

ELETTRONICA

FLASH

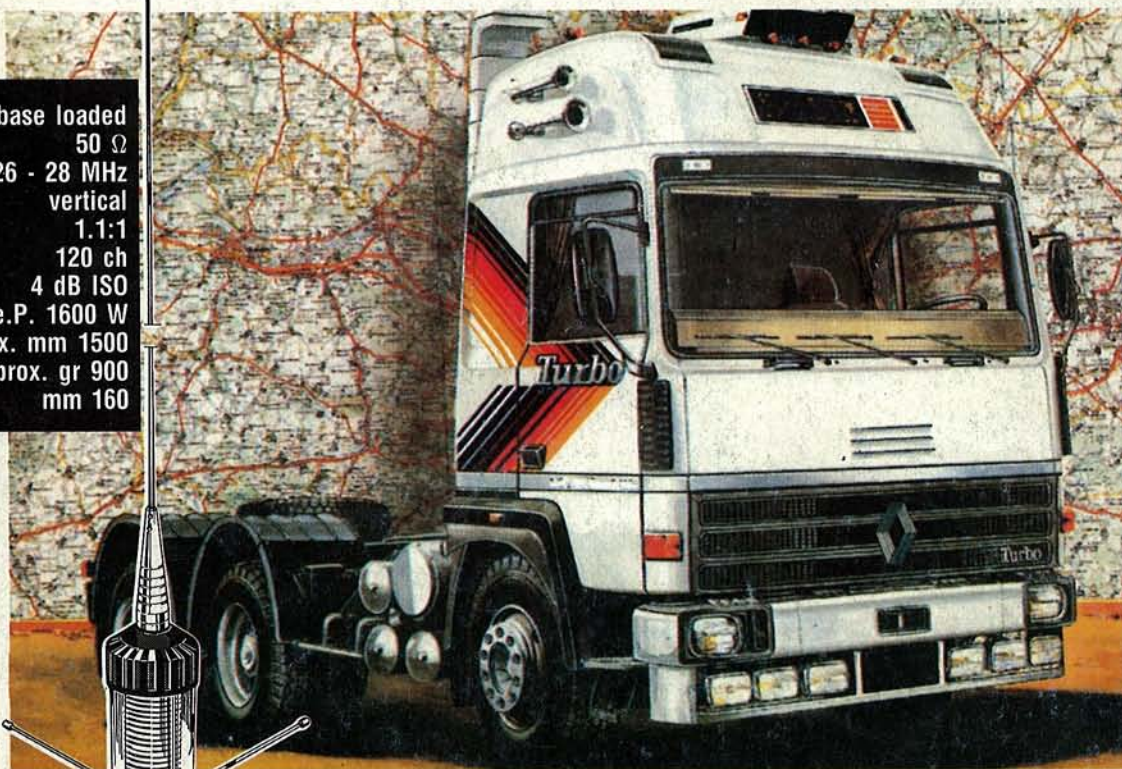
— Modificatore di inviluppo —
— Trasformatore a ferrorisonanza —
— Acchiappavermi — I VCO a variazione —
— Majestic PB43 e sue modifiche —
Superricevitore the end — Antenna-Bicigong —
— RX VHF ecc. ecc. ...

sulle strade del mondo...

SIRIO
antenne

SPACE SHUTTLE 27

Type: 5/8 λ base loaded
Impedance: 50 Ω
Frequency: 26 - 28 MHz
Polarization: vertical
V.S.W.R.: 1.1:1
Band width: 120 ch
Gain: 4 dB ISO
Max Powder: P.e.P. 1600 W
Length: approx. mm 1500
Weight: approx. gr 900
Mount: mm 160



concessionaria
per l'Italia

MELCHIONI

PREAMPLI A TRANSISTOR

Valter Narcisi

Programma universale per P.C. per il calcolo di stadi preamplificatori a transistor.

Questo mese presentiamo un articolo che farà felici gli sperimentatori ed i possessori di Personal Computer.

Avete mai provato a calcolare dei preamplificatori a transistor? Bene, allora i possessori di P.C. vengono invitati caldamente a ribattere il programma che appare su questo articolo: in pochi secondi avranno la possibilità di calcolare i valori delle resistenze e dei condensatori e realizzare i loro prototipi.

Per chi, invece, non possiede un P.C., vedremo di spiegare, in poche parole, quali sono i criteri fondamentali da tener presenti per una realizzazione del genere.

Innanzitutto procuratevi un transistor per impieghi generali (magari a basso rumore): esempio BC237B, BC172 ecc.

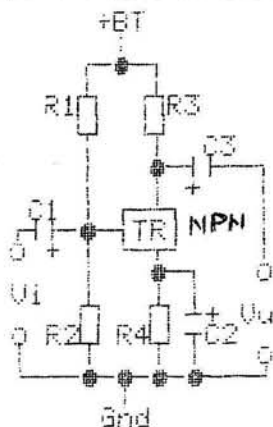
L'intensità massima di collettore di questi transistor risulta essere di 100 mA (vedi Data Book).

In base al prefisso (lettera seguente la sigla che può valere A, B o C) possiamo con buona

approssimazione sapere quale è il guadagno tipico di tale transistor (se la lettera non è presente, ci riferiremo, per sicurezza al tipo "A"): dunque, alla lettera "A" corrisponde un guadagno tipico di circa 150, alla "B" di circa 250 ed alla "C" di circa 550.

Lo stadio che andremo a progettare è già controreazionato in corrente in quanto in serie all'emettitore vi è la resistenza R4: in soldoni, diciamo che a tale resistenza è affidato il compito di garantire un certo guadagno stabilizzando il circuito affinché esso rimanga sempre costante: il guadagno (in continua) dello stadio vale infatti $R3/R4$.

Ad ogni cambiamento di condizioni del circuito (diversità di guadagni intrinseci dei singoli transistor, cambiamento di temperatura) corrisponderebbe un cambiamento del punto di lavoro per il quale lo stadio è stato progettato: la R4 invece, tiene stabile il punto di lavoro perché per mezzo di essa si riduce (o si aumenta, dipende



Transistor BC173B: I_c max. 100 mA
Hfe fissata a 250 volte

BT = 12 V: $V_i = 0,1$ V - $V_o = 3$ V
Freq. di taglio = 1000 Hz

$R1 = 120$ k Ω
 $R2 = 10$ k Ω
 $R3 = 2700$ Ω
 $R4 = 100$ Ω
 $C1 = 0,022$ μ F
 $C2 = 22$ μ F
 $G_{cc} = 27$
 $G_{ca} = 400, 22121$
 $F_t = 723,43156$ kHz
 $F_t = 72,343156$ kHz

figura 1 - Esempio di preamplificatore non reazionato in tensione

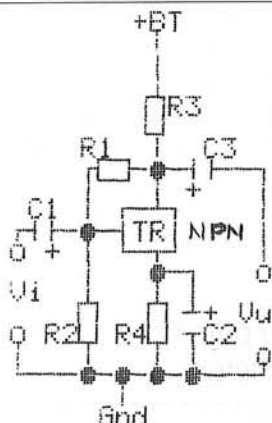


figura 2 - Esempio di preamplificatore controeazionato in tensione

N.B. Il primo esempio si riferisce ad un prestadio pilota: il secondo ad uno stadio preamplificatore per per piccoli segnali.

Transistor BC237B: I_c max. 100 mA
 H_{fe} fissata a 250 volte
 $BT = 9\text{ V}$: $V_i = 0,05\text{ V}$ - $V_o = 0,5\text{ V}$
 Freq. di taglio = 2500 Hz

$R1 = 120\text{ k}\Omega$

$R2 = 47\text{ k}\Omega$

$R3 = 8200\text{ }\Omega$

$R4 = 820\text{ }\Omega$

$C1 = 120\text{ nF}$

$C2 = 0,68\text{ }\mu\text{F}$

$G_{cc} = 10$

$G_{ca} = 97,587603$

$Ft_1 = 2821,8962\text{ kHz}$

$Ft_2 = 285,42852\text{ kHz}$

dalle condizioni) la tensione sulla base con conseguente aumento (o diminuzione) della corrente di pilotaggio I_b che è la diretta responsabile del punto di lavoro fissato.

Lo stadio controeazionato in tensione, invece, è a scelta del progettista: basti dire che la differenza fra i due stadi sta nel fatto che la resistenza $R1$ dello stadio non reazionato in tensione viene collegata fra la base e la tensione di alimentazione (BT), mentre nello stadio con controreazione di tensione essa viene collegata fra la base ed il collettore: in quest'ultimo caso realizziamo una ulteriore sicurezza di stabilità del circuito in quanto la $R1$ collegata fra Base e Collettore funziona un pò come la resistenza $R4$ in serie all'emettitore anche se non in maniera identica.

Per fissare il punto di lavoro bisognerà scegliere una certa corrente di polarizzazione per il collettore: questa si può fissare a priori ad esempio ponendo $I_c = 1\text{ mA}$ e calcolare lo stadio in base a questa I_c ed al Beta corrispondente (riportato sui Data Book) oppure si può fissare in maniera empirica la corrente di collettore con un metodo assai semplice ed efficace: se lavoriamo con un preamplificatore per piccoli segnali sappiamo che la resistenza sul collettore deve risultare nell'ordine dei kohm e quindi la corrente I_c sarà proporzionalmente bassa: allora definiremo la I_c come 1/200 della corrente massima sopportabile dal transistor; se lavoriamo con prestadi pilota (amplificazione di corrente) dovremo tener la corrente I_c su valori abbastanza elevati ma non tali tuttavia da distruggere il transistor: anche in questo caso, allora fisseremo la I_c come 1/50

della corrente massima sopportabile dal semiconduttore.

Sempre per la scelta del punto di lavoro, bisognerà dimensionare opportunamente la corrente di base e quindi quella che scorre nel partitore $R1$ - $R2$: il calcolo qui è un pò complesso, ma possiamo fissare facilmente la corrente nel partitore I_p come 10-15 volte più grande di quella di base (nel programma ho standardizzato a 12,5 volte la I_{base}).

Il fatto che la tensione di collettore debba risultare esattamente la metà della tensione di alimentazione BT penso sia chiaro a tutti; in quanto ai condensatori vorrei spendere alcune parole: i tre condensatori presenti realizzano unitamente alle resistenze $R2$ ed $R4$ dei filtri passa-alto da 3 dB: per calcolarsi il valore di $C3$, inoltre, bisognerebbe conoscere la impedenza dello stadio seguente: in ogni caso, esso dovrà essere ricavato sperimentalmente partendo da un valore di 10-15 μF .

Ulteriore nota sul condensatore $C2$: esso è molto importante perché se inserito nel circuito di emettitore recupera una fetta di guadagno in alternata in quanto si comporta da by-pass proprio nei confronti dei segnali alternati ignorando completamente la $R4$ (il tutto naturalmente, sopra la frequenza di taglio).

Nel programma ho inserito infatti delle formule che, oltre al guadagno in continua ($G_{c.c.}$) calcolano il guadagno in alternata ($G_{c.a.}$) ma vorrei specificare che spesso tale valore è soltanto teorico: in tal caso oltre al valore che il computer visualizzerà, verrà riportata a fianco del valore

```

10 REM
20 REM
30 REM          PROGRAMMI PER ELETTRONICA - AMPLI A TRANSISTOR
40 REM          Copyright (C) 1987 by
50 REM          MARCIS WALTER
60 REM
70 REM
80 REM          PREAMPLI A TRANSISTOR *****
90 GOSUB2100
100 GOSUB2130
110 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
120 PRINT"1. Preamplificatore per piccoli segnali"
130 PRINT
140 PRINT"    2. Prestadio pilota"
150 PRINT
160 PRINT"    3. Teoria"
170 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
180 PRINTTAB(16);"Scen1"
190 GETV$
200 V=VAL(V$)
210 IF(V<1)&&(V<2)&&(V<3) THEN130
220 IFV=1 THEN GOSUB2160:GOSUB2100:GOSUB1410:GOTO260
230 IFV=2 THEN GOSUB2160:GOSUB2100:GOSUB1450:GOTO260
240 IFV=3 THEN GOSUB1490
250 RUN
260 REM***** INPUT DATI *****
270 GOSUB2130
280 PRINT
290 INPUT"R1a, BT.....":R1A
300 INPUT"Uin max.....":U1
310 INPUT"Uout max.....":U1U
320 INPUT"Ic max TR (mA).....":I1I
330 INPUT"Fc a -3dB (Hz).....":F1F
340 IT=1/1000
350 REM***** CALCOLO DI IC in STADI PER PICCOLI SEGNALE *****
360 IFV=1 THEN IT=200
370 REM***** CALCOLO DI IC in PRESTADI PILOTA *****
380 IFV=2 THEN IC=IT/50
390 GOSUB2130
400 CURSOR0,19:PRINT"Preffisso R:Hfe = 80-200 (tipico 150)"
410 PRINT"Preffisso B:Hfe = 150-400 (tipico 250)"
420 PRINT"Preffisso C:Hfe = 400-800 (tipico 350)"
430 PRINT"Assente (icone tipo A)"
440 CURSOR0,13:PRINT"Ic.....":IC=1000:"mA"
450 INPUT"Hfe Ic.....":HFE
460 UC=UA/2
470 GC=U1/U1
480 IB=IC/HFE
490 RS=UC/IC
500 R4=RC/GC
510 UE=(IC+IB)*R4
520 REM***** Iniettore di base = 12,5 VOLTE Ibase *****
530 IF IB<12,5
540 IFUS="S" THEN UB=UE+0,25
550 IFUS="S" THEN UB=UE+0,65
560 IFCR="S" THEN RI=(UC-UB)/IF
570 IFCR="N" THEN RI=(UA-UB)/IF
580 R2=UB/(IF-IB)
590 C1=1000000/(2*pi*FT+R2)
600 GOSUB2100
610 IFV=1 THEN GOSUB1410
620 IFV=2 THEN GOSUB1450
630 REM***** PRIMA USCITA DATI *****
640 GOSUB2130
650 PRINT
660 PRINT"R1":R1:"ohm"
670 PRINT"R2":R2:"ohm"
680 PRINT"R3":R3:"ohm"
690 PRINT"R4":R4:"ohm"
700 PRINT"C1":C1:"uF"
710 CX=R4/10
720 C2=1000000/(2*pi*FT+CX)
730 PRINT"C2":C2:"uF"
740 PRINT"C3":C3:"10-15 uF"
750 PRINT"Fc -3dB":F1F:"Hz"
760 PRINT"Ic bias":I1I:"mA"
770 PRINT"Ic max":I1U:"mA (R3+R4+1000):mA"
780 PRINT"Ubase":U1U:"Volt"
790 PRINT"Uemett.":U1U:"Volt"
800 PRINT"G c.c.":I1I:"volte"
810 GC=U1/U1
820 GR=RS/(R4+CX)+R4/CX
830 IFGR<X THEN PRINT"G c.c.":IGR:"volte (teorico)":GOTO850
840 PRINT"G c.c.":IGR:"volte"
850 REM***** VERIFICA DEI DATI *****
860 GOSUB2130
870 CURSOR0,21:PRINT"VERIFICA"
880 CURSOR0,22:INPUT R1 (ohm):R1
890 CURSOR0,22:PRINTSPC(35)
900 CURSOR0,22:INPUT R2 (ohm):R2
910 CURSOR0,22:PRINTSPC(35)
920 CURSOR0,22:INPUT R3 (ohm):R3
930 CURSOR0,22:PRINTSPC(35)
940 CURSOR0,22:INPUT R4 (ohm):R4
950 CURSOR0,22:PRINTSPC(35)
960 CURSOR0,22:INPUT C1 (uF):C1
970 CURSOR0,22:PRINTSPC(35)
980 CURSOR0,22:INPUT C2 (uF):C2
990 REM***** SECONDA USCITA DATI *****
1000 GOSUB2100
1010 GOSUB2130
1020 IFV=1 THEN GOSUB1410
1030 IFV=2 THEN GOSUB1450
1040 PRINTTAB(5);"R1":R1:"ohm"
1050 PRINTTAB(5);"R2":R2:"ohm"
1060 PRINTTAB(5);"R3":R3:"ohm"
1070 PRINTTAB(5);"R4":R4:"ohm"
1080 PRINTTAB(5);"C1":C1:"uF"
1090 PRINTTAB(5);"C2":C2:"uF"
1100 PRINTTAB(5);"C3":C3:"10-15 uF"
1110 GC=RS/R4
1120 U1=GC*U1
1130 IC=UC/R3
1750 PRINT"alla impedenza dello stadio successivo"
1760 PRINT"si con una capacita di 10-15 uF si ot-"
1770 PRINT"tiene un buon margine di sicurezza."
1780 PRINT"I condensatori C1 e C2 (se montato) con-"
1790 PRINT"corrono nella banda passante dello sta-"
1800 PRINT"do (come del resto C3) essi infatti si"
1810 PRINT"comportano da filtri Passa-Alto (P.A.)"
1820 PRINT"insieme alla resistenza R2 ed R4."
1830 PRINT"il condensatore C2 e' molto importante"
1840 PRINT"anche perche' recupera una fetta di"
1850 PRINT"segnale in ca comportandosi da G-Pass"
1860 PRINT"nei confronti dei segnali alternati."
1870 PRINT"senza questo condensatore, il segnale"
1880 PRINT"corrisponderebbe a quello in continua."
1890 PRINT:PRINTTAB(29);"...press"
1900 GETU:IFU="N" THEN1900
1910 GOSUB2100:PRINT
1920 PRINT"Da notare che questo programma calcola"
1930 PRINT"gli stadi per transistor sia al Silicio"
1940 PRINT"che al Germanio: a tal proposito, es-"
1950 PRINT"sendo la tensione di soglia del primo"
1960 PRINT"di 0,2-0,3 volt e quella del secondo di"
1970 PRINT"di 0,6-0,7 volt, ho standardizzato tali"
1980 PRINT"valori rispettivamente di 0,25 e 0,65."
1990 PRINT"il calcolo del partitore di base R1-R2"
2000 PRINT"e' abbastanza complessa, spesso,"
2010 PRINT"si usa definire la corrente in quella"
2020 PRINT"che scorre appunto nel partitore di ba-"
2030 PRINT"se, 10-15 volte maggiore della corrente"
2040 PRINT"richiesta dalla base (Ibase) anche in"
2050 PRINT"questo caso si otterra' un buon margine"
2060 PRINT"di sicurezza."
2070 PRINT:PRINTTAB(29);"...press"
2080 GETU:IFU="N" THEN2080
2090 RUN
2100 REM***** PULISCE LO SCHERMO *****
2110 PRINT" "
2120 USR(1)
2130 USR(2)
2140 USR(62)
2150 RETURN
2160 REM***** INPUT CONTROREAZ. IN TENSIONE *****
2170 GOSUB2100:GOSUB1350
2180 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
2190 PRINT"Controreazione in tensione (S/N)?"
2200 GETC$
2210 IFCR="S" THEN2200
2220 IFCR="S"*(CR="N") THEN2250
2230 GOTO2200
2240 REM***** INPUT GERMANIO O SILICIO *****
2250 PRINT:PRINT:PRINT
2260 PRINT"Transistor Germanio (G) o Silicio (S)?"
2270 GETU$
2280 IFUS="S" THEN2270
2290 IF(US="G")*(US="S") THEN RETURN
2300 GOTO2270
1140 PRINTTAB(5);"Ic max.":I1U:"mA (R3+R4+1000):mA"
1150 PRINTTAB(5);"Ic bias":I1I:"mA"
1160 PRINTTAB(5);"Uout":U1U:"Volt"
1170 F1=1000000/(2*pi*FT+R2)
1180 F2=1000000/(2*pi*FT+R4)
1190 PRINTTAB(5);"Fc in":F1:"Hz"
1200 PRINTTAB(5);"Fc B.P.":F2:"Hz"
1210 PRINTTAB(5);"G c.c.":IGR:"volte"
1220 CX=1000000/(2*pi*FT+CX)
1230 GR=RS/(R4+CX)+R4/CX
1240 GC=U1/U1
1250 IFGR<X THEN PRINTTAB(5);"G c.c.":IGR:"volte (teorico)":GOTO1270
1260 PRINTTAB(5);"G c.c.":IGR:"volte"
1270 UE=(IC+IB)*R4
1280 IFUS="S" THEN UB=UE+0,25
1290 IFUS="S" THEN UB=UE+0,65
1300 PRINTTAB(5);"Uen.":U1U:"Volt"
1310 PRINTTAB(5);"Ubase":U1U:"Volt"
1320 PRINT
1330 PRINTTAB(13);"Ancora (S/N)?"
1340 FOR I=1 TO GOSUB2130:NEXT
1350 GETU$
1360 IFU="N" THEN1350
1370 IFU="S" THEN RUN
1380 IFU="N" THEN END
1390 GOTO1350
1400 END
1410 PRINT:PRINTTAB(20);"Per piccoli segnali"
1420 PRINTTAB(20);" "
1430 PRINT
1440 RETURN
1450 PRINT:PRINTTAB(23);"Prestadio pilota"
1460 PRINTTAB(23);" "
1470 PRINT
1480 RETURN
1490 REM***** TEORIA *****
1500 GOSUB2100:PRINT
1510 GOSUB2130
1520 PRINT"Dopo aver calcolato la corrente di Col-"
1530 PRINT"lettore, che deve risultare di circa"
1540 PRINT"200 volte minore della massima corrente"
1550 PRINT"ammontabile del transistor, vedere co-"
1560 PRINT"ndotte (sui Data Book) se tratta"
1570 PRINT"si di stadi per piccoli segnali, e di"
1580 PRINT"circa 50 volte minore sempre della I"
1590 PRINT"max. del Transistor, se trattasi di"
1600 PRINT"prestadi pilota, il programma richiede"
1610 PRINT"il Beta (Hfe) in riferimento alla"
1620 PRINT"la calcolata."
1630 PRINT"In questo modo si ottiene anche la cor-"
1640 PRINT"rente di base Ib."
1650 PRINT"Se non si conosce l'esatto valore del"
1660 PRINT"Beta, digitare un valore che si appri"
1670 PRINT"intorno a 150-250, in quanto tale e'"
1680 PRINT"il valore del Beta di un classico tran-"
1690 PRINT"sistor per amplificazione di piccoli"
1700 PRINT"segnali (es. BC12B, BC237B, ecc.)."
1710 PRINT:PRINTTAB(29);"...press"
1720 GETU:IFU="N" THEN1720
1730 GOSUB2100:PRINT
1740 PRINT"il valore del condensatore C3 dipende"

```

stesso la parola "teorico".

In ultima analisi, per il calcolo dello stadio avremo bisogno del guadagno che ci ricaveremo sapendo il massimo segnale che applicheremo in ingresso (Vinpp) e quello massimo che desi-

riamo in uscita (Voutpp).

Ho tralasciato volutamente le formule per il calcolo perché penso che non servano poi molto per apprendere delle nozioni: l'importante è che ognuno di noi abbia capito come funziona un

PER I POSSESSORI DI COMPUTER

COMMODORE: inserire una linea all'inizio del programma, e cioè:
 85 J\$="XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX" cioè 'Home' + 25 CRSR in basso (+).
 Ad ogni CURSORA,B digitare ?LEFT\$(J\$,B+1);TAB(A)...
 Quando A=0 digitare ?LEFT\$(J\$,B+1):...
 Dopo ogni ?TAB(x) non e' necessario battere il (;).
 Alla linea 2110 anziche' PRINT"..." digitare PRINT"....."

APPLE: La linea 2110 va modificata così: HOME:HTAB0:VTAB0:?" AM
 PLIFICATORI A TRANSISTOR

PER TUTTI: L'istruzione CURSOR A,B per gli MSX o ATARI può diventare:
 LOCATE A,B oppure POSITION A,B ecc.

La Subrutine 2130-2150 serve unicamente per generare un beep:
 in base al Computer disponibile, anziche' USR(62) scrivere BEEP oppure
 MUSIC oppure TIME oppure BELL, ecc.

peamplificatore e quali sono le nozioni più importanti da tenere in mente: ad ogni modo, per non lasciare nessuno scontento, si dia una occhiata al listato del programma ed in particolare alle seguenti linee:

- 350-380 linee che fissano la corrente di polarizzazione Ic.
- 460-590 linee per il calcolo dello stadio (per gli affamati di formule!)
- 710-720 calcolo C2 e sua reattanza
- 810-820 calcolo guadagno in alternata e massimo guadagno (GX)
- 1110-1130 calcolo ripetitivo
- 1170-1180 calcolo frequenza di taglio (vedi avanti articolo)
- 1220-1290 calcolo ripetitivo.

Prima di concludere vorrei chiarire una piccola routine del programma: si noterà che sulla seconda uscita dati non è più presente il valore di FT (frequenza di taglio): essa infatti, proprio nella seconda videata viene riportata 2 volte: F1 ed F2.

La F1 è definita come frequenza di taglio all'ingresso, quindi calcolata in base ai valori di C1 ed R2; la F2 è definita come la frequenza di taglio quando è presente il condensatore C2 ed essa è calcolata in base al valore di C2 ed R4.

Ah, dimenticavo di sottolineare che usando lo schema n°2 oppure inserendo il condensatore C2 l'impedenza dello stadio si riduce ulteriormente (l'impedenza di ingresso ha un valore medio-basso nella configurazione ad emettitore comune).

Apple: La linea 2110 va modificata così: HOME: HTAB0: VTAB0: ?" Amplificatori a transistor.

Per tutti: L'istruzione CURSOR A, B per gli MSX o ATARI può diventare: LOCATE A, B oppure POSITION A, B ecc.

La Subrutine 2130-2150 serve unicamente per generare un beep: in base al Computer disponibile, anziché USR (62) scrivere BEEP oppure MUSIC oppure TIME oppure BELL, ecc.

