

Sono già parecchi anni che la ditta Elekit si è ritagliata uno spazio di tutto rispetto nell'intricato "mondo" del cosiddetto audio fai da te, realizzando ottimi prodotti dall'eccellente rapporto qualità/prezzo. Si tratta infatti di apparecchiature che riescono magistralmente a coniugare tra loro esigenze di design minimalista a sofisticate soluzioni tecnologiche, in perfetto stile "made in Japan".

Il TU-8200 appartiene senz'altro a questa categoria...!!!

E' un amplificatore valvolare stereofonico single ended (venduto in kit di montaggio) dotato di controllo del volume , 2 ingressi LINE + 1 ausiliario (mini jack) per dispositivo portatile , la predisposizione per il DAC-USB, una uscita cuffia ed un selettore d'impedenza per i diffusori (4-6.3 ÷ 8-16) Ω. Il layout originale prevede 2 12AU7 (Ecc82) e 2 6L6GC che possono lavorare in configurazione ultralineare , pentodo e triodo. Tuttavia la presenza di un sofisticato circuito di auto-polarizzazione attivo , permette ragionevolmente di utilizzare altri tubi di potenza quali: EL34 , 7581A , KT66 , KT88 , semplicemente scambiandoli tra di loro, senza effettuare alcuna regolazione sul *Bias*. Alcuni componenti del kit che ho realizzato , nel corso degli anni , sono stati "upgradati" (condensatori di bypass catodici sui driver, condensatori di accoppiamento tra gli stadi e trasformatori d'uscita) , così come sono state apportate alcune modifiche alla sezione d'alimentazione per permettere l'utilizzo delle E80cc come valvole pilota.

Lo scopo che mi sono prefissato con questo mio modesto contributo – al di là degli evidenti aspetti ludici - è stato quello di verificare e/o integrare i dati di targa forniti dalla casa madre; in particolare per ciò che riguarda alcuni parametri elettrici fondamentali legati al funzionamento degli amplificatori audio:

guadagno ; sensibilità d'ingresso ; potenza max . ; banda passante ; impedenza d'uscita e relativo fattore di smorzamento.

Gli strumenti utilizzati per tutte le misure sono: multimetro digitale ; oscilloscopio analogico a doppia traccia insieme ad un generatore di segnali B.F. (per gentile concessione di un caro amico) ; un set di resistori ceramici dal valore nominale di 8.2 Ω (misurati 8.6) variamente collegati fra loro per realizzare un carico fittizio.

- **Sensibilità d'ingresso**

Con il volume in posizione max. e per ciascuna delle 2 posizioni del selettore d'impedenza sul trasformatore d'uscita (4-6.3 ÷ 8-16) su carico resistivo rispettivamente di 4.3 e 8.6 Ω , ho misurato sull'oscilloscopio il valor max. del segnale in ingresso con frequenza di 1KHz che produceva in uscita il max. segnale "*indistorto visivamente*". (come è noto, e così come è facile osservare sull'oscilloscopio , in ogni circuitazione single ended il fenomeno del *clipping* è abbastanza "dolce e soft" , coinvolgendo in termini di deformazione del segnale in uscita , dapprima la semionda positiva , per poi proseguire gradualmente sulla negativa).

Non avendo quindi a disposizione nessuno strumento in grado di misurare valori di *THD*, la *Vin* è sempre da me considerata come quella che produce la max. *Vout* al limite inferiore della distorsione visiva osservata della semionda positiva.

- **Guadagno**

Mantenendo costante *Vin* , a questo punto , variando il potenziometro del volume dal max. al min. ottengo i vari guadagni di *Vout* per ciascuna posizione dello stesso. I valori misurati di guadagno (*Vout / Vin*) si riferiscono al clock orario in posizione: 9 , 12 , 3 , max.

- **Potenza massima**

Valgono le stesse considerazioni fatte per la sensibilità....

In particolare in assenza di strumentazione in grado di misurare la *THD* , è abbastanza "aleatorio" parlare di max. potenza su carico resistivo fittizio. Tuttavia nelle misure di potenza , considero sempre e solo la ***Vout max*** come quella disponibile al limite inferiore della distorsione visiva della semionda +

$$P_{max} = \frac{(V_{out_{max}})^2}{R_{carico}}$$

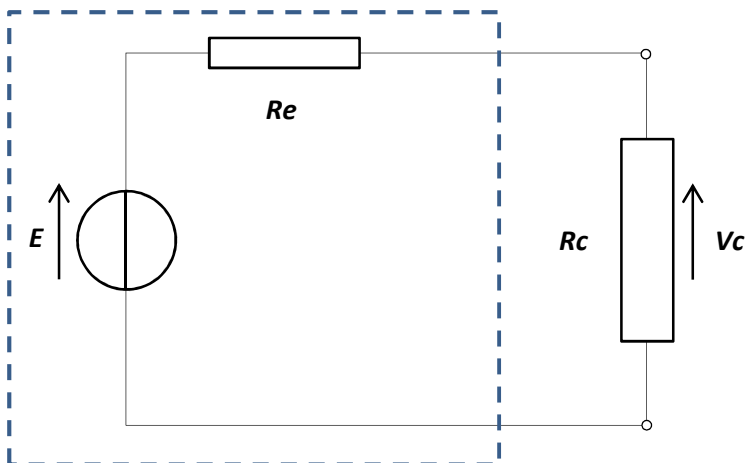
- **Banda passante**

Con *Vin* pari alla sensibilità e stabilito un valore arbitrario di ***Vout*** per una frequenza di 1Khz su carico resistivo , ho variato gradualmente la *Freq.* del segnale in ingresso , misurando la *Freq_{min}* e la *Freq_{max}* che producono un'attenuazione di -3dB su ***Vout***. Per completezza di calcolo , ho anche aggiunto i valori di banda a 0dB e -1dB.

$$BW = [freq_{min}(V_{out_{-3dB}}) \dots freq_{max}(V_{out_{-3dB}})]$$

- **Impedenza d'uscita**

Applicando il modello lineare è possibile , entro certi limiti , assimilare il comportamento elettrico dell'intero circuito di amplificazione a quello di un generatore di tensione reale. Sulla base del teorema di Thevenin , infatti possiamo considerare la rete elementare in cui si ha:



E = f.e.m. del generatore di tensione

Re = resistenza equivalente

Rc = resistenza di carico

Vc = tensione sul carico

I = corrente circolante

In queste condizioni , ***Rc*** "vede" come circuito equivalente proprio ciò che è graficamente rappresentato all'interno del riquadro. Quindi: $Vc = E - Re \cdot I$ dove ***Re*** rappresenta l'impedenza d'uscita del circuito "vista" dal carico in cui circola la $I = \frac{E}{Re+Rc}$ Ne risulta che al variare di ***Rc*** variano sia ***Vc*** che ***I***. Supponiamo di attribuire a ***Rc*** un valore noto che per es. chiamerò ***R1***. Si ha $Vc_1 = E - Re \cdot I_1 \rightarrow$ equazione 1° in 2 incognite (***E ; Re***);

ma se considero un qualsiasi altro punto di lavoro del circuito, cioè attribuisco sempre a ***Rc*** un altro valore ***R2***, all'equilibrio si avrà:

$$\begin{cases} V_{C1} = E - R_e \cdot I_1 \\ V_{C2} = E - R_e \cdot I_2 \end{cases} \rightarrow V_{C1} - V_{C2} = R_e \cdot (I_2 - I_1) \rightarrow R_e = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

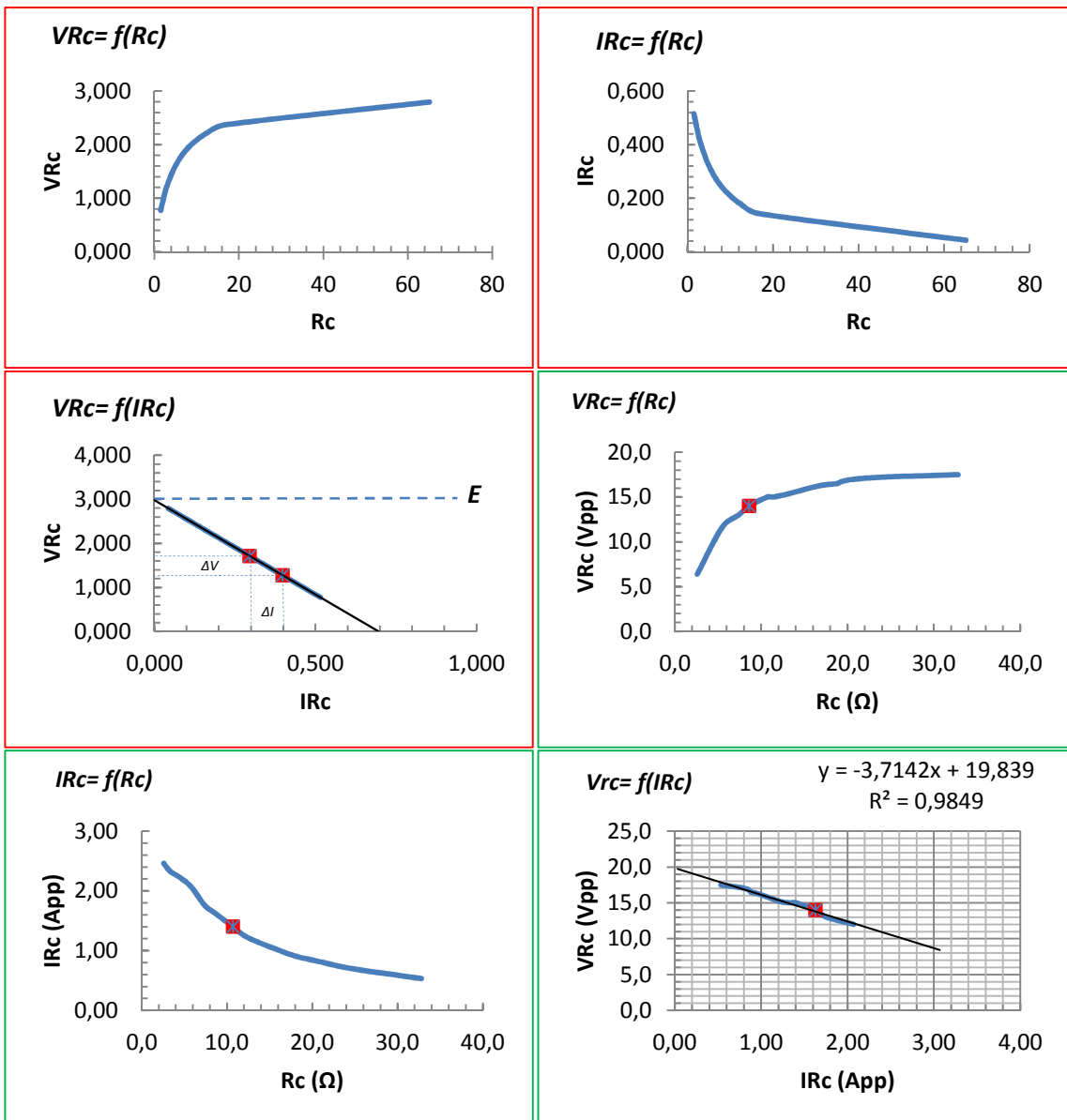
Al variare del carico, la corrente e la tensione sono espresse da :

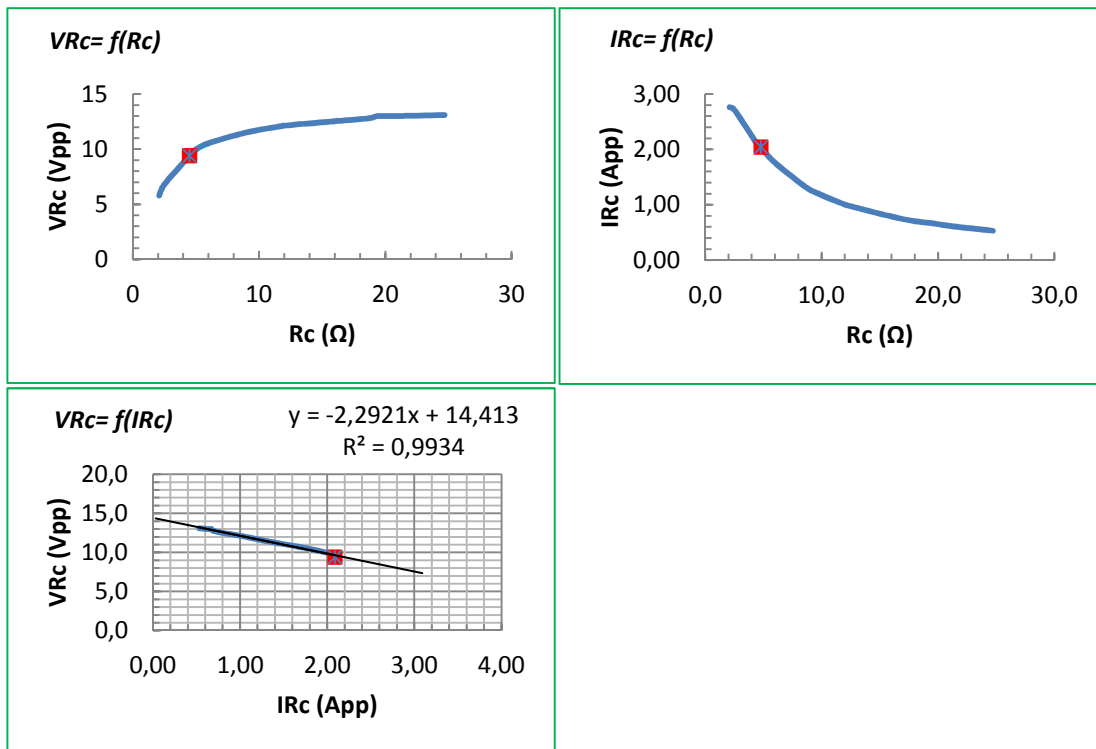
$$I_{Rc} = \frac{E}{R_e + R_c} \quad V_{Rc} = E - R_e \left(\frac{E}{R_e + R_c} \right)$$

Le condizioni al limite:

$$\begin{cases} R_c \rightarrow 0 \\ I_{Rc} \rightarrow \frac{E}{R_e} \\ V_{Rc} \rightarrow 0 \end{cases} \quad \begin{cases} R_c \rightarrow \infty \\ I_{Rc} \rightarrow 0 \\ V_{Rc} \rightarrow E \end{cases}$$

Modello teorico **Dati sperimentali**





Freq	Sel.Imp	Vin	Vout	Rc	Re
1Khz	4-6.3 Ω	355 mVpp	9.4 Vpp	4.5 Ω	2.3 Ω
"	8-16 Ω	360 mVpp	14 Vpp	8.6 Ω	3.7 Ω

L'analisi dei dati sperimentali conferma la risposta del modello teorico, suggerendone la correttezza entro i limiti di utilizzo reali.

MISURE

6L6GC (EH) + 12AU7A (TAD) + Opt Lundahl configurazione UL			6L6GC (EH) + 12AU7A (TAD) + Opt Lundahl configurazione UL		
Rcarico (Ω)		8,6	Rcarico (Ω)		8,6
Sel.Imp. (Ω)		8÷16	Sel.Imp. (Ω)		4÷6,3
Freq. (Hz)		1000	Freq. (Hz)		1000
Vout (Volume max. prima del clipping) (V _{pp})		14	Vout (Volume max. prima del clipping) (V _{pp})		13
Vin (sensibilità) (V _{pf})		0,35	Vin (sensibilità) (V _{pp})		0,38
Gain (posizione volume)	ore 9	→ 0,35 V _{pp} / 0dB	Gain (posizione volume)	ore 9	→ 0,34 V _{pp} / -1dB
	ore 12	→ 1,95 V _{pp} / 15dB		ore 12	→ 1,90 V _{pp} / 14dB
	ore 3	→ 7,8 V _{pp} / 27dB		ore 3	→ 7,10 V _{pp} / 25dB
	max.	→ 14 V _{pp} / 32dB		max.	→ 13 V _{pp} / 31dB
Bandwidth (Hz)		24 ÷ 24,5K [0dB]	Bandwidth (Hz)		22 ÷ 24K [0dB]
		22 ÷ 28K [-1dB]			20,5 ÷ 27K [-1dB]
		15 ÷ 58K [-3dB]			14,25 ÷ 60K [-3dB]
Potenza		(24+24) W _{pp}	Potenza		(20+20) W _{pp}
		(6+6) W _p			(5+5) W _p
		(3+3) W _{RMS}			(2,6+2,6) W _{RMS}

6L6GC (EH) + E80cc (Tungram) + Opt Lundahl configurazione UL		
Rcarico (Ω)		8,6
Sel.Imp. (Ω)		8÷16
Freq. (Hz)		1000
Vout (Volume max. prima del clipping) (V_{pp})		14,25
Vin (sensibilita') (V_{pf})		0,27
Gain (posizione volume)	ore 9 →	0,31 V_{pp} / 1,2dB
	ore 12 →	2,05 V_{pp} / 17,6dB
	ore 3 →	8,20 V_{pp} / 30dB
	max. →	14,25 V_{pp} / 34dB
Bandwidth (Hz)		15,25 ÷ 16K [0dB]
		13,25 ÷ 27K [-1dB]
		10,75 ÷ 70K [-3dB]
Potenza		(25+25) W_{pp}
		(6,2+6,2) W_p
		(3+3) W_{RMS}

6L6GC (EH) + E80cc (Tungram) + Opt Lundahl configurazione UL		
Rcarico (Ω)		8,6
Sel.Imp. (Ω)		4÷6,3
Freq. (Hz)		1000
Vout (Volume max. prima del clipping) (V_{pp})		13
Vin (sensibilita') (V_{pp})		0,30
Gain (posizione volume)	ore 9 →	0,30 V_{pp} / 0dB
	ore 12 →	1,90 V_{pp} / 16dB
	ore 3 →	7,60 V_{pp} / 28dB
	max. →	13 V_{pp} / 33dB
Bandwidth (Hz)		14 ÷ 14,5K [0dB]
		12,25 ÷ 27K [-1dB]
		10,75 ÷ 62K [-3dB]
Potenza		(20,6+20,6) W_{pp}
		(5,2+5,2) W_p
		(2,6+2,6) W_{RMS}

7581A (Tungsol) + 12AU7A (TAD) + Opt Lundahl configurazione UL		
Rcarico (Ω)		8,6
Sel.Imp. (Ω)		8÷16
Freq. (Hz)		1000
Vout (Volume max. prima del clipping) (V_{pp})		15
Vin (sensibilita') (V_{pf})		0,36
Gain (posizione volume)	ore 9 →	0,36 V_{pp} / 0dB
	ore 12 →	2,10 V_{pp} / 15dB
	ore 3 →	8,10 V_{pp} / 27dB
	max. →	15 V_{pp} / 32dB
Bandwidth (Hz)		28 ÷ 20K [0dB]
		19 ÷ 27K [-1dB]
		13,5 ÷ 60K [-3dB]
Potenza		(27+27) W_{pp}
		(6,8+6,8) W_p
		(3,4+3,4) W_{RMS}

7581A (Tungsol) + 12AU7A (TAD) + Opt Lundahl configurazione UL		
Rcarico (Ω)		8,6
Sel.Imp. (Ω)		4÷6,3
Freq. (Hz)		1000
Vout (Volume max. prima del clipping) (V_{pp})		13,5
Vin (sensibilita') (V_{pp})		0,385
Gain (posizione volume)	ore 9 →	0,37 V_{pp} / -0,3dB
	ore 12 →	2 V_{pp} / 14,3dB
	ore 3 →	7,6 V_{pp} / 26dB
	max. →	13,5 V_{pp} / 31dB
Bandwidth (Hz)		23 ÷ 21K [0dB]
		18 ÷ 28K [-1dB]
		13 ÷ 60K [-3dB]
Potenza		(22+22) W_{pp}
		(5,5+5,5) W_p
		(2,8+2,8) W_{RMS}

7581A (Tungsol) + E80cc (Tungram) + Opt Lundahl configurazione UL		
Rcarico (Ω)		8,6
Sel.Imp. (Ω)		8÷16
Freq. (Hz)		1000
Vout (Volume max. prima del clipping) (V_{pf})		15,2
Vin (sensibilita') (V_p)		0,285
Gain (posizione volume)	ore 9 →	0,285 V_{pp} / 0dB
	ore 12 →	2,20 V_{pp} / 17,8dB
	ore 3 →	8 V_{pp} / 29dB
	max. →	15,2 V_{pp} / 34,5dB
Bandwidth (Hz)		13,25 ÷ 21K [0dB]
		11,5 ÷ 29K [-1dB]
		10 ÷ 70K [-3dB]
Potenza		(28+28) W_{pp}
		(7+7) W_p
		(3,5+3,5) W_{RMS}

7581A (Tungsol) + E80cc (Tungram) + Opt Lundahl configurazione UL		
Rcarico (Ω)		8,6
Sel.Imp. (Ω)		4÷6,3
Freq. (Hz)		1000
Vout (Volume max. prima del clipping) (V_{pp})		13,75
Vin (sensibilita') (V_{pp})		0,305
Gain (posizione volume)	ore 9 →	0,28 V_{pp} / -0,7dB
	ore 12 →	1,95 V_{pp} / 16dB
	ore 3 →	7 V_{pp} / 27dB
	max. →	13,75 V_{pp} / 33dB
Bandwidth (Hz)		12,5 ÷ 18,5K [0dB]
		11 ÷ 26K [-1dB]
		9,6 ÷ 62K [-3dB]
Potenza		(23+23) W_{pp}
		(5,8+5,8) W_p
		(2,9+2,9) W_{RMS}

EL 34 B (Shu-guang) + 12AU7A (TAD) + Opt Lundahl configurazione UL	
Rcarico (Ω)	8,6
Sel.Imp. (Ω)	8÷16
Freq. (Hz)	1000
Vout (Volume max. prima del clipping) (V_{pp})	18,5
Vin (sensibilita') (V_{pp})	0,4
Gain (posizione volume)	ore 9 → 0,4 V_{pp} / 0dB ore 12 → 2,70 V_{pp} / 16,6dB ore 3 → 9,80 V_{pp} / 28dB max. → 18,5 V_{pp} / 33,3dB
Bandwidth (Hz)	17 ÷ 12,5K [0dB] 13,5 ÷ 27K [-1dB] 11 ÷ 60K [-3dB]
Potenza	(41,7+41,7) W_{pp} (10,4+10,4) W_p (5,2+5,2) W_{RMS}

EL 34 B (Shu-guang) + 12AU7A (TAD) + Opt Lundahl configurazione UL	
Rcarico (Ω)	8,6
Sel.Imp. (Ω)	4÷6,3
Freq. (Hz)	1000
Vout (Volume max. prima del clipping) (V_{pp})	15,75
Vin (sensibilita') (V_{pp})	0,4
Gain (posizione volume)	ore 9 → 0,4 V_{pp} / 0dB ore 12 → 2,40 V_{pp} / 15,5dB ore 3 → 8,90 V_{pp} / 27dB max. → 15,75 V_{pp} / 32dB
Bandwidth (Hz)	14,5 ÷ 11K [0dB] 12,5 ÷ 27K [-1dB] 10,5 ÷ 60K [-3dB]
Potenza	(30,2+30,2) W_{pp} (7,6+7,6) W_p (3,8+3,8) W_{RMS}

