

# CQ MILANO



Notiziario della Sezione A.R.I. di Milano

**IQ2MI**

notizie storie progetti novità

Milano 06/10/2018



## Sull'impedenza d'ingresso dei rivelatori a diodo

*Utiles chiarimenti di Gianfranco I2VGO oltre ricordarci un mattone fondamentale della scienza elettrica.*

Sul notiziario ARI-MI, NR 525 del 10/9/2018 Andrea IZ2OUK dimostra matematicamente che un generatore che alimenta un classico rivelatore di picco ad una semionda, fornisce una potenza equivalente a quella dissipata di metà valore,  $R/2$ , della  $R$  di carico inserita.

Premetto subito che non c'è nessun errore nel calcolo di Andrea, la potenza che eroga il generatore, dissipata dalla  $R$  è, nel caso ideale senza *ripple*, perfettamente ed esattamente uguale il valore di quella dissipata da una resistenza di valore metà,  $R/2$  se fosse alimentata direttamente in alternata.

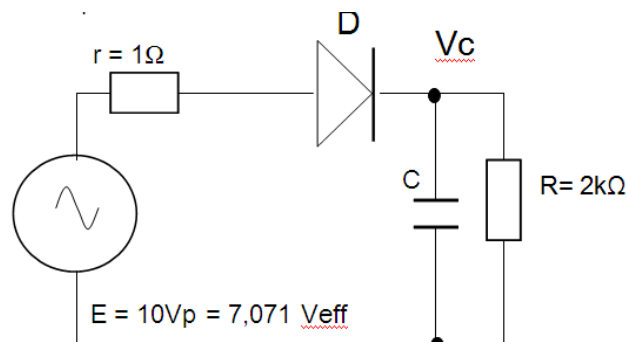
Invece, intervengo per rispetto di diversi OM appassionati sperimentatori per dire che, non corrisponde alla realtà la conclusione delle dimostrazioni affermando che "L'impedenza d'ingresso (nel nostro caso = resistenza) è quindi la metà di  $R$ ! Zini =  $R/2$ ",  $R/3$  per il diodo in parallelo e  $R/8$  per il duplicatore.

A monte di un raddrizzatore a semionda con un diodo e condensatore ideali, e una tensione d'uscita esattamente uguale alla tensione di picco d'ingresso, un generatore eroga esattamente la stessa potenza **media** dissipata dalla resistenza  $R$ , di carico:  $P_{in} = P_R = V_{eff}^2 / (R/2)$ .

**Ma, attenzione! Erogare la stessa potenza media non significa potenze uguali istante per istante. Il generatore non "vede" affatto  $R = R/2$ .** Semplicemente fornisce la stessa potenza **media** come se fosse connesso continuamente a una resistenza di  $R/2$ .

Vedremo, dalla simulazione, che l'andamento della potenza d'ingresso,  $P_{in}$  nel tempo è completamente diversa dall'andamento della potenza,  $P_R$ , dissipata da  $R$ ,  $P_{in}(t) \neq P_R(t)$ .

Evito volutamente per non tediare nessuno le equazioni differenziali funzioni del tempo, ed eseguo la simulazione per l'analisi di tensioni, correnti e potenze variabili del tempo, usando la flessibilità di Excel, per il seguente modello di rivelatore di picco:



I risultati della simulazione, eseguita istante per istante a passi di  $\Delta t$ , di  $1/200$  del periodo  $T$ , li ho raccolte nei grafici che seguiranno

Ho posto l'accensione del circuito all'istante zero dell'ascisse che ho fatto corrispondere all'istante 0 volt della E (forza elettromotrice) del generatore sinusoidale di  $10 V_p = 7,071 V_{eff}$ . Analizzo nel tempo solo i primi 5 periodi T poiché i successivi infiniti periodi sono perfettamente uguali al 4° e 5° ciclo di sinusoide.

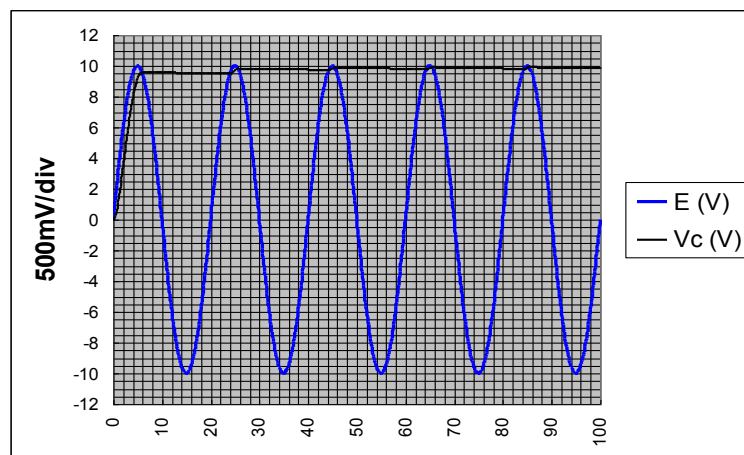
I valori sono i seguenti: R carico = 2000  $\Omega$ , diodo ideale:  $R_d = 0 \Omega$  per  $E > V_c$  e  $G_d$  (conduttanza) = 0 S per  $E < V_c$  (Perfetta non linearità).

Condensatore ideale,  $G_c$  (Conduttanza) = 0. Generatore di tensione reale, r interna = 1  $\Omega$  (es. uscita emitter follower, operazionale, trasformatore ecc).

Per avere una quasi perfetta tensione continua (ripple trascurabile) ho dato un valore di C tale da ottenere con R di 2000  $\Omega$ , una costante  $\tau = R \cdot C$  di scarica di 100 volte il periodo T,  $\tau = 100 \cdot T$ . In pratica il valore di C dipende dal valore della frequenza, f, del generatore poiché  $T = 1/f$ . Avremo quindi 1000  $\mu F$  per  $f = 50$  Hz, 50 kPf per  $f = 1$  MHz,  $C = 5$  kpf per  $f = 10$  MHz e così via.

Con questo trucco i risultati ottenuti sono validi per qualsiasi frequenza del generatore, fino a un valore di f tale che non compaiono effetti reattivi non più trascurabili mancanti nel modello.

Il diodo ideale non conduce quando la tensione  $V_c$  è maggiore della tensione E ( $V_c > E$ ). Ciò avviene, per i valori riportati nello schema, per un tempo pari al **86 % del periodo T**. Per quasi tutto il periodo il generatore "vede" un circuito aperto: **Non esiste nessun carico per quasi tutto il tempo che il circuito è acceso.**



Causa la costante di tempo di carica ( $1 \Omega \cdot C = 1/20$  di T) il condensatore si porta al valore della tensione di picco dopo il tempo di 3-4 periodi.

Poiché la tensione  $V_c$  ai capi di R è costante a 10 V, lo sarà ovviamente anche la corrente **IR**, il cui valore si porta a **5 mA** ( $V_c/R = 10/2000$ ).

In uscita, a regime, siamo nella semplice condizione di tensione e corrente continua.



conseguenza sarà costante anche la potenza dissipata dalla R il cui valore è dato da:

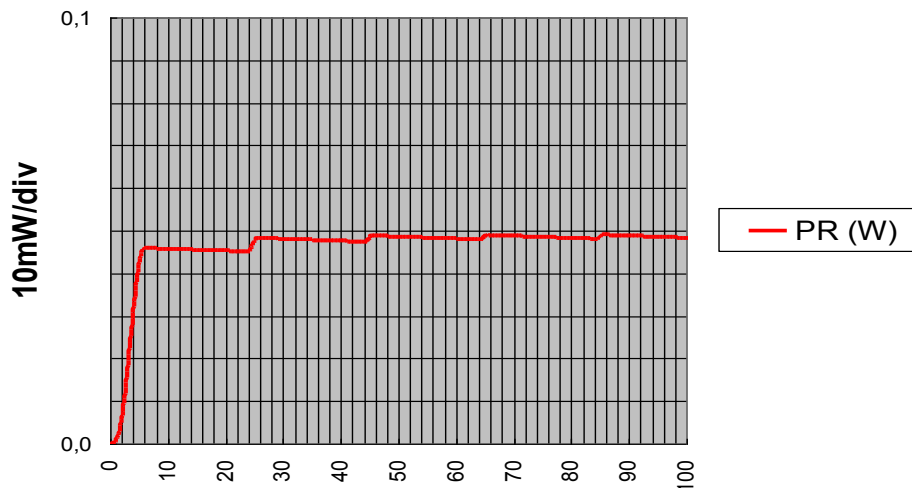
$$PR = (V_p^2)/R = (\sqrt{2} \cdot V_{eff})^2/R = (\sqrt{2} \cdot 0,7071)^2/2000 = 50 \text{ mW}$$

che ovviamente non è altro che il valore di  $V_p \cdot IR = 10 \cdot 5 \text{ mA} = 50 \text{ mW}$

Se eliminiamo il diodo e colleghiamo direttamente la R al generatore la potenza erogata diventa esattamente la metà:

$$PR = (V_{eff})^2 / (R) = (7,071^2) / 2000 = 25 \text{ mW.}$$

Con i dati del modello si ottiene dopo il terzo ciclo una PR di **48mW**, ciò che manca ai 50 mW è dissipato dalla r serie che di fatto è l'unica che limita gli elevati picchi di corrente nei momenti di carica del condensatore.



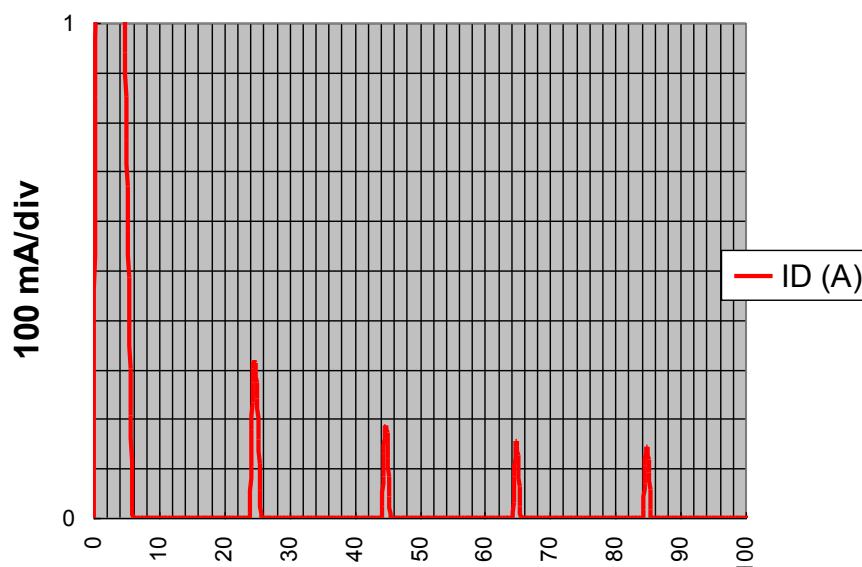
Cosa “vede” il Generatore quando il diodo conduce?

Il diodo conduce per  $\frac{1}{4}$  del periodo solo all'accensione (vedi primo grafico andamento  $V_c$ ) con il più alto valore di corrente, limitata solo dalla r serie.

**La corrente  $ID = (dE - dV_c)/r$** , si ha solo quando la tensione E, **nello stesso istante t, è > di  $V_c$**  e ciò avverrà solo per brevissimi istanti. Nel nostro esempio, per il 14 % del periodo T (Minore sarà la costante di scarica rispetto a T e maggiore sarà il ripple e il tempo di conduzione del diodo).

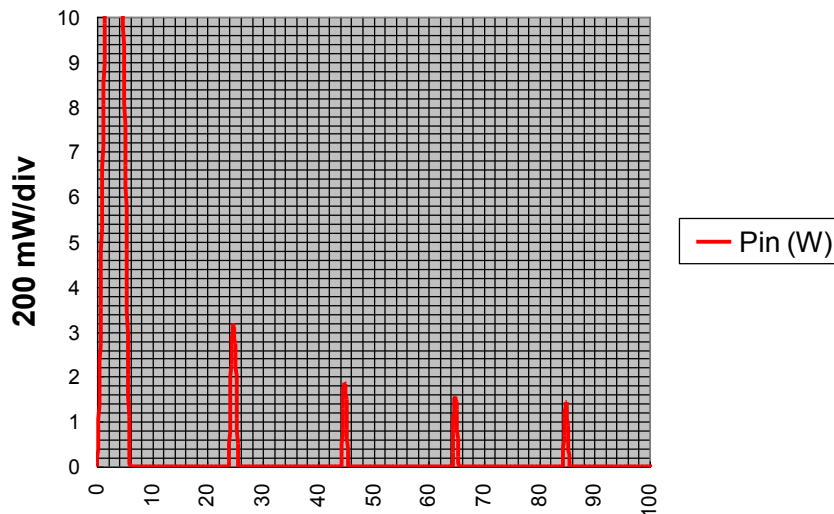
**Il risultato è che il diodo D è attraversato da una corrente,  $ID$ , impulsiva, a spicchi di forma cosinusoidale**  $\int$  per il fatto che  $ID$  è la derivata della tensione sinusoidale E per il tratto temporale di carica. Quando  $E > V_c$  si ha  $ID = C \cdot dE(t)/dt$ . Per tempi di conduzione del diodo sufficientemente piccoli, ripple trascurabile come il nostro esempio, lo spicchio di corrente può essere approssimato ad un triangolino.

La simulazione ha dato seguenti risultati: Il valore della corrente massima allo start, è di 2,5 A per poi stabilizzarsi (sempre dopo il terzo periodo) a un valore di picco di 145 mA, circa 30 volte il valore della corrente costante di 5mA.



Di conseguenza anche l'andamento della potenza fornita dal generatore sarà impulsiva,  $P_{in}(t)$ , poiché è il prodotto di una tensione sinusoidale,  $E(\Omega t)$ , per una corrente impulsiva  $ID(t)$ .

Nel primo ciclo si raggiunge un valore massimo di 18 watt per poi assestarsi a valore dei picchi a 1,5 watt



La potenza media d'ingresso  $P_{in}$ , a pari tensione  $E$ , è funzione della costante  $RC$  e del carico  $R$ . Ricaviamo i valori estremi per  $RC \gg T$  e  $RC \ll T$ .

**Per il limite di  $RC$  che tende a un ripple quasi nullo**, abbiamo appreso che la potenza media a regime erogata è  $P_{in} = 2PR$ , il generatore è disconnesso e **“vede” un circuito aperto per quasi il 100% del tempo e dei flash di tempo infinitesimali** (impulsi di Dirac) di perfetti corti circuito, con periodicità  $T$ .

**Il limite per  $RC$  che tende a zero**, esempio togliamo il condensatore ( $RC = 0$ ) la potenza media erogata  $P_{in} = PR/2$  perché il diodo conduce per metà periodo ed è in OFF per l'altro semiperiodo. Il generatore “vede” **lo stesso valore della  $R$  di carico per il 50 % del tempo ed un aperto per il restante 50%**.

Sarebbe un'altra assurdità, se ripetessi i ragionamenti (dimostrati matematicamente) diffusi su riviste radioamatoriali in diversi anni ( $R_{ke}$ ,  $RR$ ,  $NR$  286, forum ecc.) e ora affermassi che la  **$R$  ingresso del rivelatore è di valore doppio ( $2R$ ) della  $R$  di carico** poiché la potenza fornita è la metà. Avrei inventato un potenziometro con  $R$  minima  $R/2$  e  $R$  max  $2R$ , comandato dall'albero (non strisciante) di un condensatore variabile che fissato  $R$  cambia la costante di scarica  $R \cdot C$  e carica  $r \cdot C$ .

Ci si dimentica spesso dei “mattoni fondamentali” su cui costruiamo i circuiti elettrici: **L'impedenza è un concetto valido solo in regime sinusoidale, non è esportabile altrove.**

Dopo quasi mezzo secolo di applicazioni in sola corrente continua, ( $R = V/I$   $V$  e  $I$  costanti) nel 1886 il mitico Heaviside, per semplificare i calcoli progettuali in regime di tensioni alternate, estese la legge di ohm, inventandosi l'impedenza  $Z$ , definendola:

$$Z = V(t)/I(t) = \text{costante.}$$

- 1) Solo quando  $V$ , è la causa e  $I$ , l'effetto (generatore e carico) possiamo ricavare, istante per istante,  $I(t) = V(t)/Z$ .
- 2) Solo quando  $I$ , è la causa e  $V$ , l'effetto (caduta di tensione  $R$  in serie) possiamo ricavare in ogni istante  $V(t) = I(t) \cdot Z$ .

Se c'è un ritardo ( $\Delta t$ ) tra causa ed effetto (presenza di reattanze), si ha solo una traslazione sull'asse dei tempi, ma il modulo di  $Z$  rimane lo stesso, costante, perché la forma di  $V$  o  $I$ , rimane sempre la stessa.

$Z$  sarà uguale a  $R$  quando tra  $V(t)$  e  $I(t)$  non esiste ritardo  $\Delta t = 0$ .

Solo con la presenza nel carico di una  $R$  il generatore fornirà una potenza: **in nessuna parte dell'universo può esistere una potenza (watt) senza che sia noto il valore della  $R$  che lo**

**dissipa, ovviamente anche se i watt sono espressi in unità logaritmiche (dBm).**

Solo per i segnali di forma sinusoidale i calcoli furono poi notevolmente semplificati: le derivate e gli integrali di funzioni sinusoidali del tempo, diventano semplici prodotti e divisioni di vettori per un fattore fisso  $j\omega$ , si poté eliminare e quindi ignorare il tempo  $t$ , trattando tensioni e correnti come vettori che rappresentano ampiezze e fasi di sinusoidi, quindi:

$$Z = V(t)/I(t) = V_p e^{j\omega t} / I_p e^{j\omega t}$$

I ritardi di tempo (secondi) tra le  $V$  e  $I$  (e viceversa) diventano sfasamento (gradi), tra  $V$  e  $I$ . Per ricavare  $Z$  o  $R$  si elimina anche  $\omega$  (stesso valore al numeratore e denominatore) e si arriva alle note e semplici equazioni, dell'esame per la patente che tutti gli OM conoscono:  $Z=V/I$ ,  $P=V_{eff}^2/R$  ecc, ecc.

**In conclusione nei rivelatori di schema figura 1, 2 e 3 non ha senso parlare d'impedenza d'ingresso: Perché non è definibile e quindi non esiste!**

Il fatto che non si possa definire un valore di  $Z$  non ha mai "disturbato" nessun progettista. Per il progetto di raddrizzatori ac/dc servono ben altri e importanti considerazioni e parametri: la potenza massima che il trasformatore deve fornire, il valore dei picchi di corrente, la massima tensione inversa, per la scelta corretta del diodo, fusibili (e altri tipi di protezioni), filtri, il dimensionamento termico di tutti i componenti ecc.

Nella progettazione di rivelatori (efficaci, medi, di quasi picco di picco-picco) si realizzano rivelatori eliminando tutte le imprecisioni (diodo reale compreso) inserendo furbate di schemi con circuiti attivi (Transistor o operazionali). Il generatore a monte del rivelatore a circuiti attivi, vedrà sempre un valore di  $Z$  ingresso definito (indipendente dal  $R$  carico diodi) dove con tensioni sinusoidali dei generatori si avranno sempre correnti sinusoidali.  $Z$  ben definite e invarianti rispetto al tempo.

Per i rivelatori passivi data la fortuna del basso valore della  $Z$  normalizzata nello scenario RF vi sono tanti trucchi di mestiere dove entra in gioco la  $R$  del diodo, Resistenze e/o induttanze di shunt, si arriva a un modello di rete d'ingresso dove la  $R$  di carico a valle del diodo è esclusa. Oltre al fatto, non trascurabile che sono quasi tutti rivelatori di valori medi quindi la  $R$  di carico è trasparente per metà tempo. È su questi principi e con il progetto ad hoc dei diodi (Come l'HP) che si sono ottenuti ottimi ROS d'ingresso sui RF detectors passivi. La loro  $Z$  ingresso è una quasi perfetta  $R$  di 50 ohm (in una banda di frequenza e mai dalla continua) dove tensione e corrente hanno la stessa forma sinusoidale.

Riguardo il rivelatore con diodo in parallelo, figura [2 della NL 525](#), non esiste nessun condensatore che si carica al picco di tensione. Siamo di fronte al circuito detto "Clamper" o fissatore che, dato all'ingresso un segnale a valore medio nullo, lo trasla, della stessa forma, al valore medio uguale al picco positivo (o negativo se si inverte il diodo). Per tanto la potenza dissipata da  $R$  è ancora il doppio di quella che se fosse collegata direttamente al generatore.

Poiché la potenza cresce con il quadrato della tensione, su tutti i duplicatori passivi di tensione di picco (figura 3), la potenza d'ingresso è, a pari carico  $R$ , quadruplicata rispetto al rivelatore di picco che ho descritto.

Negli anni 70 progettai un ottuplicatore di tensione, ovviamente a corrente erogabile limitata, ma la  $R$  ingresso non era di certo 128 volte minore di quella del carico.

Ricordiamoci sempre tutti: professori, ingegneri, diplomati o tecnici con sola licenza elementare che: **Non è possibile definire nessun valore di  $Z$  o  $R$ , quando le forme d'onda nel dominio del tempo (in scondoni tutte quelle che si vedono all'oscilloscopio) della corrente e della tensione sono diverse.**

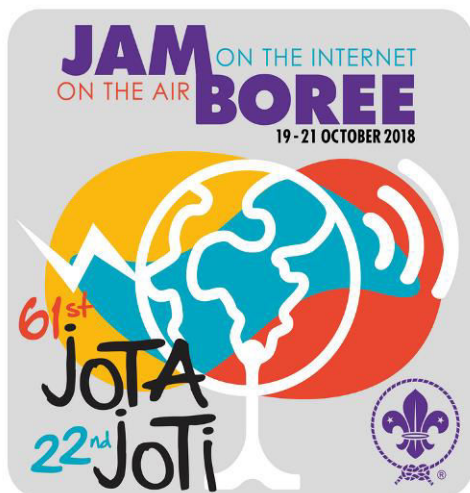
73

Gianfranco, i2VGO  
Socio onorario ARI  
Ex I1-12559, i1VGO

-----

## DALLE PARTI DI VIA NATTA

### JOTA JOTI 2018 - 20-21 OTTOBRE 2018



Vuoi diventare protagonista dello JOTA 2018 assieme alla Sezione A.R.I. Milano?

**Siamo alla ricerca di radioamatori, Soci e non, che abbiano il piacere di aiutarci. Ti invitiamo a scriverci e segnalarci la tua disponibilità all'indirizzo: [iz2yjd@arimi.it](mailto:iz2yjd@arimi.it)**

Dovremo installare le antenne, preparare due stazioni radio complete ed ovviamente operare in radio per tutta la durata dell'evento quindi vi aspettiamo! Anche la disponibilità di poche ore durante l'evento è preziosa! In fine sfatiamo un mito, lo JOTA è per tutti!  
Ivan IZ2YJD

La Sezione A.R.I. di Milano  
organizza per  
domenica 21 ottobre 2018

**FÖRA LA FUFFA**

**13<sup>a</sup> mostra scambio per radioamatori**

dedicata a tutto ciò che interessa  
solo il mondo radiantistico

Centro Scolastico Gallaratese  
Aula dei Vetri – Via Natta 11  
dalle 08.30 alle 13.30  
MM1 Lampugnano – Autobus 68

Per informazioni e/o prenotazioni  
[info@arimi.it](mailto:info@arimi.it)

Cari Soci ed Amici, ricordatevi e ricordate a tutti gli interessati che **Domenica 21 ottobre 2018**, dalle 8,30 alle 13,30 si svolgerà la **13<sup>a</sup> edizione della mostra scambio " Föra la fuffa "** sempre in via Giulio Natta, 11 a Milano. Vi aspettiamo numerosi!



Per il servizio "diretto" (riservato ai Soci della Sezione ARI Milano) delle cartoline della spedizione in **Rwanda 9X0T e 9X0Y** ricordatevi al termine della stessa di inviare una e-mail con gli estremi del/dei QSO (data/ora UTC/modo), al solito indirizzo [info@arimi.it](mailto:info@arimi.it) (con oggetto: 9X0T o 9X0Y) Grazie!

Dettagli sulla spedizione <http://www.i2ysb.com/idt/>

Direttamente via WEB, come ci hai richiesto, ti inviamo questo messaggio aperiodico informativo interno emesso e spedito via rete all'indirizzo da te indicatoci il **06/10/2018** per tutta la comunità Radioamatoriale/SWL/BCL. Per eventuali nuove iscrizioni, variazioni di indirizzo di posta elettronica, cancellazioni, arretrati, **scrivi a: [info@arimi.it](mailto:info@arimi.it)** Il notiziario è un sistema di sistema di comunicazione di **A.R.I.** - Associazione Radioamatori Italiani – **Sezione di Milano** riservato esclusivamente agli iscritti alla mailing-list, il cui contenuto non può essere divulgato a terzi senza espressa autorizzazione dell'A.R.I. Sezione di Milano o dei rispettivi autori; ogni utilizzo o divulgazione difforme di questa mail costituisce violazione della Privacy dell'A.R.I. Sezione di Milano o degli autori ed i responsabili potranno incorrere nelle sanzioni previste dalla Legge. Se vuoi venirci a fare visita, sarai il benvenuto, ti aspettiamo presso il Centro Scolastico di via Giulio Natta 11 - 20151 Milano (fermata Lampugnano - metropolitana linea 1/rossa) tutti i martedì (non festivi) dalle ore 21.00 alle ore 24.00. Se vuoi contattarci telefonicamente ci troverai al **nuovo numero 0287086988** (sempre al martedì negli orari citati) oppure se non puoi venirci a trovare, siamo su <http://www.arimi.it>