

PDF

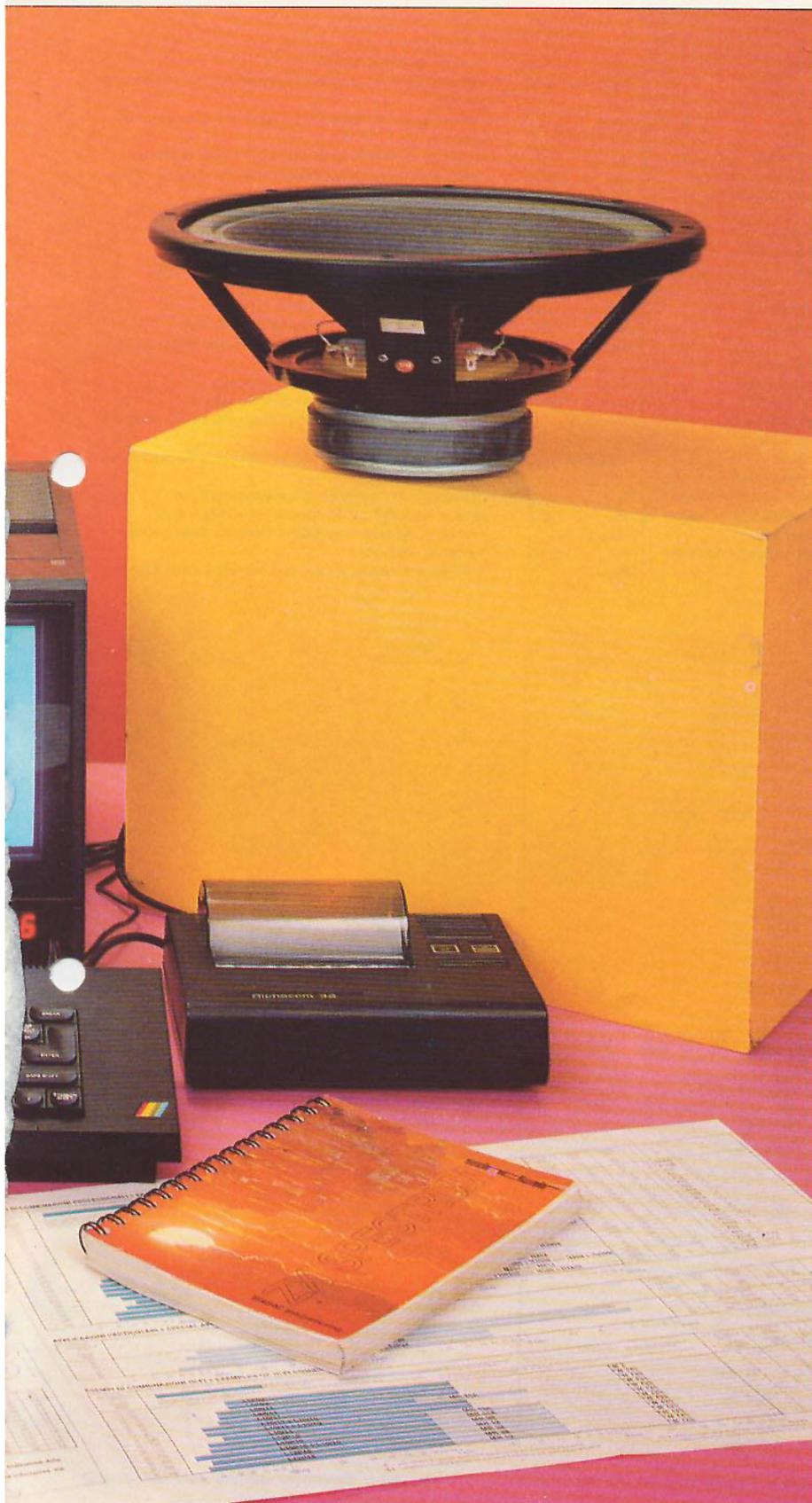
[WWW.RENATOGIUSSANI.IT](http://WWW.RENATOGIUSSANI.IT)

# Bass Spectrum

*Rilevamento parametri caratteristici di un altoparlante e progettazione  
di un sistema in cassa chiusa assistiti da computer*

*di Renato Giussani e Maurizio Bergami*





**S**ul numero 33 di AUDIOREVIEW (Novembre 1984), abbiamo presentato un programma per home - computer dedicato agli autocostruttori di casse acustiche.

L'iniziativa è nata dalla considerazione che la diffusione degli home - computer ha ormai raggiunto un livello molto elevato, tanto da permettere l'utilizzazione da parte di chiunque desideri metterli al servizio del suo campo di interesse prevalente. Il computer "domestico" più diffuso sul mercato italiano, capace fra l'altro di supportare programmi di una certa complessità (come quello che volevamo presentare), è il Commodore 64. La sua presenza in molte case di appassionati hi - fi (o di loro amici) ed il prezzo contenuto ci hanno convinti ad iniziare l'opera di "computerizzazione" del Do it Yourself proprio con questa macchina che, pur essendo nota soprattutto per le sue affascinanti applicazioni come videogioco evoluto, è abbastanza dotata per poter essere utilizzata con successo anche nella soluzione di problemi tecnici di una certa complessità. Sta di fatto che, appena uscita la rivista in edicola, gli appassionati hi - fi in grado di accedere a computer diversi dal "64" hanno cominciato a richiedere versioni per altre macchine. Il programma Bass 64 in versione originale senza grafica (pubblicato su AR n° 33) occupa 14K di memoria. La versione finale completa di grafica totalizza invece 16,5K + 8,2K di Simons' Basic. La macchina attualmente più diffusa dopo il Commodore, in grado di supportare una adeguata conversione del Bass 64 dotato di routine grafica già nella configurazione base, ci risulta essere il Sinclair ZX Spectrum, da cui la decisione che ha portato a questo articolo.

Il programma è stato convertito mantenendo quanto più possibile la forma originale, per cui le spiegazioni d'uso già pubblicate sui numeri 33 e 35 di AR possono essere applicate senza alcuna variante anche all'attuale versione Spectrum.

#### **La rilevazione dei parametri dell'altoparlante**

La prima cosa da fare è definire il tipo di applicazione cui il sistema di altoparlanti sarà destinato. Un sistema di altoparlanti per discoteca sarà progettato secondo criteri diversi da quello destinato ad un uso a livello contenuto ma con una qualità timbrica molto alta. In particolare il programma Bass è stato sviluppato per assistere nella rilevazione dei parametri caratteristici di un altoparlante e nel progetto di una cassa chiusa, mentre per applicazioni professionali di alta potenza i sistemi di carico del woofer da preferire sono il "bass - reflex" e la "tromba". Cogliamo l'occasione per informarvi che il programma Reflex è già a buon punto e consentirà una progettazione interattiva dei sistemi reflex estremamente semplificata, pur senza trascurare tutte le possibilità offerte all'autocostruttore dagli studi più aggiornati sull'argomento. La scelta del woofer più adatto alla realizzazione del sistema desiderato, dovrà basarsi sulle caratteristiche dichiarate dal costruttore e sul tipo di altoparlanti cui dovrà essere abbinato. Sarà sbagliato ad esempio scegliere un woofer ad alta efficienza e montarlo in un grande volume se la finalità del progetto è la costruzione di un sistema in cui la scelta di midrange e tweeter è obbligata a modelli a bassa sensibilità.

La prima parte del programma serve ad assistere la rilevazione ed il calcolo di tutti i parametri caratteristici del woofer, che può essere effettuata secondo quattro metodologie differenti:

- 1 - Misura completa
- 2 - Misura semplificata
- 3 - Misura integrata con dati dichiarati

FORMULE BASS 64 E BASS SPECTRUM

Parametri	Dimensioni	Formule
C <sub>MS</sub>	[mm/N]	Cedevolezza meccanica delle sospensioni
X <sub>C</sub>	[mm]	Spostamento del cono nella misura statica del C <sub>MS</sub>
P <sub>A</sub>	[g]	Peso aggiunto nella misura statica di C <sub>MS</sub> e/o B1
B1	[N/A]	Fattore di forza
R <sub>E</sub>	[ohm]	Resistenza elettrica della bobina mobile
V	[volt]	Tensione applicata nella misura statica del B1
S <sub>D</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Area del pistone piatto equivalente
π		Numero fisso 3,14159265
D	[mm]	Diametro del pistone piatto equivalente
f <sub>s</sub>	[Hz]	Frequenza di risonanza dell'altoparlante
M <sub>S</sub>	[g]	Massa mobile
C <sub>AS</sub>	[m <sup>5</sup> ]	Cedevolezza acustica delle sospensioni
V <sub>AS</sub>	[dm <sup>3</sup> ]	Volume di aria equivalente alle sospensioni
Q <sub>ES</sub>		Fattore di merito elettrico dell'altoparlante
P <sub>F</sub>	[N/m <sup>2</sup> ]	Pressione acustica a 1 m per emissione su 2π
dB <sub>sp1</sub>		Livello di pressione acustica riferito a 20 μP
R <sub>MS</sub>	[Kg/s]	Resistenza meccanica dell'altoparlante
Q <sub>MS</sub>		Fattore di merito meccanico dell'altoparlante
R <sub>A</sub>	[ohm]	Resistenza elettrica aggiunta in serie all'altoparlante
Q <sub>TC</sub>		Fattore di merito totale del sistema altoparlante-cassa
Q <sub>TS</sub>		Fattore di merito totale dell'altoparlante
f <sub>c</sub>	[Hz]	Frequenza di risonanza del sistema altoparlante-cassa
α		Rapporto di cedevolezza

V <sub>B</sub>	[dm <sup>3</sup> ]	Volume netto della cassa vuota
V <sub>BF</sub>	[dm <sup>3</sup> ]	Volume equivalente della cassa piena di assorbente acustico
Q <sub>TCF</sub>		Fattore di merito totale del sistema con assorbente acustico
α <sub>F</sub>		Rapporto di cedevolezza con assorbente acustico
f <sub>CF</sub>	[Hz]	Frequenza di risonanza del sistema con assorbente acustico
V <sub>G</sub>	[volt]	Tensione efficace massima dell'amplificatore su 8Ω
P <sub>MAX</sub>	[watt]	Potenza efficace massima dell'amplificatore su 8Ω
F <sub>O</sub>	[N]	Valore di picco della forza generata da V <sub>G</sub>
K <sub>C</sub>	[N/m]	Costante elastica del sistema altoparlante-cassa
X <sub>ST</sub>	[mm]	Spostamento statico causato da V <sub>G</sub>
ESC <sub>M</sub>	[mm]	Escursione massima del cono
f <sub>XM</sub>	[Hz]	Frequenza di massima espansione del cono
Z <sub>O</sub>	[ohm]	Impedenza notevole per la rilevazione del fattore di merito
Z <sub>M</sub>	[ohm]	Impedenza alla frequenza di risonanza
f <sub>1</sub> , f <sub>2</sub>	[Hz]	Frequenze alle quali l'impedenza è pari a √(Z <sub>M</sub> × R <sub>E</sub> )
Q <sub>ES</sub> (R <sub>A</sub> )		Fattore di merito elettrico dell'altoparlante con resistenza aggiunta
Q <sub>MS</sub> (M <sub>A</sub> )		Fattore di merito meccanico dell'altoparlante con massa aggiunta
f <sub>SA</sub>	[Hz]	Frequenza di risonanza con massa aggiunta
M <sub>A</sub>	[g]	Massa aggiunta per la rilevazione di M <sub>S</sub> e C <sub>MS</sub>
dB <sub>sp1</sub> (f)		Livello di pressione sonora in funzione della frequenza
f	[Hz]	Variabile frequenza
P <sub>FRA</sub>		Pressione acustica a 1 cm con resistenza aggiunta R <sub>A</sub>

MISURA 1, MISURA 2 :

$$C_{MS} = \frac{1000 \times X_C}{9.8 \times P_A} \quad [\text{mm/N}]$$

$$B1 = \frac{9.8 \times R_E \times P_A}{1000 \times V} \quad [\text{N/A}]$$

$$S_D = \frac{\pi \times \left(\frac{D}{1000}\right)^2}{4} \quad [\text{m}^2]$$

PARAMETRI 1 :

$$C_{MS} = \frac{1.000.000}{(2 \times \pi \times f_s)^2 \times M_S} \quad [\text{mm/N}]$$

$$C_{AS} = \frac{C_{MS} \times S_D^2}{1000} \quad [\text{m}^5]$$

$$V_{AS} = 1000 \times 1.18 \times 344^2 \times C_{AS} \quad [\text{dm}^3]$$

$$C_{AS} = \frac{V_{AS}}{1000 \times 1.18 \times 344^2} \quad [\text{m}^5]$$

$$C_{MS} = \frac{1000 \times C_{AS}}{S_D^2} \quad [\text{mm/N}]$$

$$M_S = \frac{1.000.000}{4 \times \pi^2 \times f_s^2 \times C_{MS}} \quad [\text{g}]$$

PARAMETRI 2 :

$$B1 = \sqrt{\frac{R_E^2 \times M_S}{Q_{ES}^2 \times C_{MS}}} \quad [\text{N/A}]$$

$$P_F = \frac{1000 \times 2.83 \times 1.18 \times B1 \times S_D}{2 \times \pi \times R_E \times M_S} \quad [\text{N/m}^2]$$

$$\text{dB}_{sp1} = 20 \times \log_{10} \frac{P_F}{0.00002}$$

$$Q_{ES} = \frac{2 \times \pi \times R_E \times f_s \times M_S}{\text{dB}_{sp1} \times 1000 \times B1^2}$$

$$P_F = 10 \times \frac{\text{dB}_{sp1}}{20} \times 0.00002 \quad [\text{N/m}^2]$$

$$B1 = \frac{2 \times \pi \times P_F \times R_E \times M_S}{1000 \times 2.83 \times 1.18 \times S_D} \quad [\text{N/A}]$$

PARAMETRI 3 :

$$f_s = \frac{1000}{2 \times \pi} \times \sqrt{\frac{1}{M_S \times C_{MS}}} \quad [\text{Hz}]$$

$$R_{MS} = \frac{2 \times \pi \times f_s \times M_S}{1000 \times Q_{MS}} \quad [\text{Kg/s}]$$

$$Q_{MS} = \frac{2 \times \pi \times f_s \times M_S}{1000 \times R_{MS}}$$

RES. AGG. :

$$P_{FA} = P_F \times \frac{R_E}{R_E + R_A} \quad [\text{N/m}^2]$$

$$Q_{ES} (R_A) = Q_{ES} \times \frac{R_E + R_A}{R_E}$$

CASSA :

$$Q_{TC} = Q_{TS} \times \frac{f_c}{f_s}$$

$$\alpha = \left(\frac{f_c}{f_s}\right)^2 - 1$$

$$V_B = \frac{V_{AS}}{\alpha} \quad [\text{dm}^3]$$

$$V_{BF} = V_B / 0.6 \quad [\text{dm}^3]$$

$$Q_{TCF} = \frac{1}{\frac{1}{Q_{TS}} + \frac{1}{4}}$$

$$\alpha = \frac{V_{AS}}{V_B}$$

$$\alpha_F = \alpha \times 0.6$$

$$f_c = f_s \times \sqrt{\alpha + 1} \quad [\text{Hz}]$$

$$f_{CF} = f_s \times \sqrt{\alpha_F + 1} \quad [\text{Hz}]$$

$$Q_{TC} = Q_{TS} \times \frac{f_c}{f_s}$$

MASSA AGGIUNTA :

$$Q_{MS} (M_A) = Q_{MS} \times \frac{f_{SA} \times (M_S + M_A)}{f_s \times M_S}$$

ESCURSIONE :

$$V_G = \sqrt{P_{MAX} \times B} \quad [\text{Volt}]$$

$$F_O = \frac{V_G \times B1 \times \sqrt{2}}{R_E + R_A} \quad [\text{Newton}]$$

$$K_C = \frac{4 \times \pi^2 \times f_c^2 \times M_S}{1000} \quad [\text{N/m}]$$

$$X_{ST} = \frac{1000 \times F_O}{K_C} \quad [\text{mm}]$$

Per  $Q_{TC} < \frac{1}{\sqrt{2}}$  :

$$Esc_M = \frac{X_{ST}}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{f_{XM}}{f_c}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{f_{XM}}{f_c} \times Q_{TC}\right)^2}} \quad [\text{mm}]$$

Per  $Q_{TC} > \frac{1}{\sqrt{2}}$  :

$$f_{XM} = f_c \times \sqrt{1 - \frac{1}{2 \times Q_{TC}^2}} \quad [\text{Hz}]$$

$$Esc_M = X_{ST} \times \sqrt{\frac{Q_{TC}^4}{Q_{TC}^2 - 0.25}} \quad [\text{mm}]$$

RILEVAZIONE PARAMETRI , (INPUT β) :

$$Z_O = \sqrt{Z_M \times R_E} \quad [\text{ohm}]$$

$$Q_{MS} = \frac{f_s}{f_2 - f_1} \times \sqrt{\frac{Z_M}{R_E}}$$

$$Q_{ES} = \frac{f_s}{f_2 - f_1} \times \frac{Z_O}{(Z_M - R_E)}$$

$$Q_{TS} = \frac{f_s}{f_2 - f_1} \times \sqrt{\frac{R_E}{Z_M}}$$

$$C_{MS} = \frac{1.000.000 \times (f_s^2 - f_{SA}^2)}{4 \times \pi^2 \times f_s^2 \times f_{SA}^2 \times M_A} \quad [\text{mm/N}]$$

$$M_S = \frac{1.000.000}{4 \times \pi^2 \times f_s^2 \times C_{MS}} \quad [\text{g}]$$

CALCOLO CURVA DI RISPOSTA :

$$\text{dB}_{sp1} (f) = \text{dB}_{sp1} + 20 \log_{10} \frac{f^2}{f_c^2} \sqrt{\frac{f^2}{\left(\frac{f^2}{f_c^2} - 1\right)^2 + \frac{f^2}{Q_{TC}^2}}}$$

Tutte le formule utilizzate nei programmi Bass Spectrum e Bass 64 prevedono la immissione dei parametri con le dimensioni indicate nella tabella delle abbreviazioni.

DATI ALTOP. : RCF L12 P48

RES. BOB. MOB. [OHMS] RE = 5.1  
 FREQ. RISON. [HZ] F0 = 18.2  
 IMP. ALLA RISON. [OHMS] ZM = 14.2  
 Z(1/2) = 26.91  
 FREQUENZA F1 [HZ] F1 = 14.5  
 FREQUENZA F2 [HZ] F2 = 20.036  
 FATT. MER. MECC. [GMS] = 0.491  
 FATT. MER. ELET. [QES] = 0.39  
 FATT. MER. TOT. [QTS] = 0.39  
 MASSA AGGIUNTA [G] MG = 28  
 RIS. C. MAS. AGG. [HZ] FM = 15.7  
 CEDEV. SOSP. [MM/N] CMS = 0.94  
 MASSA MOBILE [G] MS = 81.44  
 FATT. FORZA [WB/M] BL = 10.81  
 DIAM. EQUIV. [MM] D = 25.4  
 LIV. 2.83V/1M [DB SPL] = 91.56

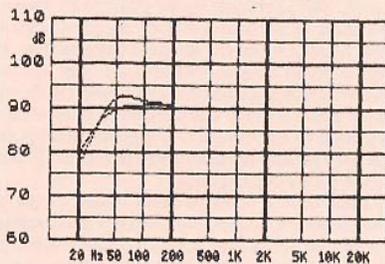
DATI ALTOP. : RCF L12 P48

DIAM. EQUIV. [MM] D = 25.4  
 FREQ. RISON. [HZ] F0 = 18.2  
 RES. BOB. MOB. [OHMS] RE = 5.1  
 MASSA EQ. MOB. [G] MG = 81.44  
 MASSA AGG. [G] MA = 0  
 VOL. EQUIV. [DCMC] VAS = 392.89  
 CEDEV. SOSP. [MM/N] CMS = 0.94  
 FATT. MER. TOT. [QTS] = 0.39  
 FATT. MER. MECC. [GMS] = 0.491  
 FATT. MER. ELET. [QES] = 0.41  
 FATT. FORZA [WB/M] BL = 10.81  
 LIV. 2.83V/1M [DB SPL] = 91.56

DATI CASSA

VOLUME [DCMC] VB = 70  
 VOL. CON ASS. [DCMC] VBA = 70  
 FREQ. RISON. [HZ] FC = 46.8  
 FR. RIS. C. ASS. [HZ] FCF = 38.04  
 RESIST. AGG. [OHMS] RA = 0.6  
 FATT. MER. TOT. [QTC] = 1.12  
 FATT. MER. C. ASS. [QTCF] = 0.74  
 POTENZA [W/8OHMS] PMAX = 250  
 FREQ. MAX ESC. [HZ] FXM = 40  
 MAX ESC. [MM] XMAX = 21.07  
 FR. MAX C. ASS. [HZ] FXMF = 40  
 MAX ESC C. ASS. [MM] XMF = 18.15  
 LIV. 2.83V/1M [DB SPL] = 90.5

RISPOSTA IN FREQUENZA



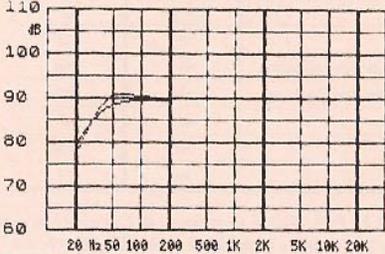
DATI ALTOP. : RCF L12 P48

DIAM. EQUIV. [MM] D = 24.8  
 FREQ. RISON. [HZ] F0 = 19.5  
 RES. BOB. MOB. [OHMS] RE = 5.1  
 MASSA EQ. MOB. [G] MG = 80.39  
 VOL. EQUIV. [DCMC] VAS = 0  
 CEDEV. SOSP. [MM/N] CMS = 0.83  
 FATT. MER. TOT. [QTS] = 0.4  
 FATT. MER. MECC. [GMS] = 10  
 FATT. MER. ELET. [QES] = 0.42  
 FATT. FORZA [WB/M] BL = 10.98  
 LIV. 2.83V/1M [DB SPL] = 90.73

DATI CASSA

VOLUME [DCMC] VB = 70  
 VOL. CON ASS. [DCMC] VBA = 70  
 FREQ. RISON. [HZ] FC = 42.98  
 FR. RIS. C. ASS. [HZ] FCF = 35.5  
 RESIST. AGG. [OHMS] RA = 0.6  
 FATT. MER. TOT. [QTC] = 0.98  
 FATT. MER. C. ASS. [QTCF] = 0.67  
 POTENZA [W/8OHMS] PMAX = 250  
 FREQ. MAX ESC. [HZ] FXM = 40  
 MAX ESC. [MM] XMAX = 21.69  
 FR. MAX C. ASS. [HZ] FXMF = 40  
 MAX ESC C. ASS. [MM] XMF = 17.98  
 LIV. 2.83V/1M [DB SPL] = 89.76

RISPOSTA IN FREQUENZA



Nella stampa a sinistra compaiono i dati misurati su un esemplare di woofer RCF L12 P48. Lo Spectrum ne ha simulato poi il montaggio in un volume di 70 litri con una resistenza in serie di 0,6 ohm. Qui sopra, la stampa dei dati relativi alla stessa simulazione, ottenuta questa volta a partire dai soli dati dichiarati dal costruttore dell'altoparlante.

la scelta delle eventuali verifiche incrociate ottenibili, in caso di ridondanza, facendo girare il programma con raggruppamenti di parametri diversi.

La quarta opzione prevede la esclusiva utilizzazione di dati dichiarati dal costruttore dell'altoparlante e quindi non richiede né disponibilità di strumenti di misura né il possesso dell'altoparlante. In questo caso è possibile addirittura immettere dei dati solo "supposti", per verificare a posteriori la congruenza dei risultati con altri dati eventualmente in vostro possesso, come ad esempio la frequenza di risonanza ed il Qtc o la risposta in frequenza di una cassa acustica già realizzata da altri (magari lo stesso costruttore) con lo stesso altoparlante. Se volete provare a verificare le prestazioni di sistemi commerciali misurati da AUDIOREVIEW, non dimenticate di tenere in conto gli effetti del filtro passivo del woofer, che normalmente introducono solo un effetto assimilabile a quello di una resistenza aggiuntiva in serie all'altoparlante (compresa molto spesso fra gli 0,4 e gli 0,8 ohm), ma altre volte hanno una influenza più complessa.

Progetto della Cassa Acustica

Il programma vi consente di scegliere se prefissare il volume del mobile o la frequenza di risonanza della cassa finita. Nel caso decidiate di scegliere il volume, il computer calcolerà i dati di frequenza di risonanza, fattore di merito totale, frequenza di massima escursione ed escursione massima di picco sia per il caso di cassa vuota che completamente riempita di assorbente acustico (lana di vetro). A richiesta potrà poi calcolare e visualizzare anche le curve di risposta in frequenza nelle due condizioni. La risposta della cassa che realizzerete sarà compresa fra le due

curve tracciate e sarà più prossima all'una o all'altra a seconda della quantità di assorbente acustico utilizzato. Se sceglierete di prefissare la frequenza di risonanza del sistema altoparlante-cassa, sappiate che il computer non accetterà valori inferiori a quello presentato dall'altoparlante in aria libera. Immesso un dato fisicamente attendibile il computer calcolerà il volume del mobile necessario ad ottenerlo, che sarà ovviamente diverso nel caso di cassa vuota o con assorbente; nel caso di previsto riempimento parziale (caso normale) potrà essere scelto un valore intermedio. Tenete presente che, se è vero che con due mobili diversi è possibile ottenere lo stesso valore della frequenza di risonanza utilizzando quantità diverse di assorbente acustico, non così è per il fattore di merito che, a parità di frequenza di risonanza, avrà sempre un valore più basso per il sistema di volume minore dotato di più assorbente. Il vostro Spectrum non mancherà perciò di tracciare per le due condizioni due curve di risposta in frequenza differenti. Ricordate che la curva più in alto è sempre quella della cassa vuota e quella più in basso quella della cassa piena di lana di vetro.

Fra i dati che dovete comunicare al computer per permettergli di eseguire i calcoli ci sono anche i valori di potenza massima dell'amplificatore che intendete utilizzare e della resistenza che eventualmente gli collegherete in serie (ad esempio quella della bobina di filtro). Mentre il valore della resistenza viene accettato anche pari a zero (caso di utilizzazione con crossover elettronico a monte del finale di potenza), la potenza deve essere diversa da zero.

Il dato viene utilizzato per calcolare la escursione di picco del cono in corrispondenza alla frequenza di massima escursione o alla frequenza da voi prefissata rispondendo alla richiesta "FREQ. INF. MUS.?". Se dovrete scoprire che le caratteristiche del woofer che vorreste utilizzare vi costringono alla scelta di un volume troppo grande, ma l'altoparlante ha una efficienza più alta di quella degli altri componenti del sistema, forse vi trovate nella condizione di poterlo "modificare" per renderlo più adatto al vostro progetto. Se risponderete "S" alla domanda "VUOI VARIANTI?" e no alla successiva, vi verrà chiesto se volete variare la massa dell'altoparlante. Per aumentare la massa si deve rispondere con un numero positivo alla richiesta di massa aggiunta, mentre per ridurla basterà rispondere con un numero preceduto dal segno "-"; il computer non accetterà diminuzioni della massa mobile tali da renderla nulla o addirittura negativa. L'effetto di un aumento della massa è quello di innalzare il fattore di merito ed abbassare frequenza di risonanza ed efficienza (ovvero il dato di dB spl per 2,83 volt a 1 metro); ora il vostro altoparlante potrà ottenere la desiderata frequenza di risonanza anche in un volume più piccolo.

Un esempio di utilizzazione

Sul n° 35 di AR abbiamo già pubblicato alcuni esempi d'uso del programma "Bass" che mantengono intatta la loro validità anche per il "Bass Spectrum". In questa occasione vogliamo invece presentare una serie di misure di un interessante woofer RCF che avranno molto probabilmente un seguito in un progetto di estremo interesse, soprattutto per gli appassionati che hanno seguito la evoluzione della hi-fi italiana negli ultimi dieci anni. Forse abbiamo anticipato già troppo, ma vogliamo ugualmente aggiungere che su uno dei prossimi numeri di AUDIOREVIEW troverete una sorpresa con i fiocchi.

Il woofer in oggetto è l'L12 P 48, un "30 cm" dotato di cono di ottima qualità, gruppo magnetico ben dimensionato, sospensione in magna, bobina mobile da 50 mm di diametro alta 18,5

4 - Immissione dati dichiarati dal costruttore. Per eseguire la misura completa si deve disporre di un certo numero di strumenti di misura di buona qualità:

- 1 - Un generatore audio di elevata precisione, o corredato di frequenzimetro, avente una frequenza limite inferiore pari circa alla metà della frequenza di risonanza del woofer da misurare.
- 2 - Un voltmetro capace di misurare senza problemi anche segnali di frequenza pari alla minima del generatore.
- 3 - Un ohmetro in corrente continua capace di misurare resistenze nel campo 2/200 ohm con la precisione di almeno il 5%.

La seconda opzione prevede sempre che si sia in possesso dell'altoparlante e che sia possibile conoscere almeno i dati di resistenza della bobina mobile e frequenza di risonanza del woofer. La cedevolezza può essere misurata facendo uso di un peso e di un calibro; il fattore di merito meccanico può essere supposto senza eccessivi problemi pari a 5, mentre il fattore di forza BI può essere misurato con un peso ed una sorgente di tensione continua variabile. Le procedure di misura sono state descritte completamente nel già citato articolo "Bass 64" del n°33 di AR. La terza opzione è una variante della seconda, ovvero alcuni dati possono essere noti e quindi immessi direttamente alla richiesta del computer, mentre altri possono essere misurati. A voi

Caratteristiche tecniche • Features		L12P48	
Impedenza nominale • Nominal impedance	Ohm		8
Potenza nominale continua • Nominal power rating	Watt		60
Potenza di programma musicale • Program power	Watt		120
Sensibilità • Sensibility	(1W/1m)	dB	89
Risposta in frequenza • Frequency response		Hz	19,5 - 1500
Densità di flusso • Flux density		Tesla	0,73
Flusso totale • Total flux		Weber · 10 <sup>-3</sup>	1,14
Frequenza di risonanza • Resonance frequency	(fs)	Hz	19,5
Fattore di merito meccanico • Mechanical efficiency factor	(Qms)		10
Fattore di merito elettrico • Electric efficiency factor	(Qes)		0,44
Fattore di merito totale • Total efficiency factor	(Qts)		0,4
Diametro bobina • Voice coil resistance		mm	51
Resistenza della bobina • Voice coil resistance		Ohm	
Diametro di emissione membrana • Effective diaphragm diameter	(D)	m	0,248
Volume acustico equivalente • Equivalent air volume	(Vas)	m <sup>3</sup>	0,27
Diametro esterno • Overall diameter		mm	320
Profondità totale • Total depth		mm	132
Foro per montaggio a flangia esterna • Baffle opening diameter for front mounting		mm	286
Foro per montaggio a flangia interna • Baffle opening diameter for rear mounting		mm	285
Numero fori di fissaggio • Number of bolt holes		n°	4
Diametro per posizionamento fori • Bolt circle diameter		mm	300
Peso netto • Net weight		kg	4,6

Qui sopra, i dati dichiarati dalla RCF per il suo woofer L12 P48. Il dato di potenza di 250 watt che compare nella stampa dei dati a pag. 95 è quello dichiarato dalla RCF per il montaggio dell'L12 P48 in 70 litri "completamente riempiti di materiale assorbente". Nelle foto a destra l'uso dello Spectrum per misurare i parametri dell'altoparlante e per il progetto con i dati dichiarati.

mm. I dati dichiarati sono riportati a pagina 95. Abbiamo richiesto alla RCF quattro campioni che abbiamo sottoposto alla misura completa utilizzando lo Spectrum e gli strumenti del nostro laboratorio. I risultati della misura sono stati estremamente simili per tutti e quattro i woofer, con un dato di frequenza di risonanza variabile fra i 17,4 Hz del campione n°1 ed i 18,8 Hz del n°4; in corrispondenza i Qts spaziano dallo 0,38 del n° 1 allo 0,43 del n° 2, con un valore medio di 0,41 ed uno scarto massimo dal valor medio pari al 15%.

Il livello in dB spl per 2,83 V a 1m va dai 91,1 dB del n° 2 ai 91,6 dB del n° 3, con uno scarto massimo dal valore medio di 0,28 dB. Nonostante fra i dati dichiarati e quelli misurati sembrano sussistere delle differenze rilevanti, si deve osservare che il maggior responsabile di tali differenze è il diverso valore del Vas, ovvero della cedevolezza delle sospensioni. Come è ben noto fra gli addetti ai lavori, il Vas subisce normalmente notevoli variazioni anche nelle produzioni più accurate, ma la influenza di tali variazioni sul funzionamento del sistema altoparlante - cassa è molto contenuta; il valore assunto da tale parametro ha però l'effetto di alterare anche i valori di tutti gli altri parametri dell'altoparlante in aria libera: ad esempio la frequenza di risonanza Fs, congruentemente con un Vas dichiarato più basso di quello riscontrato sui nostri campioni, ha un dato dichiarato più alto. Calcolando però il dato di massa mobile a partire dai dati di Vas e di Fs dichiarati dal costruttore si ottiene un valore di 80,4 grammi, che differisce solo del 2% da quello medio riscontrato nel nostro laboratorio. La RCF dichiara anche che, montando l'L12 P48 in un volume di 70 litri "completamente riempito di materiale assorbente" ed alimentandolo tramite il filtro RCF FCS - 32, si otterrà una frequenza di risonanza di 40 Hz ed un fattore di merito Qtcf di 0,75. Questi dati sono congruenti con quelli forniti dal programma Bass Spectrum, sia che si utilizzino i dati misurati sull'altoparlante reale (che

per la cassa piena di assorbente acustico forniscono  $F_{cf} = 38 \text{ Hz}$   $Q_{tcf} = 0,74$ ), sia che si effettui il progetto con i dati dichiarati. Dosando opportunamente una buona quantità di assorbente acustico (magari effettuando le misure di verifica come spiegato sul n° 33), sarà sempre possibile conseguire risultati molto simili a quelli promessi.

R.G.

#### NOTE DI CONVERSIONE

Il Bass Spectrum ricalca molto fedelmente il programma originale per Commodore 64; nella conversione abbiamo dovuto tuttavia tener conto di alcune differenze tra i due computer in particolare modo della diversità della pagina grafica, che sul 64 è di 320x200 pixel, contro i 256x176 dello Spectrum. Iniziamo con l'osservare che il programma gira solo con lo Spectrum 48K (oppure con lo Spectrum Plus, visibile nelle foto); l'occupazione di memoria è tale da rendere vano qualsiasi tentativo di utilizzo con lo Spectrum 16K, anche eliminando la sezione relativa alla grafica. L'inserimento in memoria non dovrebbe comportare particolari difficoltà; l'ostacolo più grosso è costituito dalla lunghezza del listato, che supera le 600 linee e che quindi rende abbastanza probabili errori di digitazione in grado di pregiudicare il corretto funzionamento del programma.

Nel caso in cui il programma, durante l'esecuzione, si arresti segnalando errore o, peggio non dia risultati corretti (basta provarlo con uno degli esempi pubblicati per rendersene conto) occorre armarsi di pazienza e procedere alla ricerca del (o dei) bug. La prima cosa da fare è cercare di identificare la parte del programma responsabile dell'errore; per questo risulta molto utile il diagramma di flusso pubblicato sul numero scorso a pagina 83, che, sebbene relativo al programma per il Commodore 64, rimane valido anche per il Bass Spectrum.

Una volta trovata la zona "sospetta" conviene listarla, preferibilmente su carta, e confrontarla attentamente con il listato pubblicato. Se l'erro-



re non risulta evidente si può provare ad inserire una serie di istruzioni STOP nei punti chiave della routine e poi far girare il programma. In questo modo risulta possibile, ad ogni arresto dell'esecuzione, controllare che i valori delle variabili siano corretti e poi ripartire dando un'istruzione CONTINUE. Al termine dell'operazione ci si dovrà naturalmente ricordare di cancellare gli STOP aggiunti.

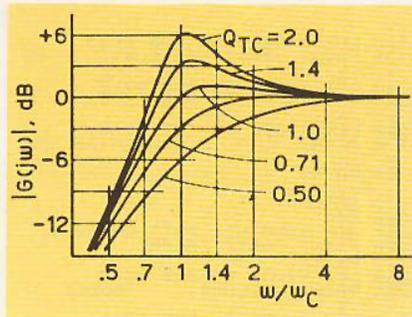
Le linee 6620 e 6640 possono creare un pò di confusione, in quanto contengono dei caratteri grafici che sul listato appaiono come normali lettere maiuscole. Entrambe queste linee vanno inserite così come sono scritte, con l'avvertenza di premere GRAPHICS ( si ottiene premendo contemporaneamente CAPS SHIFT e 9, e l'effetto è quello di trasformare il cursore da una L lampeggiante in una G) subito dopo i doppi apici successivi alle istruzioni di PRINT AT e di premerlo nuovamente prima di riscrivere i doppi apici.

I PI che compaiono nel listato non rappresentano una variabile ma la costante predefinita pi greco, che va inserita premendo prima contemporaneamente CAPS SHIFT e SYMBOL SHIFT (verificate che il cursore si trasformi in una E lampeggiante) e poi il tasto M.

Un altro simbolo strano è la freccia rivolta verso l'alto, che indica l'elevamento a potenza; per ottenerla si devono prima premere contemporaneamente CAPS SHIFT e SYMBOL SHIFT e poi SYMBOL SHIFT e M, anch'essi insieme. Tutte le scritte in inverso si ottengono premendo INVERSE VIDEO (CAPS SHIFT e 4 all'inizio della scritta e TRUE VIDEO (CAPS SHIFT e 3) alla fine. Infine la funzione LN, che indica il logaritmo naturale, va inserita con CAPS SHIFT e SYMBOL SHIFT e poi Z.

Il programma per 64 prevede la possibilità di rispondere ad una richiesta input semplicemente premendo RETURN (corrisponde all'ENTER dello Spectrum), conservando in questo modo il vecchio valore.

Questa caratteristica si rivela molto utile quan-



Risposta in frequenza normalizzata di un altoparlante in aria libera e di un sistema a sospensione pneumatica. La scala delle frequenze (vera) si ottiene moltiplicando la scala normalizzata per la frequenza di risonanza.

TABELLA 1

Diametro nominale woofer	Diametro effettivo woofer
100 mm	80 mm
130 mm	100 mm
160 mm	130 mm
200 mm	160 mm
250 mm	200 mm
260 mm	210 mm
300 mm	240 mm
320 mm	260 mm
380 mm	330 mm
460 mm	380 mm

In assenza di dati attendibili, un valore approssimato del diametro effettivo di un woofer può essere ricavato da questa tabella.

do si vuole effettuare un nuovo calcolo modificando solo pochi parametri, in quanto non costringe a doverli reimmettere tutti. Come tutti i possessori di uno Spectrum ben sanno, lo Spectrum non accetta la semplice pressione di ENTER agli input di variabile numerica e segnala errore facendo lampeggiare un punto interrogativo fino a che non viene inserito un dato valido. Per ottenere un funzionamento analogo a quello di Bass 64 siamo quindi ricorsi ad un "trucco", per la verità abbastanza banale, che però può risultare utile anche in altri programmi.

Per richiedere il valore di una variabile numerica (ad esempio X) normalmente si usa un INPUT X, che assegna ad X il valore immesso. In questo caso, come abbiamo detto, premere, in risposta all'INPUT, soltanto ENTER non è lecito.

Premere ENTER in un input di variabile stringa ad esempio INPUT TS, invece si può fare, ottenendo in pratica l'assegnazione TS="".

Il "trucco" è proprio questo: si sostituisce l'INPUT di variabile numerica con un INPUT TS, poi si verifica se TS ha lunghezza nulla (IF TS=""). Se si non succede nulla, e di conseguenza il vecchio valore della variabile numerica rimane inalterato, altrimenti vuol dire che è stato inserito qualcosa e la variabile assume il nuovo valore con l'istruzione LET X=VAL TS. L'unica precauzione da prendere è quella di iniziare il programma con un'istruzione LET X=0 per evitare che, rispondendo con un ENTER la prima volta che viene chiesto l'INPUT si abbia un errore di "variabile not found".

Un'altra particolarità di Bass Spectrum, che può anch'essa risultare utile in altre occasioni è la POKE 23658,8 alla linea 50. Questa istruzione equivale ad un CAPS LOCK, cioè fissa le lettere maiuscole; per tornare a quelle minuscole si può utilizzare un'altra POKE, e precisamente POKE 23658,0.

M.B.

```

10 REM ALTOP/CASSA CHIUSA
20 REM -R.GIUSSANI/M.BERGAMI-
30 REM (C) AUDIO REVIEW 1984
40 REM
50 BORDER 1: PAPER 1: INK 7: C
LS: POKE 23658,8
60 LET D=0: LET FS=0: LET RE=0
: LET IMP=0: LET MS=0: LET VAS=0
70 LET CMS=0: LET XC=0: LET U=0
80 LET QTS=0: LET QMS=0: LET DB
=0: LET MI=0: LET MS=0: LET FC=0
90 LET FXM=0: LET RA=0: LET UB
=0: LET ZH=0: LET F1=0: LET F2=0
100 LET MG=0: LET FM=0: LET CR=
0: LET GRAFICO=6000: LET MASCHER
A=6380: LET CURVE=6220: LET UDG=
0
110 DIM A(4): DIM Q(2): DIM K(2
): DIM E(2): DIM X(4): DIM M(2):
DIM F(4): DIM T(2): LET A$=""
LET U$=""
120 REM
150 LET MA=0: LET PA=0: LET PO=
0
160 CLS
170 PRINT " (C) 1984 AUDIO R
EVIEW "
180 PRINT " (C) 1984 AUDIO R
EVIEW "
190 PRINT " PRINT
192 BEEP 0.7,1
194 IF UDG=0 THEN GO SUB 7000
200 BEEP 0.7,1
230 INPUT "MARCA E MODELLO ALTO
PARLANTE (MAX. 18 CARATTERI)
"
232 IF T$="" THEN GO TO 240
234 LET U$=T$
240 PRINT "MOD. ALTOP. : ";U$
250 BEEP 0.7,1
260 PRINT
270 INPUT "MISURA ALTO. (MM) "
M$
280 IF M$="N" THEN GO TO 630
290 IF M$(">")$ THEN GO TO 250
300 GO SUB 4870: REM INPUT 0
310 GO SUB 1690: REM PARAMETRI1
320 GO SUB 2110: REM PARAMETRI2
330 IF QTS=0 OR QMS=0 THEN L
ET QTS=1/(1/QMS+1/QMS)
340 CLS
350 GO SUB 2910: REM PRINT0
360 GO SUB 2430
370 CLS
380 REM
390 GO SUB 3210: REM PRINT1
400 PRINT
410 BEEP 0.7,1
420 REM
430 REM
440 REM
450 INPUT "MOD. RISPONDIAMO LA MIS
URA (S/N) "
B$
460 IF B$="N" THEN GO TO 612: R
EM GRAF/STAMPA
470 IF B$(">")$ THEN GO TO 410
480 BEEP 0.7,1
490 INPUT "MOD. RISPONDIAMO LA MIS
URA (S/N) "
C$
500 IF C$="S" THEN LET CR=0: GO
TO 2430: REM INPUT3
510 IF C$(">")$ THEN GO TO 480
520 BEEP 0.7,1
540 INPUT "MOD. RISPONDIAMO LA MIS
URA (S/N) "
A$
550 IF A$="S" THEN LET CR=0: GO
TO 2270: REM PARAMETRI3
560 IF A$(">")$ THEN GO TO 520
570 BEEP 0.7,1
590 INPUT "MOD. RISPONDIAMO LA MIS
URA (S/N) "
R$
600 IF R$="S" THEN LET CR=0: GO
TO 120
610 IF R$(">")$ THEN GO TO 570
611 GO TO 410
612 REM ** GRAFICO/STAMPA **
613 BEEP 0.7,1
614 INPUT "MOD. RISPONDIAMO LA MIS
URA (S/N) "
S$
615 IF S$="S" THEN GO TO 3980
616 IF S$(">")$ THEN GO TO 613
618 BEEP 0.7,1
619 INPUT "MOD. RISPONDIAMO LA MIS
URA (S/N) "
G$
620 IF G$="S" THEN GO TO GRAFIC
O
621 IF G$(">")$ THEN GO TO 617
622 GO TO 410
629 REM
630 REM *** INPUT1 ***
640 BEEP 0.7,1
650 INPUT "DIAMETRO EQUIVALENTE
(MM) "
T$
652 IF T$="" THEN GO TO 660
654 LET D=VAL T$
656 IF D=0 THEN GO TO 640
670 LET X=D: GO SUB 5010
680 PRINT "DIAM. EQUIV. (MM)
"
X
690 BEEP 0.7,1
700 INPUT "FREQ. RISON. ALTOP.
(HZ) "
T$
702 IF T$="" THEN GO TO 710
704 LET FS=VAL T$
710 IF FS=0 THEN GO TO 690
720 LET X=FS: GO SUB 5010
730 PRINT "FREQ. RISON. ALT. (HZ)
"
X

```

```

640 BEEP 0.7,1
740 BEEP 0.7,1
750 INPUT "RESIST. BOB. MOBILE (O
HMS) "
T$
752 IF T$="" THEN GO TO 760
754 LET RE=VAL T$
760 IF RE(">")$ THEN GO TO 810
770 BEEP 0.7,1
780 INPUT "IMP. NOMIN. ALTOP. (OH
MS) "
T$
782 IF T$="" THEN GO TO 790
784 LET RE=VAL T$
790 LET RE=IMP*0.75: REM IMPEDI
NZA IPOTIZZ.
800 IF RE=0 THEN GO TO 740
810 LET X=RE: GO SUB 5010
820 PRINT "RES. BOB. MOB. (OHMS)
"
X
830 BEEP 0.7,1
840 INPUT "MASSA EQUIP. MOBILE
(G) "
T$
842 IF T$="" THEN GO TO 850
844 LET MS=VAL T$
850 LET M$=MS/1000: LET X=M$: GO
SUB 5010
860 IF M$(">")$ THEN PRINT "MASSA
EQ. MOB. (G) "
X: GO TO 145
0: REM INPUT2
880 BEEP 0.7,1
890 INPUT "VOLUME EQUIVALENTE (
DCMC) "
T$
892 IF T$="" THEN GO TO 900
894 LET VAS=VAL T$
900 LET X=VAS: GO SUB 5010
910 IF VAS(">")$ THEN PRINT "VOL.
EQUIV. (DCMC) "
X
920 IF VAS=0 THEN GO TO 940
930 GO TO 1460: REM INPUT2
940 BEEP 0.7,1
950 INPUT "CEDEVOL. SOSP. (MM/N
) "
T$
952 IF T$="" THEN GO TO 960
954 LET CMS=VAL T$
960 LET X=CMS: GO SUB 5010
970 IF CMS(">")$ THEN PRINT "CEDEV
OL. SOSP. (MM/N) "
X: GO SUB 1
910: GO TO 1460: REM INPUT2
990 BEEP 0.7,1
1010 INPUT "MISURA CEDEVOLEZZA (
S/N) "
M$
1020 IF M$="S" THEN GO TO 1050:
REM MISURA1
1030 IF M$(">")$ THEN GO TO 990
1040 GO TO 830
1050 REM MISURA1 **MISURA CMS**
1060 BEEP 0.7,1
1070 INPUT "PESO APPLICATO (G)
"
T$
1072 IF T$="" THEN GO TO 1080
1074 LET PA=VAL T$
1080 IF PA=0 THEN GO TO 1050
1090 LET X=PA: GO SUB 5010
1100 PRINT "PESO APPLIC. (G)
"
X
1110 BEEP 0.7,1
1120 INPUT "SPOSTAMENTO COND (M
M) "
T$
1122 IF T$="" THEN GO TO 1130
1124 LET XC=VAL T$
1130 IF XC=0 THEN GO TO 1110
1140 LET X=XC: GO SUB 5010
1150 PRINT "SPOST. COND (MM)
"
X
1160 LET CMS=1000*XC/(9.8*PA)
1170 LET X=CMS: GO SUB 5010
1180 PRINT "CEDEVOL. (MM/N)
"
X: LET MS=0: LET VAS=0: GO
SUB 1910
1190 BEEP 0.7,1
1210 INPUT "MOD. RISPONDIAMO LA MIS
URA (S/N) "
M$
1220 IF M$="S" THEN GO TO 1060
1230 IF M$(">")$ THEN GO TO 1190
1240 GO TO 1460: REM INPUT2
1250 REM MISURA2 **MISURA BL**
1260 BEEP 0.7,1
1270 INPUT "PESO APPLICATO (
G) "
T$
1272 IF T$="" THEN GO TO 1280
1274 LET PO=VAL T$
1280 IF PO=0 THEN GO TO 1260
1290 LET X=PO: GO SUB 5010
1300 PRINT "PESO APPLIC. (G)
"
X
1310 BEEP 0.7,1
1320 INPUT "TENSIONE APPLICATA
(V) "
T$
1322 IF T$="" THEN GO TO 1330
1324 LET U=VAL T$
1330 IF U=0 THEN GO TO 1310
1340 LET X=U: GO SUB 5010
1350 PRINT "TENS. APPLIC. (V)
"
X
1360 LET BL=PO*9.8*RE/(1000*U)
1370 LET X=BL: GO SUB 5010
1380 PRINT "FATT. FORZA (UB/M)
"
X
1390 BEEP 0.7,1
1410 INPUT "MOD. RISPONDIAMO LA MIS
URA (S/N) "
M$
1420 IF M$="S" THEN GO TO 1260
1430 IF M$(">")$ THEN GO TO 1390
1440 IF QTS(">")$ THEN GO TO 4900
1450 GO TO 1830
1460 REM ***INPUT2 ***
1480 BEEP 0.7,1
1490 INPUT "FATT. MERITO TOT. AL
TOP. "
T$

```

(continua a pagina 98)

(segue da pagina 97)

```

1492 IF T$="" THEN GO TO 1500
1494 LET QTS=VAL T$
1500 LET X=QTS: GO SUB 5010
1510 IF QTS<>0 THEN PRINT "FATT.
MER.TOT.ALT. QTS = ";X
1520 BEEP 0.7
1530 INPUT "FATT. MERITO MECC. A
LTOP. QMS = ";T$
1532 IF T$="" THEN GO TO 1540
1534 LET QMS=VAL T$
1540 LET X=QMS: GO SUB 5010
1550 IF QMS<>0 THEN PRINT "FATT.
MER.MECC.ALT. QMS = ";X
1555 IF QMS<>0 AND QMS<=QTS THEN
GO TO 1520
1560 IF QTS=0 AND QMS=0 THEN GO
TO 1460
1570 IF QTS<>0 AND QMS<>0 THEN G
O TO 1830
1590 BEEP 0.7,1
1600 INPUT "FATT. MERITO ELETTR.
ALTOP. QMS = ";T$
1602 IF T$="" THEN GO TO 1610
1604 LET QES=VAL T$
1610 LET X=QES: GO SUB 5010
1620 IF QES<>0 THEN PRINT "FATT.
MER.ELET.ALT. QES = ";X
1630 IF QTS<>0 AND QES<>0 THEN G
O TO 4860
1650 IF QES<>0 THEN GO TO 1830
1650 BEEP 0.7,1
1650 INPUT "FATTORE DI FORZA [WB
/M] QBL = ";T$
1652 IF T$="" THEN GO TO 1670
1664 LET BL=VAL T$
1670 LET X=BL: GO SUB 5010
1680 IF BL<>0 THEN PRINT "FATT.
FORZA [WB/M] QBL = ";X
1690 IF QTS<>0 AND BL<>0 THEN GO
TO 4900
1700 IF BL<>0 THEN GO TO 1830
1710 BEEP 0.7,1
1730 INPUT "MISURARE IL BL
MISURAZ. QMS = ";T$
1740 IF T$="" THEN GO TO 1250:
REM MISURAZ
1750 IF T$<>"N" THEN GO TO 1710
1770 BEEP 0.7,1
1780 INPUT "LIV. CON 2.83 V/1M [
DB SPL] QDB = ";T$
1782 IF T$="" THEN GO TO 1790
1784 LET DB=VAL T$
1790 IF DB=0 AND QMS=0 THEN GO T
O 1520
1795 IF DB=0 THEN GO TO 1590
1800 LET X=DB: GO SUB 5010
1810 PRINT "LIV.2.83V/1M [DB SPL
] QDB = ";X
1820 IF QTS<>0 THEN GO SUB 4950
1830 BEEP 0.7,1
1850 INPUT "LIV. CON 2.83 V/1M [
DB SPL] QDB = ";T$
1850 IF T$="" THEN GO TO 310
1870 IF T$<>"N" THEN GO TO 1830
1880 GO TO 120
1890 REM ***PARAMETRII***
1900 CLS
1910 LET SD=PI/4*(D/1000)^2: REM
[M]
1920 IF MS<>0 THEN GO TO 1950
1940 IF QMS<>0 THEN GO TO 2000
1940 IF QMS<>0 THEN GO TO 2050
1950 LET CMS=1000/(2*PI*FS)^2*(
MS/1000)
1950 LET CAS=CMS*SD^2
1970 LET VAS=1.18*344^2*CAS: REM
[CM]
1980 LET VIAS=VAS/1000
1990 RETURN
2000 LET S1=VAS/1000
20010 LET CAS=S1/(1.18*344^2)
2020 LET CMS=CAS/SD^2+1000: REM
[M]
2030 LET MS=1E6/((2*PI*FS)^2*CMS
): REM [G]
2040 LET M=MS/1000: REM [KG]
2050 RETURN
2060 LET CAS=CMS*SD^2
2070 LET VAS=CAS*(1.18*344^2)
2080 LET MS=1E6/((2*PI*FS)^2*CMS
): REM [G]
2090 LET M=MS/1000: REM [KG]
2100 RETURN
2110 REM ***PARAMETRII***
2120 IF QES<>0 THEN GO TO 2150
2130 IF QES<>0 THEN GO TO 2190
2140 IF QES<>0 THEN GO TO 2230
2150 LET BL=(RE+2/QES+2*MS/CMS)^
0.25
2160 LET PF=2.83*1.18*BL*SD/(RE*
2*PI)
2170 LET DB=20*LN (PF/0.00002)/L
N(10)
2180 RETURN
2190 LET QES=M*RE*2*PI*FS/BL^2
2200 LET PF=2.83*1.18*BL*SD/(RE*
2*PI)
2210 LET DB=20*LN (PF/0.00002)/L
N(10)
2220 RETURN
2230 LET PF=10*(DB/20)^0.00002
2240 LET BL=PF/(2.83*1.18*SD/(RE
*2*PI))
2250 LET QES=M*RE*2*PI*FS/BL^2
2260 RETURN
2270 REM *PARAM.3 FS+MASSA AGG.*
2280 BEEP 0.7,1
2290 INPUT "MASSA AGGIUNTA [G]

```

```

2292 IF T$="" THEN GO TO 2300
2294 LET MA=VAL T$
2300 IF -MA>=MS THEN GO TO 2280
2310 LET MI=MI+MA
2320 LET X=MA: GO SUB 5010
2330 PRINT "MASSA AGG. [G] M
A = ";X
2340 LET ES=M/BL^2
2350 LET RS=CMS/(2*PI*FS*ES)
2360 LET RMS=M/(ES*RS)
2370 LET MS=MS+MA
2380 LET M=MS/1000
2390 LET FS=1/(2*PI)*SQRT(1/(M*(
CMS/1000)))
2400 LET QMS=2*PI*FS*M/RMS
2410 LET QES=M*RE*2*PI*FS/BL^2:
REM [HZ]
2420 GO TO 320
2430 REM **INPUT3 DECIS. CASSA**
2440 BEEP 0.7,1
2450 INPUT "POTENZA INSTALL. [W/
8 OHMS] QP = ";T$
2452 IF T$="" THEN GO TO 2460
2454 LET U=VAL T$
2460 IF U=0 THEN GO TO 2440
2470 LET X=U: GO SUB 5010
2480 PRINT "POT. INSTAL. [W/8 OHMS
] QP = ";X
2490 BEEP 0.7,1
2500 INPUT "LIV. INF. PROGR. MUS
ICAZ. QZ = ";T$
2502 IF T$="" THEN GO TO 2510
2504 LET FXM=VAL T$
2510 LET X=FXM: GO SUB 5010
2520 PRINT "LIV. INF. MUS. [HZ] FX
M = ";X
2530 BEEP 0.7,1
2550 INPUT "SCELTA RIS. VOLUME
QV = ";T$
2552 IF T$="" THEN GO TO 2590.
2554 REM INPUT4
2570 IF T$<>"U" THEN GO TO 2530
2580 GO TO 2790: REM INPUT5
2590 REM **INPUT4 VOL. DATA FC**
2600 BEEP 0.7,1
2620 INPUT "FREQ. RISONANZA [HZ
] QF = ";T$
2622 IF T$="" THEN GO TO 2630
2624 LET FC=VAL T$
2630 IF FC=FS THEN GO TO 2600
2640 LET X=FC: GO SUB 5010
2650 PRINT "FREQ. RISON. [HZ] Q
F = ";X
2660 GO SUB 2700: REM RES-AGG
2670 GO SUB 3540: REM VOLUME
2680 GO SUB 3650: REM ESCURSIONE
2690 GO TO 370
2700 REM ** RES-AGG **
2710 BEEP 0.7,1
2720 INPUT "RESIST. AGGIUNTIUA [
OHMS] QRA = ";T$
2722 IF T$="" THEN GO TO 2730
2724 LET RA=VAL T$
2730 LET X=RA: GO SUB 5010
2740 PRINT "RES. AGG. [OHMS] Q
RA = ";X
2750 LET RT=RE+RA
2760 LET CF=RE/RT
2770 LET BC=20*LN (CF/0.00002)/L
N(10)
2780 RETURN
2790 REM **INPUT5 FC DATO VOL.**
2800 BEEP 0.7,1
2810 REM
2830 INPUT "VOLUME DESIDERATO [D
B] QV = ";T$
2832 IF T$="" THEN GO TO 2840
2834 LET VB=VAL T$
2840 IF VB=0 THEN GO TO 2800
2850 LET X=VB: GO SUB 5010
2860 PRINT "VOL.DESID. [DB] QV
= ";X
2870 GO SUB 2700: REM RES-AGG
2880 GO SUB 3870: REM FREQUENZA
2890 GO SUB 3650: REM ESCURSIONE
2900 GO TO 370
2910 REM **PRINT0 DATI ALTOP.**
2920 PRINT "DATI ALTOP. : ";U$
2930 PRINT
2940 LET X=D: GO SUB 5010
2950 PRINT "Diam. EQUIV. [MM]
QD = ";X
2960 INPUT "LET X=FS: GO SUB 5010
2970 PRINT "FREQ. RISON. [HZ] F
S = ";X
2980 LET X=RE: GO SUB 5010
2990 PRINT "RES.BOB.MOB.[OHMS] R
E = ";X
3000 LET X=MS: GO SUB 5010
3010 PRINT "MASSA BOB.MOB. [G] M
S = ";X
3020 LET X=MI: GO SUB 5010
3030 PRINT "MASSA AGG. [G] M
I = ";X
3040 LET X=VAS: GO SUB 5010
3050 PRINT "VOL.EQUIV. [CM] V
AS = ";X
3060 LET X=CMS: GO SUB 5010
3070 PRINT "CEDEV.SOSP.[MM/N] C
MS = ";X
3080 LET X=QTS: GO SUB 5010
3090 PRINT "FATT.MER.TOT. QT
S = ";X
3100 LET X=QMS: GO SUB 5010
3110 PRINT "FATT.MER.MECC. QM
S = ";X

```

```

3120 LET X=QES: GO SUB 5010
3130 PRINT "FATT.MER.ELET. QE
S = ";X
3140 LET X=BL: GO SUB 5010
3150 PRINT "FATT.FORZA [WB/M] B
L = ";X
3160 LET X=DB: GO SUB 5010
3170 PRINT "LIV. 2.83V/1M [DB SPL
] DB = ";X
3180 PRINT "-----"
3190 RETURN
3200 REM
3210 REM **PRINT1 DATI CASSA**
3220 PRINT "DATI CASSA"
3230 PRINT
3240 LET X=VB: GO SUB 5010
3250 PRINT "VOLUME [DB] V
B = ";X
3260 LET X=UF: GO SUB 5010
3270 PRINT "VOL.CON ASS.[DB] U
F = ";X
3280 LET X=FC: GO SUB 5010
3290 PRINT "FREQ. RISON. [HZ] F
C = ";X
3300 LET X=FF: GO SUB 5010
3310 PRINT "FR.RIS.C.ASS.[HZ] F
F = ";X
3320 LET X=RA: GO SUB 5010
3330 PRINT "RESIST.AGG. [OHMS] R
A = ";X
3340 LET X=TC: GO SUB 5010
3350 PRINT "FATT.MER.TOT. QT
C = ";X
3360 LET X=TF: GO SUB 5010
3370 PRINT "FATT.MER.C.ASS. QTC
F = ";X
3380 LET X=W: GO SUB 5010
3390 PRINT "POTENZA [W/8OHMS] P
MA = ";X
3400 LET X=F(1): GO SUB 5010
3410 PRINT "FREQ.MAX ESC.[HZ] F
X = ";X
3420 LET X=E(1): GO SUB 5010
3430 PRINT "MAX ESC. [MM] X
MA = ";X
3440 LET X=F(2): GO SUB 5010
3450 PRINT "FR.MAX C.ASS.[HZ] F
X = ";X
3460 LET X=E(2): GO SUB 5010
3470 PRINT "MAX ESC C.ASS.[MM] X
M = ";X
3480 LET X=BC: GO SUB 5010
3490 PRINT "LIV. 2.83V/1M [DB SPL
] BC = ";X
3500 REM
3510 REM
3520 BEEP 0.7,1
3530 RETURN
3540 REM ** VOLUME **
3550 LET FF=FC
3560 LET EA=QES*RT/RE
3570 LET TA=1/(1/QMS+1/EA)
3580 LET TC=TA*FC/FS
3590 LET RA=(FC/FS)^2-1
3600 IF RA=0 THEN LET RA=1E-11
3610 LET VB=VAS/RA
3620 LET VF=VB*0.6
3630 LET TF=1/(1/TC+1/4)
3640 RETURN
3650 REM ** ESCURSIONE **
3660 LET T(1)=TC
3670 LET T(2)=TF
3680 LET UG=50R (U#8)
3690 LET FO=BL*UG*50R (2)/RT
3700 LET M(1)=FC
3710 LET M(2)=FF
3720 FOR N=1 TO 2
3730 LET K(N)=4*PI^2*M(N)^2*M
3740 LET X(N)=1000*FO/K(N)
3750 IF T(N)<=1/50R (2) THEN GO
TO 3780
3760 LET F(N)=M(N)*50R (1-1/(2*T
(N)^2))
3770 IF F(N)>FXM THEN GO TO 382
0
3780 LET F(N)=FXM
3790 LET G=FXM/M(N)
3800 LET E(N)=X(N)*(1/50R ((ABS
(1-G)^2))^2+G^2/T(N)^2): REM ESC
. DI PICCO A FXM IN MM
3810 GO TO 3830
3820 LET E(N)=X(N)*50R (T(N)^4/(
T(N)^2-0.25))
3830 NEXT N
3840 RETURN
3850 REM
3860 REM
3870 REM ** FREQUENZA **
3880 LET UF=VB
3890 LET EA=QES*RT/RE
3900 LET TA=1/(1/QMS+1/EA)
3910 LET RA=VAS/UB
3920 LET AF=VAS/(UB*0.6)
3930 LET FC=FS*50R (RA+1)
3940 LET FF=FS*50R (AF+1)
3950 LET TC=TA*FC/FS
3960 LET TF=1/(1/(TA*FF/FS)+1/4)
3970 RETURN
3980 REM ** STAMPA **
3990 OPEN #2,"P"
4010 LPRINT
4020 GO SUB 2910: REM PRINT0
4030 GO SUB 3210: REM PRINT1
4040 CLOSE #2
4050 BEEP 0.7,1
4060 GO TO 410

```

```

4070 REM ** INPUT0 **
4080 PRINT
4090 BEEP 0,7,1
4100 INPUT "RESIST. BOB. MOBILE.
[OHMS]";T$
4102 IF T$="" THEN GO TO 4110
4104 LET RE=VAL T$
4110 IF RE=0 THEN GO TO 4090
4120 LET X=RE: GO SUB 5010
4130 PRINT "RES. BOB. MOB. [OHMS]";
X
4140 BEEP 0,7,1
4150 INPUT "FREQ. RISON. ALTOP.
[HZ]";T$
4152 IF T$="" THEN GO TO 4150
4154 LET FS=VAL T$
4160 IF FS=0 THEN GO TO 4140
4170 LET X=FS: GO SUB 5010
4180 PRINT "FREQ. RIS. ALT. [HZ]";
X
4190 BEEP 0,7,1
4200 INPUT "IMPED. ALLA RIS. [O
HMS]";T$
4202 IF T$="" THEN GO TO 4210
4204 LET ZM=VAL T$
4210 IF ZM=0 THEN GO TO 4190
4220 LET X=ZM: GO SUB 5010
4230 PRINT "IMP. ALLA RIS. [OHMS]";
X
4240 LET Z0=50R (ZM*RE): LET X=Z
0: GO SUB 5010
4250 PRINT "RIS. ALLA RIS. [O
HMS]";X
4260 BEEP 0,7,1
4270 INPUT "FREQUENZA F1 [HZ]";
T$
4272 IF T$="" THEN GO TO 4280
4274 LET F1=VAL T$
4280 IF F1=0 OR F1>FS THEN GO T
O 4260
4290 LET X=F1: GO SUB 5010
4300 PRINT "FREQUENZA F1 [HZ]";
X
4310 BEEP 0,7,1
4320 INPUT "FREQUENZA F2 [HZ]";
T$
4322 IF T$="" THEN GO TO 4330
4324 LET F2=VAL T$
4330 IF F2=0 OR F2<=F1 THEN GO T
O 4310
4340 LET X=F2: GO SUB 5010
4350 PRINT "FREQUENZA F2 [HZ]";
X
4360 LET Q0=FS/(F2-F1)
4370 LET QMS=Q0*50R (ZM/RE)
4380 LET X=QMS: GO SUB 5010
4390 PRINT "FATT. MER. MECC. ";
X
4400 LET QES=Q0*Z0/(ZM-RE)
4410 LET X=QES: GO SUB 5010
4420 PRINT "FATT. MER. ELETTR. ";
X
4430 LET QTS=Q0*50R (RE/ZM)
4440 LET X=QTS: GO SUB 5010
4450 PRINT "FATT. MER. TOT. ";
X
4460 BEEP 0,7,1
4470 INPUT "MASSA AGGIUNTA [G]";
T$
4472 IF T$="" THEN GO TO 4480
4474 LET MG=VAL T$
4480 IF MG=0 THEN GO TO 4460
4490 LET X=MG: GO SUB 5010
4500 PRINT "MASSA AGGIUNTA [G]";
X
4510 BEEP 0,7,1
4520 INPUT "RIS. CON MASSA AGG.
[HZ]";T$
4522 IF T$="" THEN GO TO 4530
4524 LET FM=VAL T$
4530 IF FM=0 OR FM>FS THEN GO T
O 4510
4540 LET X=FM: GO SUB 5010
4550 PRINT "RIS. C. MAS. AGG. [HZ]";
X
4560 LET CMS=1000*(FS+2-FM+2)/4/
PI+2/FS+2/FM+2/(MG/1000)
4570 LET X=CMS: GO SUB 5010
4580 PRINT "CEDEV. SOSP. [MM/N]";
X
4590 LET MS=1E6/CMS/(4+PI+2*FS+2)
4600 LET X=MS: GO SUB 5010
4610 PRINT "MASSA MOBILE [G]";
X
4620 LET M=MS/1000
4630 LET BL=(RE+2/QES+2*MS/CMS)+
0,25
4640 LET X=BL: GO SUB 5010
4650 PRINT "FATT. FORZA [UB/M]";
X
4660 BEEP 0,7,1
4670 INPUT "DIAMETRO EQUIVALENTE
[MM]";D$
4672 IF D$="" THEN GO TO 4680
4674 LET D=VAL T$
4680 IF D=0 THEN GO TO 4660
4690 LET X=D: GO SUB 5010
4700 PRINT "DIAM. EQUIVAL. [MM]";
X
4710 LET SD=PI/4*(D/1000)+2
4712 LET PF=2,83*1,18*BL*SD/(RE*
M*2*PI)
4714 LET DB=20*LN (PF/0,00002)/L
N (10)
4720 LET X=DB: GO SUB 5010
4730 PRINT "LIV. 2.83V/1M [DB SPL]";
X
4740 BEEP 0,7,1
4750 INPUT "MUTI RIPETER";

```

```

FLA M S. S N. " : M S
4760 IF M$="S" THEN GO TO 4070
4770 IF M$<"N" THEN GO TO 4740
4780 GO TO 5060: REM DECIS. PRI
NT2
4800 REM ** QTS-QMS **
4840 LET QES=1/(1/QTS-1/QMS)
4850 GO TO 1830
4860 REM ** QTS-QES **
4870 LET QMS=1/(1/QTS-1/QES)
4880 IF QMS<=0 OR QMS>20 THEN LE
T QMS=5: REM VALORE IMPOSTO
4890 GO TO 1830
4900 REM ** QTS-BL **
4910 LET QES=M*RE+2*PI*FS/BL+2
4920 LET QMS=1/(1/QTS-1/QES): LE
T QES=0
4930 IF QMS<=0 OR QMS>20 THEN LE
T QMS=5: REM VALORE IMPOSTO
4940 GO TO 1830
4950 REM ** QTS-DB **
4960 GO SUB 1910
4970 GO SUB 2230
4980 LET QMS=1/(1/QTS-1/QES): LE
T QES=0: LET BL=3
4990 IF QMS<=0 OR QMS>20 THEN LE
T QMS=5: REM VALORE IMPOSTO
5000 RETURN
5010 REM ** ARROTONDAMENTO **
5020 LET X=X/100: LET FZ=X-INT (
X)
5030 IF FZ>=0,5 THEN LET X=(INT
(X)+1)/100: RETURN
5040 LET X=INT (X)/100
5050 RETURN
5060 REM ** DECIS. PRINT2 **
5070 BEEP 0,7,1
5080 INPUT "MUTI STAMPARE IL DAT
";M$
5100 IF M$="S" THEN GO TO 5130:
REM PRINT 2
5110 IF M$<"N" THEN GO TO 5070
5120 RETURN
5130 REM ** STAMPA 1 **
5140 BEEP 0,7,1
5150 OPEN #2,"P"
5160 PRINT
5170 GO SUB 5210: REM PRINT2
5180 CLOSE #2
5190 BEEP 0,7,1
5200 RETURN
5210 REM ** PRINT2 **
5220 PRINT "DATI ALTOP. : ";W$
5230 PRINT
5240 LET X=RE: GO SUB 5010
5250 PRINT "RES. BOB. MOB. [OHMS] R
E = ";X
5260 LET X=FS: GO SUB 5010
5270 PRINT "FREQ. RIS. ALT. [HZ] F
S = ";X
5280 LET X=ZM: GO SUB 5010
5290 PRINT "IMP. ALLA RIS. [OHMS] Z
M = ";X
5300 LET X=Z0: GO SUB 5010
5310 PRINT "RIS. ALLA RIS. [OHMS] Z
0 = ";X
5320 LET X=F1: GO SUB 5010
5330 PRINT "FREQUENZA F1 [HZ] F
1 = ";X
5340 LET X=F2: GO SUB 5010
5350 PRINT "FREQUENZA F2 [HZ] F
2 = ";X
5360 LET X=QMS: GO SUB 5010
5370 PRINT "FATT. MER. MECC. QM
S = ";X
5380 LET X=QES: GO SUB 5010
5390 PRINT "FATT. MER. ELETTR. QE
S = ";X
5400 LET X=QTS: GO SUB 5010
5410 PRINT "FATT. MER. TOT. QT
S = ";X
5420 LET X=MG: GO SUB 5010
5430 PRINT "MASSA AGGIUNTA [G] M
G = ";X
5440 LET X=FM: GO SUB 5010
5450 PRINT "RIS. C. MAS. AGG. [HZ] F
M = ";X
5460 LET X=CMS: GO SUB 5010
5470 PRINT "CEDEV. SOSP. [MM/N] C
M S = ";X
5480 LET X=MS: GO SUB 5010
5490 PRINT "MASSA MOBILE [G] M
S = ";X
5500 LET X=BL: GO SUB 5010
5510 PRINT "FATT. FORZA [UB/M] B
L = ";X
5520 LET X=D: GO SUB 5010
5530 PRINT "DIAM. EQUIV. [MM] D
= ";X
5540 LET X=DB: GO SUB 5010
5550 PRINT "LIV. 2.83V/1M [DB SPL]
DB = ";X
5560 BEEP 0,7,1
5570 RETURN
5580 REM
5600 REM ** GRAFICA **
6010 REM
6020 CLS
6030 REM
6040 LET CR=1
6050 GO SUB MASCHERA
6060 LET A(1)=FC: LET A(2)=FF: L
ET G(1)=TC: LET G(2)=TF
6070 FOR Z=1 TO 2
6080 GO SUB CURVE
6090 NEXT Z
6100 REM
6110 REM
6120 BEEP 0,7,1
6130 INPUT "MUTI STAMPARE IL GRA

```

```

FREQ [S N] " : C S
6140 IF C$="S" THEN COPY : GO TO
6170
6160 IF C$<"N" THEN GO TO 6120
6180 BEEP 0,7,1
6170 INPUT "CARAT. UN TASTO PER O
NTE IN UNO DEI";X$
6180 CLS : GO TO 410
6220 REM ** CURVE **
6230 LET A(3)=FS: LET A(4)=200
6240 FOR R=3 TO 4
6250 LET X(R)=INT ((LN (A(R)))/LN
(10))+0,0G)
6260 NEXT R
6270 FOR X=X(3) TO X(4)
6280 LET F=10+((X-DG)/C)
6290 LET G=F/A(Z)
6300 LET YA=35+2,4*(BC-50)
6310 LET YB=A65 (G+2/50R ((ABS (
G+2-1))+2+G+2/0,2)+2)
6320 LET Y=YA+2,4*20*LN (YB)/LN
(10)
6330 IF Y<35 OR Y>155 THEN NEXT
X
6340 IF X=X(4)+1 THEN GO TO 6370
6350 PLOT X,Y
6360 NEXT X,Y
6370 RETURN
6380 REM ** MASCHERA **
6390 REM
6400 PRINT AT 0,7,"RISPOSTA IN F
REGUENZA"
6410 LET F5=20: REM *FREQ. MIN.*
6420 LET BD=120: REM *LIV. MAX.*
6430 REM
6440 LET X1=28: LET Y1=35: LET X
2=216: LET Y2=120
6445 PLOT X1,Y1: DRAW X2,0: DRAW
0,Y2: DRAW -X2,0: DRAW 0,-Y2
6450 FOR Y=155 TO 43 STEP -12
6452 PLOT X1,Y: DRAW X2,0
6454 NEXT Y
6456 FOR I=1 TO 5
6460 LET BD=BD-10: LET B$=STR$ (
BD): PRINT AT (3*I-1),0,B$
6465 NEXT I
6470 LET J1=F5/2: LET J2=F5*2000
: LET C=216/LN (J2/J1)/LN (10)
6480 LET DG=X1-X2/LN (J2/J1)/LN
(10)*LN (J1)/LN (10)
6490 FOR N=0 TO 3
6500 LET F=F5*10+N
6510 LET X=C*LN (F)/LN (10)+DG:
PLOT X,Y1: DRAW 0,Y2: PLOT (X+1)
,Y1: DRAW 0,Y2
6540 LET F=F5*2,5*10+N
6560 LET G=C*LN (F)/LN (10)+DG:
IF F=2000 THEN GO TO 6620
6570 PLOT 0,Y1: DRAW 0,Y2
6580 LET F=F5*5*10+N
6600 LET R=C*LN (F)/LN (10)+DG
6605 PLOT R,Y1: DRAW 0,Y2
6610 NEXT N
6620 PRINT AT 18,5,"AB CBDEFGHIJ
KL MN OPQRSTU"
6630 RESTORE 7550: GO SUB 7500
6640 PRINT AT 18,7,"A": PRINT AT
3,8,"B": PRINT AT 4,2,"C"
6645 RESTORE 7100: GO SUB 7500:
REM ** RIPRISTINO UDG **
6650 RETURN
7000 REM *CARATTERI GRAFICI*
7010 FOR J=0 TO 167
7020 READ A: POKE USR "A"+J,A
7030 NEXT J
7100 DATA 0,0,24,37,9,17,33,60
7105 DATA 0,0,192,32,96,160,32,1
92
7110 DATA 0,0,60,33,57,6,37,24
7115 DATA 0,0,70,201,75,77,73,23
0
7120 DATA 0,0,48,72,88,104,72,48
7125 DATA 0,0,3,4,1,2,4,7
7130 DATA 0,0,24,165,45,53,37,15
2
7132 DATA 0,0,192,32,96,160,32,1
92
7135 DATA 0,0,15,8,14,1,9,6
7140 DATA 0,0,49,74,90,107,74,49
7145 DATA 0,0,128,64,192,64,64,1
28
7150 DATA 0,0,73,202,76,74,73,23
3
7155 DATA 0,0,25,37,9,17,33,61
7160 DATA 0,0,32,64,128,64,32,32
7165 DATA 0,0,122,66,115,10,10,1
4
7170 DATA 0,0,64,128,0,128,64,64
7175 DATA 0,0,17,50,18,19,18,57
7180 DATA 0,0,146,84,218,84,62,1
46
7185 DATA 0,0,6,9,2,4,8,15
7190 DATA 0,0,50,74,91,106,74,50
7195 DATA 0,0,64,128,0,128,64,64
7200 LET UDG=1
7210 RETURN
7500 REM ** HZ E DB **
7510 FOR I=0 TO 23
7516 FOR J=0 TO 43
7530 READ H: POKE USR "A"+H,A
7540 RETURN
7550 DATA 0,0,160,160,238,162,15
4,174
7560 DATA 0,0,0,0,0,46,41,110
7570 DATA 169,169,110,0,0,0,0,0

```

[www.renatogiussani.it](http://www.renatogiussani.it)