosantoro.com/corrente-6.htm>

su un esempio di corrente media di uscita di 1 ampere si passa da una corrente di picco di 1,3 ampere se si accetta un ripple residuo di circa il 30% ad uno di 9 ampere riducendo il ripple quasi a zero.

In definitiva si evita di utilizzare condensatori troppo grandi, accettando ripple residui anche del 30% (cioè un ΔV che sia il 30%-40% della tensione minima di ingresso) affidando l'eliminazione dell'ondulazione residua (detta anche reiezione del ripple residuo) all'ultimo blocco che consiste sostanzialmente nell'utilizzo di un dispositivo integrato detto regolatore di tensione. Un esempio di regolatori di tensione sono i regolatori della famiglia 78XX che danno tensioni di uscita positive e quelli della famiglia 79XX che danno tensioni di uscita negative. Un esempio è il 7805 che fornisce una tensione di uscita di 5 volt. Il suo simbolo circuitale è il seguente



abbiamo tre morsetti di cui il primo è il morsetto cui si applica la tensione variabile di ingresso, il secondo è un morsetto che va collegato alla massa del circuito, il terzo è il morsetto sul quale abbiamo la tensione stabilizzata di uscita. Per inserire questo dispositivo in maniera corretta in un alimentatore stabilizzato occorre conoscere alcune cose:

- ◆ la corrente che il dispositivo è in grado di erogare in uscita può raggiungere un valore di poco superiore ad 1 ampere come si può vedere consultando i data sheet del circuito



YYR/WT

LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number

of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

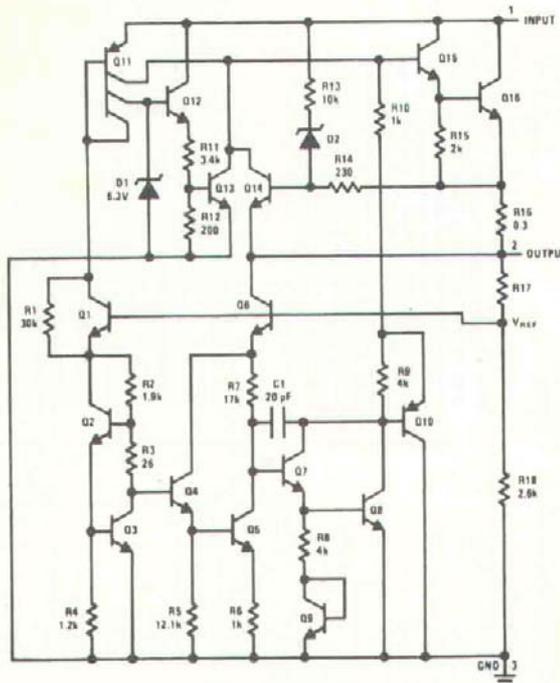
Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

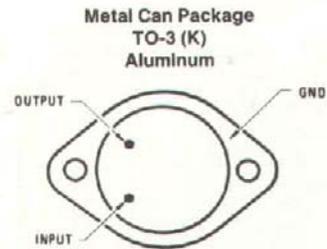
Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

Schematic and Connection Diagrams



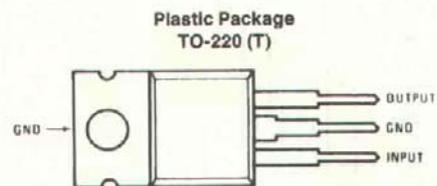
TL/H/7746-1



TL/H/7746-2

Bottom View

Order Number LM7805CK,
LM7812CK or LM7815CK
See NS Package Number KC02A



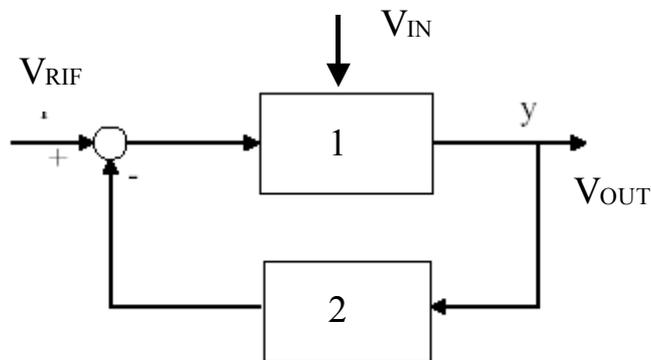
TL/H/7746-3

Top View

Order Number LM7805CT,
LM7812CT or LM7815CT
See NS Package Number T03B

per ottenere circuiti alimentatori in grado di erogare correnti superiori occorre effettuare escamotage come nel progetto di alimentatore da 3 ampere che studieremo in seguito o utilizzare altre categorie di regolatori³

- ◆ il dispositivo contiene un circuito complesso basato su BJT integrati. Non ci interessa qui studiare il circuito interno in dettaglio ma basti dire che si usa il concetto di retroazione, cioè, usando la logica degli schemi a blocchi,



in sostanza la tensione da stabilizzare è l'ingresso V_{IN} del nostro sistema, mentre la tensione stabilizzata è l'uscita V_{OUT} . Per mantenere la uscita stabile, essa viene, attraverso il blocco 2, riportata in ingresso e confrontata con una tensione di riferimento V_{REF} . Se, per qualche motivo la tensione di ingresso diminuisce, attraverso il blocco 1 diminuisce anche l'uscita, ma, fatta la differenza con la tensione di riferimento si ha un segnale positivo in ingresso al blocco 1 che controbilancia la diminuzione della tensione V_{IN} ; il viceversa avviene se la tensione di ingresso tende ad aumentare. Come si può osservare, il sistema funziona anche se la tensione di uscita cambia non a causa della tensione di ingresso ma a causa di variazioni del carico



YYR/WT

LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number

of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

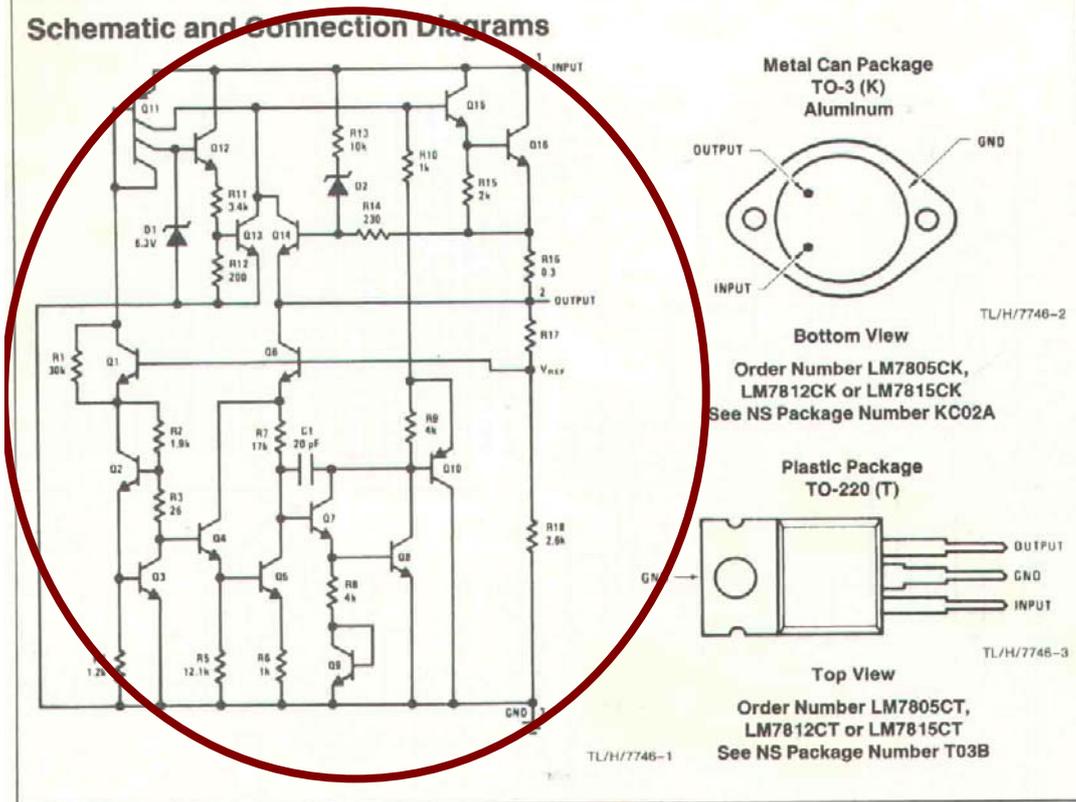
Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

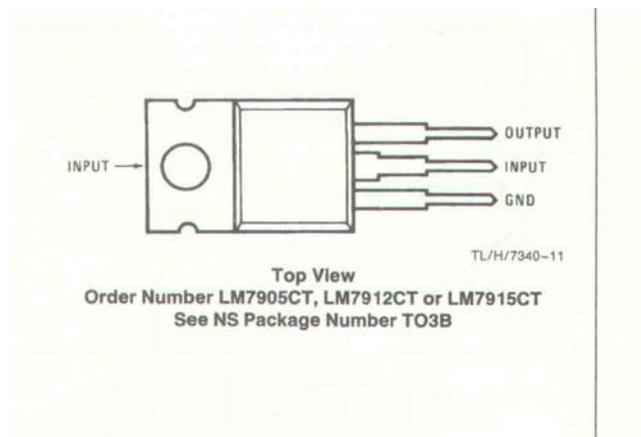
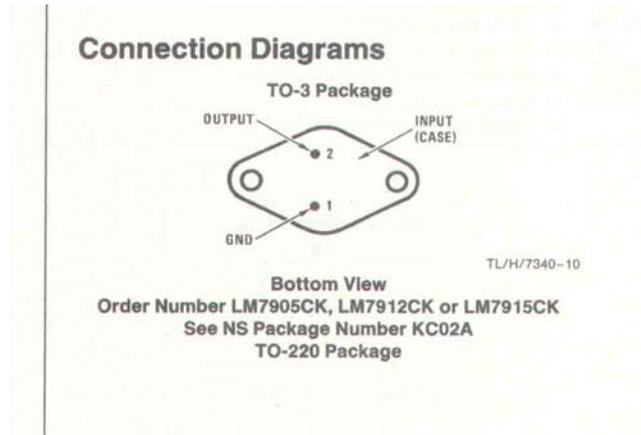
Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

Schematic and Connection Diagrams



◆ il dispositivo è disponibile in due diversi tipi di contenitore, TO-3 e TO-220



- ◆ perché il dispositivo funzioni occorre che la tensione di ingresso sia sempre superiore alla tensione di uscita. La differenza fra queste due tensioni, detta tensione di drop-out,

$$V_{\text{DROP OUT}} = V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}$$

deve essere dunque positiva, ed almeno di 2 volt

- ◆ la variazione possibile della tensione di uscita per variazione dell'ingresso (line regulation) o dell'uscita (load regulation) è dell'ordine di alcuni mV

LM78XX

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Input Voltage ($V_O = 5V, 12V$ and $15V$) 35V
 Internal Power Dissipation (Note 1) Internally Limited
 Operating Temperature Range (T_A) 0°C to $+70^\circ\text{C}$

Maximum Junction Temperature
 (K Package) 150°C
 (T Package) 150°C
 Storage Temperature Range -65°C to $+150^\circ\text{C}$
 Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)
 TO-3 Package K 300°C
 TO-220 Package T 230°C

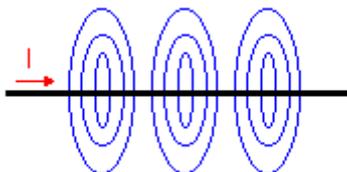
Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) $0^\circ\text{C} \leq T_j \leq 125^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Output Voltage		5V			12V			15V			Units				
Input Voltage (unless otherwise noted)		10V			19V			23V							
Symbol	Parameter	Conditions			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
V_O	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$			4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V	
		$P_D \leq 15\text{ W}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$ $V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$			4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V	
ΔV_O	Line Regulation	$I_O = 500\text{ mA}$	$T_j = 25^\circ\text{C}$			3	50		4	120		4	150	mV	
			ΔV_{IN}			$(7 \leq V_{\text{IN}} \leq 25)$			$14.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			$(17.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V
			$0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$			50			120			150			mV
		ΔV_{IN}			$(8 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(15 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(18.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
		$I_O \leq 1\text{ A}$	$T_j = 25^\circ\text{C}$			50			120			150			mV
			ΔV_{IN}			$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(14.6 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(17.7 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V
$0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$			25			60			75			mV			
ΔV_{IN}			$(8 \leq V_{\text{IN}} \leq 12)$			$(16 \leq V_{\text{IN}} \leq 22)$			$(20 \leq V_{\text{IN}} \leq 26)$			V			
ΔV_O	Load Regulation	$T_j = 25^\circ\text{C}$			10	50		12	120		12	150	mV		
		$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1.5\text{ A}$			25			60			75			mV	
		$250\text{ mA} \leq I_O \leq 750\text{ mA}$												mV	
		$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}, 0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$			50			120			150			mV	
I_Q	Quiescent Current	$I_O \leq 1\text{ A}$			$T_j = 25^\circ\text{C}$			8			8			mA	
					$0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$			8.5			8.5			mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$			0.5			0.5			0.5			mA	
		$T_j = 25^\circ\text{C}, I_O \leq 1\text{ A}$			1.0			1.0			1.0			mA	
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$			$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(14.8 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(17.9 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
		$I_O \leq 500\text{ mA}, 0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}$			1.0			1.0			1.0			mA	
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$			$(7 \leq V_{\text{IN}} \leq 25)$			$(14.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			$(17.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
V_N	Output Noise Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}, 10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$			40			75			90			μV	
$\frac{\Delta V_{\text{IN}}}{\Delta V_{\text{OUT}}}$	Ripple Rejection	$f = 120\text{ Hz} \begin{cases} I_O \leq 1\text{ A}, T_j = 25^\circ\text{C} \text{ or} \\ I_O \leq 500\text{ mA} \\ 0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C} \end{cases}$ $V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$			62	80		55	72		54	70		dB	
					62			55		54			dB		
					$(8 \leq V_{\text{IN}} \leq 18)$			$(15 \leq V_{\text{IN}} \leq 25)$			$(16.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 28.5)$			V	
R_O	Dropout Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}, I_{\text{OUT}} = 1\text{ A}$			2.0			2.0			2.0			V	
	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$			8			18			19			$\text{m}\Omega$	
	Short-Circuit Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			2.1			1.5			1.2			A	
	Peak Output Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			2.4			2.4			2.4			A	
	Average TC of V_{OUT}	$0^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125^\circ\text{C}, I_O = 5\text{ mA}$			0.6			1.5			1.8			$\text{mV}/^\circ\text{C}$	
V_{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	$T_j = 25^\circ\text{C}, I_O \leq 1\text{ A}$			7.5			14.6			17.7			V	

Note 1: Thermal resistance of the TO-3 package (K, KC) is typically $4^\circ\text{C}/\text{W}$ junction to case and $35^\circ\text{C}/\text{W}$ case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (T) is typically $4^\circ\text{C}/\text{W}$ junction to case and $50^\circ\text{C}/\text{W}$ case to ambient.

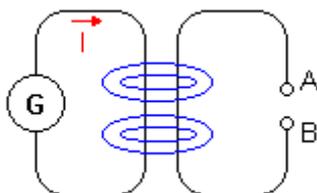
Note 2: All characteristics are measured with capacitor across the input of $0.22\ \mu\text{F}$, and a capacitor across the output of $0.1\ \mu\text{F}$. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques ($t_w \leq 10\text{ ms}$, duty cycle $\leq 5\%$). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

¹ Quando una corrente elettrica **I** percorre un conduttore, crea nello spazio circostante un **campo magnetico**.



Il fenomeno dell'**induzione elettromagnetica** si ha quando un circuito, percorso da corrente, genera una tensione su un circuito vicino senza una connessione fisica, ma solo per via magnetica. Perché ciò accada dobbiamo trovarci in presenza di due condizioni:

- la corrente è variabile e, di conseguenza, è variabile il campo magnetico generato dal primo circuito;
- il flusso magnetico variabile generato dal primo circuito si concatena, almeno in parte, col secondo.



Nell'esempio in figura il generatore **G**, presente nel primo circuito, fa circolare una corrente variabile **I**. Il flusso magnetico variabile (in blu) così generato si concatena col secondo circuito elettrico. Tra i punti **A** e **B** compare una tensione che viene definita **indotta**. La tensione indotta è tanto più elevata quanto più rilevante è la variazione del flusso magnetico concatenato e quanto più veloce è la variazione.

² vedi i documenti

- [Circuiti raddrizzatori](#)

<http://www.antoniosantoro.com/circuitiraddrizzatori.htm>

- [Ponte di Graetz](#)

<http://www.antoniosantoro.com/graetz.htm>

- [Circuito raddrizzatore duale](#)

<http://www.antoniosantoro.com/duale.htm>

³ vedi il documento [Progetto di un alimentatore tensione fissa e corrente 3 Ampere](#)

<http://www.antoniosantoro.com/al3ampere.htm>