



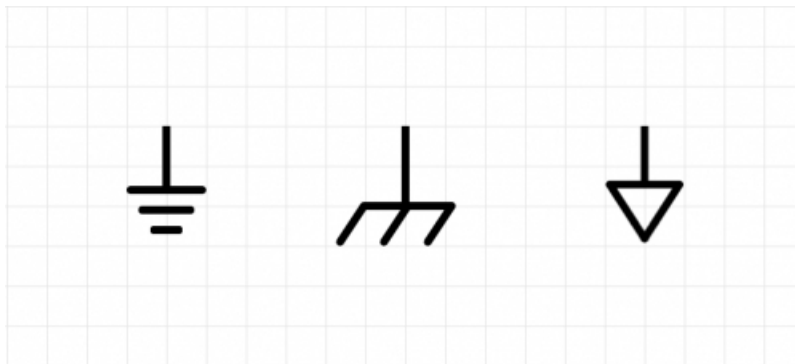
Riccardo Guerra (Guerra)

## LA MASSA

1 June 2013

### Premessa

Questo articolo poteva avere come titolo: “La compatibilità elettromagnetica, sesta parte”, essendo appunto uno degli articoli dello stesso filone. Non sono mai riuscito ad completarlo per come lo avevo pensato; non era mia ambizione scrivere un articolo esaustivo sulla “Massa”. Lo pubblico così com'è, perché comunque lo avevo iniziato. Spero serva come spunto per poi approfondire altrove l'argomento (anche in questo stesso forum molti sono gli articoli autorevoli sull'argomento).



*massa*

## IL RIFERIMENTO DEI POTENZIALI

### Introduzione

Il concetto di “riferimento dei potenziali” o “massa” è spesso considerato intuitivo e realizzato con elementi circuitali il cui funzionamento e comportamento è supposto ideale. A causa della non idealità di qualsiasi conduttore il comportamento elettrico del sistema di riferimento dei potenziali si può scostare notevolmente da quanto idealmente supposto.

Un'errata realizzazione o utilizzo delle parti conduttrici predisposte per il riferimento dei potenziali può portare vari inconvenienti, dall'introduzione di disturbi nel funzionamento dell'apparecchiatura sino al compromettere la sicurezza dell'operatore.

### **Definizione di massa**

Generalmente negli schemi elettronici sono utilizzati come simboli identificativi della massa quelli di seguito riportati.



Normalmente si considera che in un circuito i vari punti "a massa" siano equipotenziali; inoltre si suppone che attraverso la massa possa circolare qualsiasi corrente. Queste condizioni ideali non possono essere realizzate nella pratica.

Una definizione che fornisca con maggiore generalità il concetto di massa e nella quale possano essere comprese tutte le funzioni che tale parte circuitale è chiamata a svolgere può essere:

La massa è una parte circuitale a bassa impedenza predisposta per consentire ad una corrente di ritornare alla sorgente da dove è partita.

Va sottolineato come a differenza di quanto si suppone generalmente nella definizione si fa riferimento alla corrente e non alla tensione.

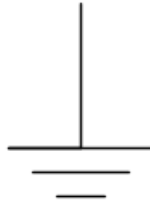
La definizione esposta però deve essere adeguatamente interpretata.

L'impedenza del circuito di massa deve essere "bassa" rispetto alle altre parti circuitali interessate. In determinate condizioni si può supporre che un circuito di massa presenti un comportamento ideale (ad esempio in un circuito generico interessato da un segnale utile con intensità di corrente limitata e con frequenza dell'ordine di qualche centinaio di hertz, da un punto di vista funzionale il circuito di massa può essere considerato ideale, con impedenza trascurabile), mentre se cambia il contesto lo stesso circuito di massa deve essere considerato con il suo comportamento reale (nello stesso circuito in presenza di disturbi con frequenze

dell'ordine delle centinaia di MHz la sua impedenza può assumere valori di centinaia di ohm).

Inoltre come detto esiste anche un problema di sicurezza per l'operatore. Normalmente tale operatore si trova con i piedi a contatto con il pavimento o con il terreno, il cui potenziale è convenzionalmente considerato pari a zero volt.

Il simbolo utilizzato generalmente è il seguente:



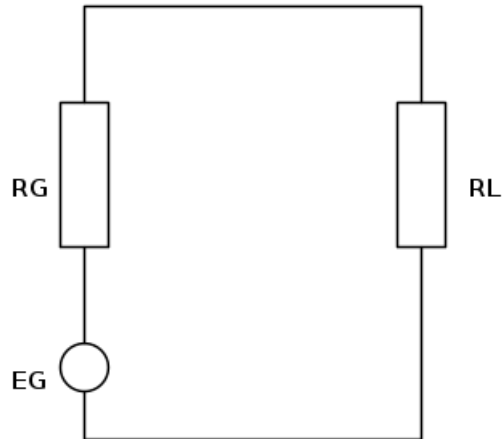
Non sempre sono sufficienti i vocaboli a disposizione (massa, terra) per indicare una parte circuitale utilizzata come riferimento dei potenziali.

Con il termine di massa non si specifica il valore di potenziale di riferimento, mentre con il termine di terra si intende un elemento con potenziale di 0 V.

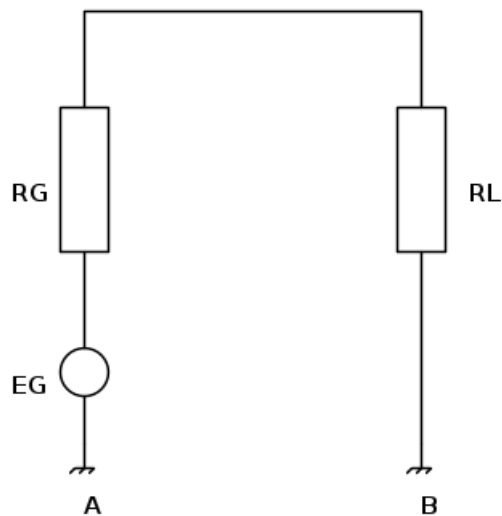
In un qualsiasi circuito elettronico la massa è sempre presente, mentre può non essere necessaria la terra.

### **Considerazioni sulla "massa" utilizzata negli schemi di circuiti elettronici**

In un circuito elettronico generalmente le grandezze di maggior interesse sono le tensioni o differenze di potenziale fra i nodi. Per il corretto funzionamento di un circuito elettronico devono circolare anche delle correnti. Si consideri il semplice schema circuitale:



E' immediato individuare il percorso della corrente nel circuito. Spesso però è di maggior interesse il trasferimento di una tensione di segnale dal generatore al carico. Perciò il circuito presentato può essere sostituito dal seguente:



In condizioni ideali i due punti di massa A e B sono considerati allo stesso potenziale e fra loro si ha una impedenza nulla.

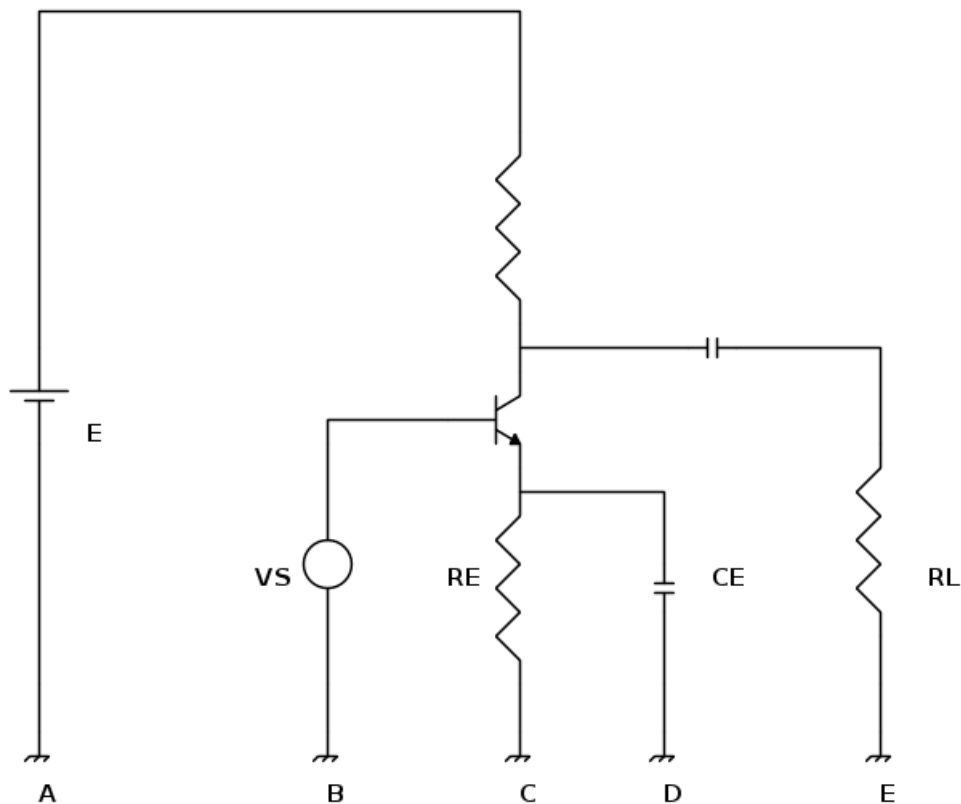
Nello schema rappresentato come circuito 2 non è invece esplicito il percorso della corrente, come lo era per il circuito 1. La corrente inviata dal generatore percorre il carico, terminando la sua funzione; entra nella massa ed in modo imprecisato ritorna la generatore. Per questo ritorno è necessario un percorso chiuso formato da

elementi conduttori, portando così ad una contraddizione rispetto alle caratteristiche attribuite alla massa. Infatti i due punti A e B si suppongono distinti ed equipotenziali. La circolazione di una corrente in un conduttore richiede una differenza di potenziale ai suoi capi; si deduce quindi che quando circola corrente i due punti di massa A e B non possono essere equipotenziali, venendo meno ad una delle proprietà attribuite alla massa ideale.

Si può concludere quindi che una qualsiasi schematizzazione circuitale fornisce un limitato aspetto del comportamento elettrico di un qualsiasi circuito.

### Influenza dello scostamento dalla idealità della massa

Si consideri lo schema di principio di un amplificatore elementare:



Nell'organizzazione della massa in letteratura si trova spesso il consiglio di individuare il percorso delle correnti. Questo è molto utile, ma non è sempre semplice. Si supponga che la corrente che interessa il circuito di ingresso in particolare modo dal generatore di segnale  $V_S$  sia trascurabile proprio per

l'assorbimento limitato del componente attivo. I percorsi da individuare nel circuito schematizzato sono quelli della corrente fornita dalla fem di alimentazione E.

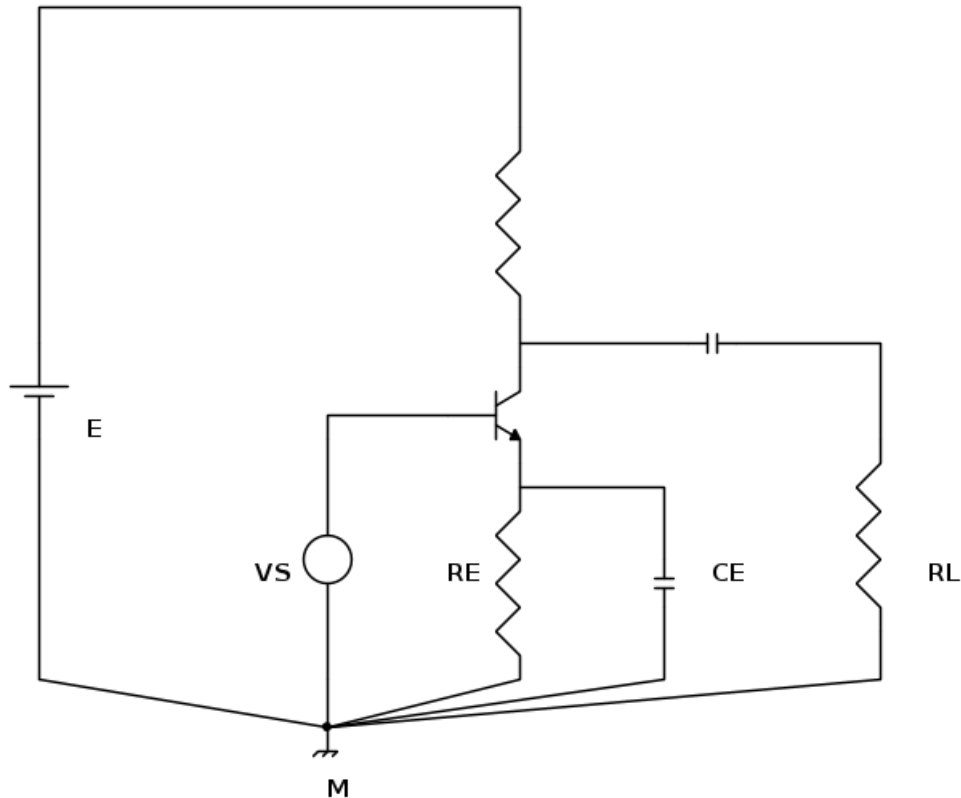
Si fa notare che è opportuno distinguere tra la componente continua della corrente e le componenti alternate. Questa distinzione è doverosa in quanto l'interesse maggiore nello scostamento dalla idealità del circuito di massa è legato alle componenti variabili, mentre la circolazione della componente continua provoca scostamenti trascurabili nella normale analisi di un circuito elettronico. Nel circuito la tensione di alimentazione è costante, mentre la corrente fornita dalla fem E è variabile, composta da una componente continua ed una variabile.

Il carico può essere percorso solo da una componente alternata per la presenza della capacità in serie; la resistenza ad emettitore è percorsa in prima approssimazione solo dalla componente continua per la presenza di una capacità in parallelo, che cortocircuita le componenti variabili. Perciò nella massa entrano da vari punti delle componenti di corrente fra loro diverse; correnti che devono poi tornare al generatore. L'inevitabile caduta di tensione che queste correnti provocano può avere delle conseguenze abbastanza diverse tra loro.

La corrente continua che circola sulla resistenza RE nel percorso di ritorno CBA interessa il tratto di massa compreso tra i punti CB, che fa parte della maglia dove è collegato il generatore di segnale VS. La caduta di tensione costante che si ha in tale tratto BC è sentita dal circuito di ingresso con spostamento del punto di lavoro. Le conseguenze possono essere varie, con possibilità di una variazione dell'amplificazione complessiva per una variazione dei parametri differenziali del componente attivo. Anche la corrente alternata proveniente dal carico circola sul tratto BC della massa. La caduta di tensione è in questo caso interpretata come parte del segnale inviato all'ingresso. Le conseguenze della caduta di tensione alternata possono essere una oscillazione dell'intero amplificatore, rendendo inutilizzabile il circuito o un consistente peggioramento del rapporto segnale/disturbo con diminuzione delle prestazioni dell'intero circuito.

### **Struttura a stella della massa**

Parecchi inconvenienti descritti possono essere evitati adottando lo schema seguente:



Nella pratica la realizzazione circuitale richiede un collegamento separato di ogni componente al punto di massa M. Se il circuito è realizzato su una scheda stampata, si deve aumentare il numero di piste e la loro lunghezza, degradando così la funzionalità del sistema e l'introduzione di disturbi. Ogni pista presenta una propria impedenza.

Si aumentano le aree delle varie maglie, con conseguente aumento dei disturbi indotti da campi esterni e di maggiori disturbi irradiati verso l'esterno.

La conseguente vicinanza delle piste incrementa l'accoppiamento capacitivo; all'aumentare della frequenza le varie parti circuitali si influenzano reciprocamente.

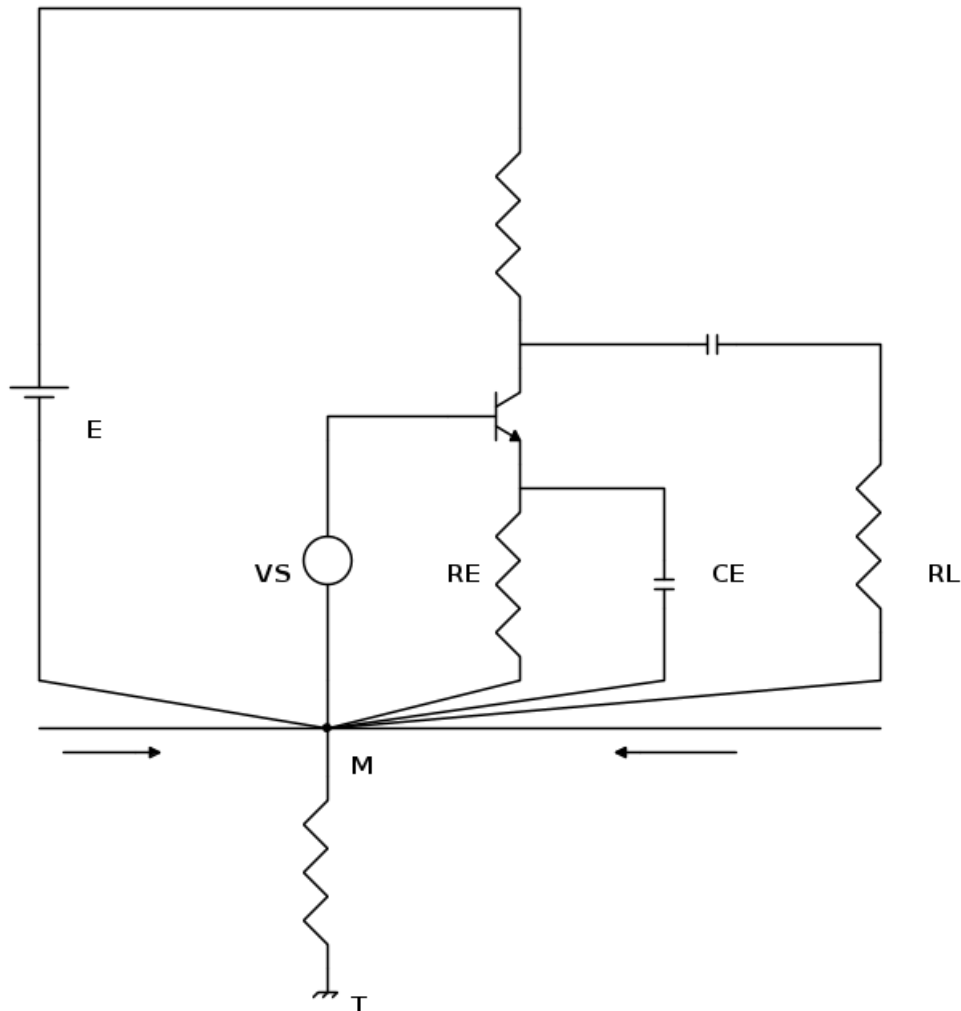
Perciò in sintesi si può ritenere valida una soluzione circuitale di questo tipo, quando le frequenze in gioco non superano le decine di kHz.

### **Variazione del potenziale di massa**

In genere si considera la massa come un elemento circuitale a potenziale costante. In realtà per il funzionamento di qualsiasi circuito ciò che è importante è la costanza

delle differenze di potenziale fra i vari nodi del circuito stesso. Si cerca soprattutto che queste differenze di potenziale non siano influenzate da elementi esterni al circuito.

Si consideri lo schema seguente:



Il punto  $M$  è considerato il riferimento dei potenziali per l'amplificatore preso in esame; tale punto è collegato mediante un conduttore ad un altro punto  $T$  a potenziale fisso (la terra).

Nel tratto di conduttore  $MT$  circolano tutte le correnti provenienti dai vari circuiti. Il potenziale del punto  $M$  è variabile, funzione delle correnti provenienti dagli altri circuiti. Però questa variazione di potenziale lascia inalterato il funzionamento



dell'amplificatore, in quanto non altera le differenze di potenziale fra i nodi del circuito.

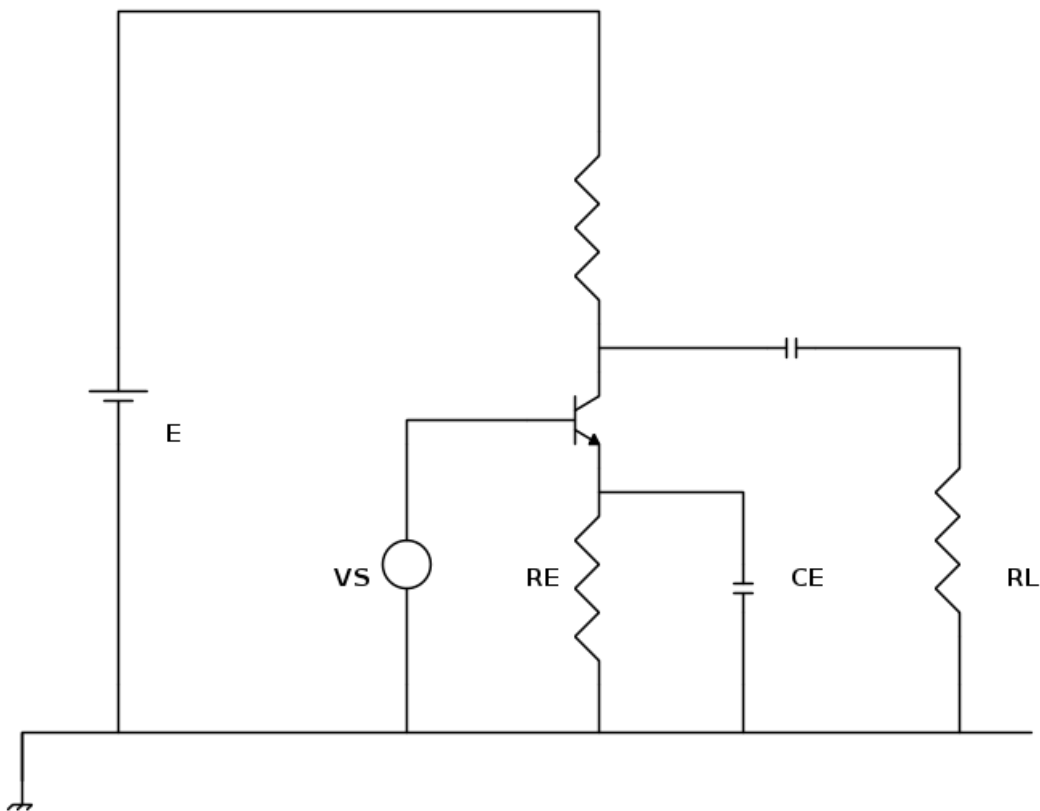
Prendendo il potenziale del punto T come riferimento, si può osservare che la caduta di tensione sull'impedenza nel lato MT è sentita da tutti i nodi dell'amplificatore elementare; tale tensione prende il nome di tensione di modo comune.

Come esempio pratico i consideri la strumentazione a bordo di un aereo, che assume come riferimento dei potenziali la carlinga supposta equipotenziale. Per effetto triboelettrico la carlinga si carica a potenziali elevati, senza conseguenze sulle funzionalità della strumentazione di bordo.

### La struttura multipoint della massa

L'inconveniente maggiore che si verifica con la struttura a stella del circuito di massa è l'aumento della lunghezza dei conduttori per i collegamenti al punto di riferimento dei potenziali; perciò un aumento della loro impedenza, che si fa sentire soprattutto alle alte frequenze.

Una soluzione può essere rappresentata dall'utilizzo di un unico elemento conduttore.



Si deve fare attenzione alla frequenza dei segnali gestiti dal circuito, in quanto a basse frequenze (fino all'ordine del kHz) ha interesse la resistenza del conduttore di massa e quindi un aumento della sezione concorre a diminuire la tale resistenza; all'aumentare della frequenza si devono tenere presenti gli effetti induttivi del conduttore di massa. Diminuisce l'importanza della sezione del conduttore, mentre diviene determinante la sua induttanza; grandezza questa che è correlata alla geometria del sistema.

Sul circuito di massa circolano tutte le correnti provenienti dai vari componenti. Per organizzare il sistema di massa in un generico circuito si può procedere nel seguente modo:

- si individuano i percorsi delle varie correnti nel circuito;
- si valuta l'influenza delle cadute di tensione provocate da queste correnti nei vari tratti del circuito di massa;
- si adottano gli opportuni accorgimenti con l'obiettivo di diminuire l'influenza di queste cadute di tensione sul circuito di massa.

Una soluzione può essere creare percorsi alternativi ad impedenza minore.

Un'altra soluzione potrebbe essere di predisporre più conduttori di massa separati; soluzione che prende il nome di partizionamento del sistema. Lo scopo è che ogni parte circuitale abbia un riferimento dei potenziali accettabilmente poco influenzato da altre parti del circuito.

La soluzione circuitale più opportuna per ottenere la più bassa impedenza possibile è costituita dal piano di massa, dove tale piano rispetto ad un normale conduttore ha un valore di resistenza inferiore, ma soprattutto una induttanza notevolmente inferiore.

## **Bibliografia**

Appunti e dispense C.Offelli

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Guerra:la-massa>"