



SOSTITUZIONE FINALI A STATO SOLIDO - PROMEMORIA

RIFERIMENTI

<i>Genere</i>	<i>DATA</i>	<i>Generalità</i>	<i>Note</i>	<i>Distribuzione</i>
RADIO	MARZO 2020	NOTE		AF-WEB

GENERALITA'

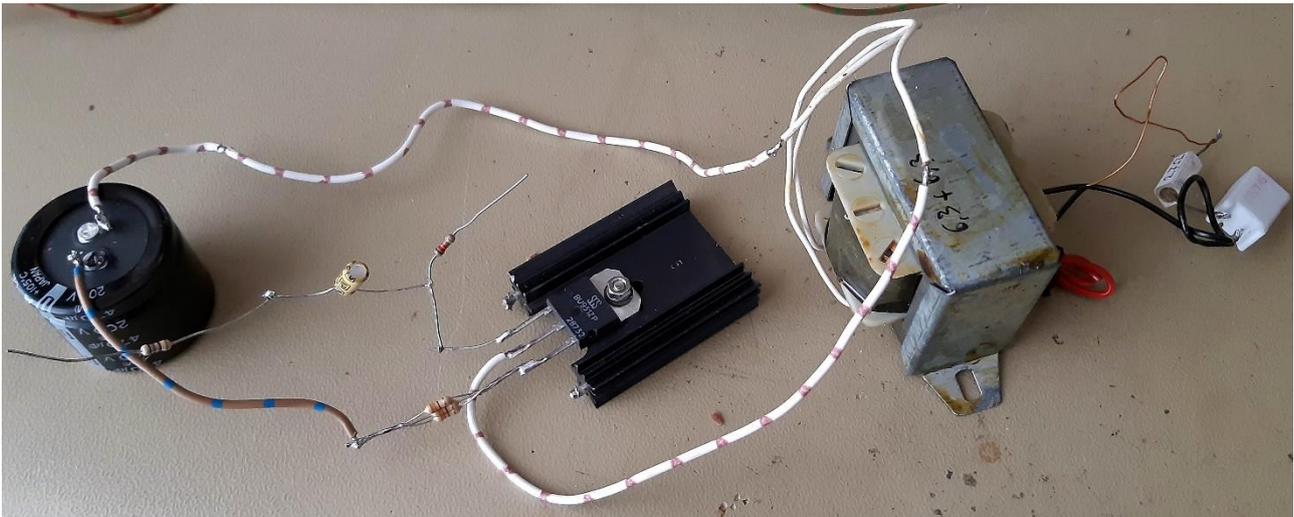
La sostituzione della valvola finale audio di un ricevitore valvolare con dispositivi a semiconduttore è allo stato attuale una cosa relativamente semplice. Ciò principalmente grazie alla disponibilità di TRANSISTOR, MOSFET e DARLINGTON di potenza, e con tensioni massime molto elevate.

Perché tutto funzioni è necessaria la cura di numerosi dettagli. Per esempio il riutilizzo del trasformatore esistente e il punto di lavoro del finale uguale a quello della valvola sostituita.

Anche la tensione in ingresso al blocco amplificatore deve essere adattata al nuovo circuito.

L'utilizzo di un trasformatore a caso porta facilmente ad un insuccesso, come scarsa potenza in uscita e/o forte distorsione del segnale. Altresì è necessaria attenzione ai valori di polarizzazione e livello di segnale in gioco.

Ho eseguito alcune prove nella ipotesi di sostituire il finale della radio casalinga modello CO.RA., e raccolto questa nota.



USO DARLINGTON TIPO BU931Z

Un acquisto recente, a prezzo basso, dei BJT DARLINGTON NPN tipo BU931Z, contenitore TO-3P ovvero TO3 plastico.

La tensione di lavoro prevista è di 120 Volt e i 350 del dispositivo sono un buon margine di sicurezza. La tensione al collettore sale di circa due volte quella di alimentazione.

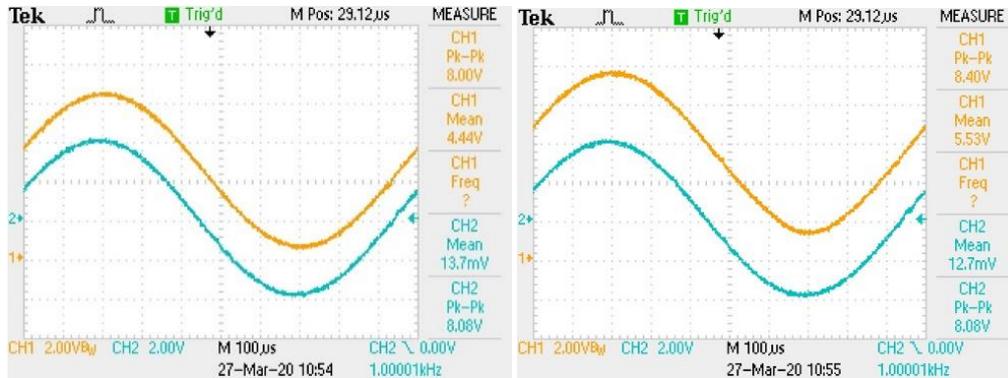
Ho pensato di porre una resistenza di EMITTER per la polarizzazione, che mi permetta di avere la base ad un livello di tensione tale per essere pilotato da un operazionale al centro della sua escursione di uscita.

La corrente della valvola da emulare è di 40 mA. Con 100 Ohm la tensione a riposo su EMITTER sarà di 4 Volt, e su BASE circa 1.2 Volt in più. Per stare sul pratico ho utilizzato 3 resistenze da 330 / ¼ Watt in parallelo per totali 110 Ohm. Realmente la V_e è 4.5 e sulla base 5.7.



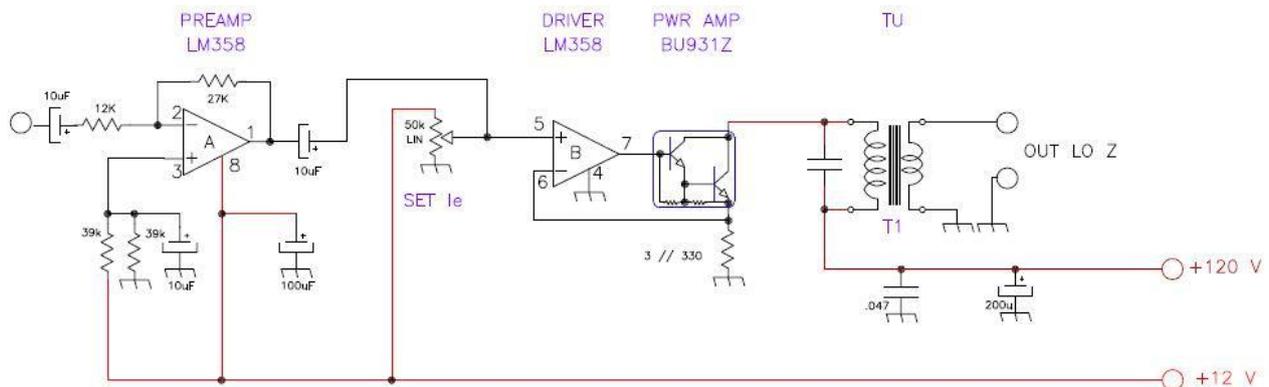
L'EMITTER si collega all'ingresso invertente del OPA (LM358) chiudendo il loop di controreazione, di fatto impostando il guadagno totale dell'operazionale a 1.

L'ingresso non invertente va ad un potenziometro trimmer (50k) che serve per impostare la corrente di riposo quanto più precisamente a 40 mA. In parallelo proviene il segnale dall'altro OPA presente nel chip che serve ad amplificare ed adattare il livello di segnale audio presente in ingresso.



Traccia gialla a sx EMITTER, a dx BASE. Traccia azzurra il segnale al carico, 7.5 Ohm resistivo sul secondario del trasformatore. La frequenza è di 1kHz. L'EMITTER non ha il consueto condensatore di bypass. I ritardi dei dispositivi impiegati non sono significativi rispetto alla banda di frequenza prevista, audio non hifi.

La valvola da emulare è una 50B5 che eroga circa un paio di Watt al carico, con alimentazione a 120 Volt. (Prima di usare il circuito della radio ho fatto prove esternamente con diversi trasformatori e alimentazione a 100 Volt).

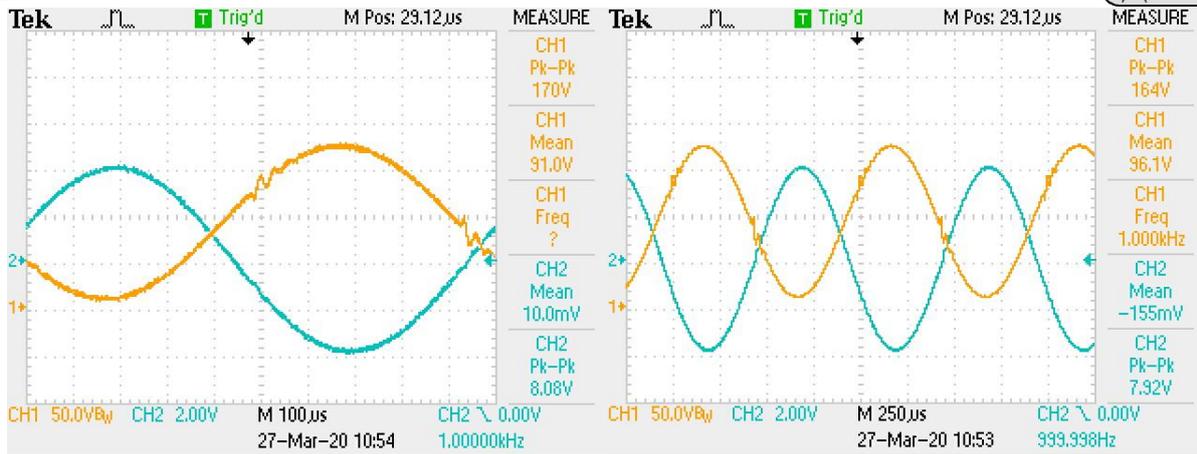


Il calcolo da fare è abbastanza semplice. Il carico vale 8 Ohm nominali. 2 Watt su 8 Ohm si traducono in una tensione di $\text{RADQ}(W \times R)$ ovvero radice di 2×8 . Ovvero 4 Volt rms, che di picco-picco sono 11.3.

La tensione massima che si può sviluppare sul primario del trasformatore è circa il doppio della tensione di alimentazione, 240 Vpp.

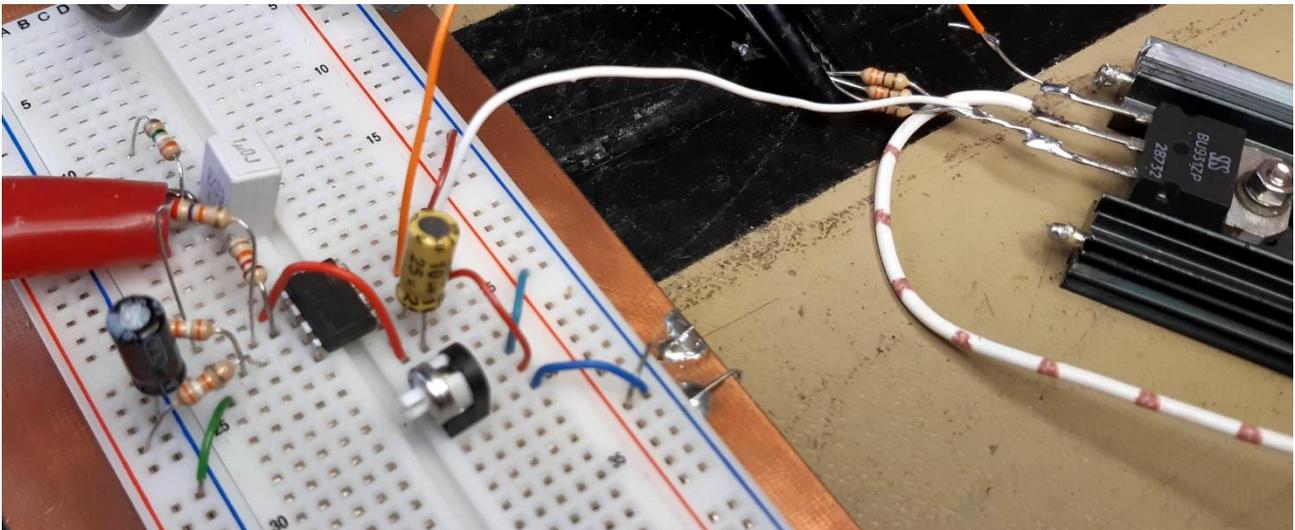
Quindi il trasformatore deve avere un rapporto di spire di $240/11.3=21.24$ a 1. Il rapporto di impedenze è al quadrato, circa 451 a 1, rapportato a 8 Ohm di carico presenta al collettore una impedenza di 3600 Ohm. Tutt'altro che rigorosamente, ma solo per riscontro, sono $(V_{rms}^2 / R) \dots 85^2 / 3600 = 2$ (Watt). (240pp == 85rms)

Una volta che il circuito è stato alimentato e regolata la corrente di riposo, ho dato segnale dal generatore, aumentando via via fino a trovare un punto in cui si appiattiscono le o la cresta della sinusoide. Inizialmente ho alimentato l'OPA con 8 Volt, avendo così a disposizione +- 3.75 V di escursione. Non si arriva così a raggiungere la potenza massima per limiti nel pilotaggio. Alimentando l'OPA con 12 Volt si supera il livello e si arriva a trovare il punto in cui la distorsione avviene per colpa del transistor finale.



In questo modo si capisce quale è la massima potenza ottenibile con o senza distorsioni. Se il trasformatore ha il giusto rapporto di spire la potenza in uscita è quella calcolata. Per esempio ho utilizzato un trasformatore da alimentazione 220-12.6 con cui al massimo ottengo 1 Watt al carico, considerando che la tensione di alimentazione è 100 Volt, e che l'avvolgimento primario ha una resistenza elevata per cui a riposo sul collettore ci sono circa 90 Volt.

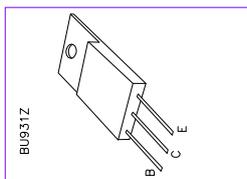
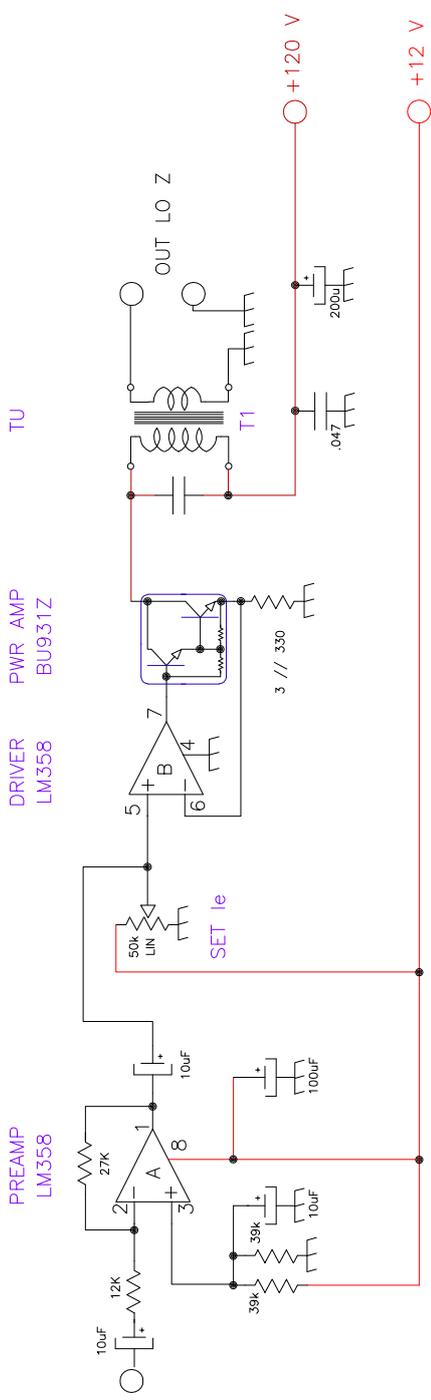
Il finale montato sul dissipatore come in figure scalda leggermente al tatto.



Buon divertimento, Alessandro Frezzotti

FROM VALVE TO DARLINGTON - AF PWR AMP

SCHEMA ELETTRICO



NOTA4
 DISEGNO NON IN SCALA
 C IN uF DOVE NON INDICATO
 R IN OHM DOVE NON INDICATO

Questo documento e' da intendersi RISERVATO. La sua riproduzione anche parziale o la sua cessione a terzi deve essere espressamente autorizzata da ALESSANDRO FREZZOTTI - IZSAGZ

FILE: VLV2DARL_0.DWG



BU931Z

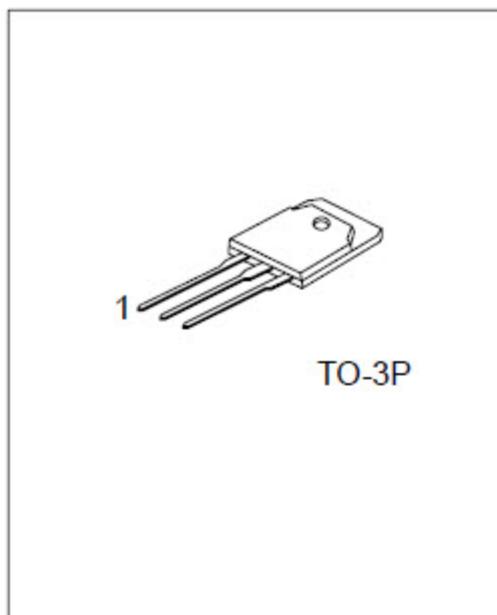
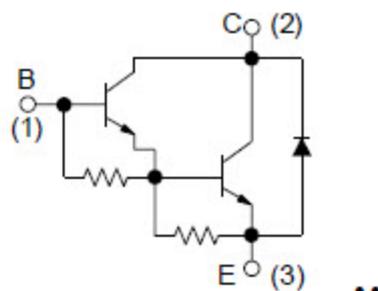
NPN SILICON TRANSISTOR

NPN POWER DARLINGTON

■ FEATURES

- * High operating junction temperature
- * High voltage ignition coil driver
- * Very rugged bipolar technology

■ INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM

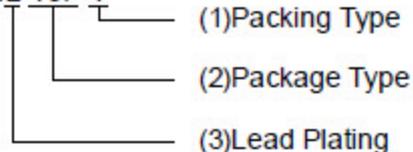


*Pb-free plating product number: BU931L

■ ORDERING INFORMATION

Ordering Number		Package	Pin Assignment			Packing
Normal	Lead Free Plating		1	2	3	
BU931-T3P-T	BU931L-T3P-T	TO-3P	B	C	E	Tube

BU931L-T3P-T



(1) T: Tube

(2) T3P: TO-3P

(3) L: Lead Free Plating, Blank Pb/Sn

■ ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Ta=25°C)

PARAMETER	SYMBOL	RATINGS	UNIT
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	350	V
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	5	V
Collector Current (DC)	I_C	10	A
Collector Peak Current	I_{CM}	15	A
Base Current	I_B	1	A
Base Peak Current	I_{BM}	5	A
Total Dissipation (Tc = 25°C)	P_D	125	W
Junction Temperature	T_J	+175	°C
Storage Temperature	T_{STG}	-65 ~ +175	°C

■ ELECTRICAL CHARACTERISTICS

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Collector Cut-off Current	I_{CEO}	$V_{CE} = 300\text{ V}$			100	μA
Emitter Cut-off Current	I_{EBO}	$V_{EB} = 5\text{ V}$			20	mA
	V_{CL}	$I_C = 100\text{ mA}$	350		500	V
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)1}$	$I_C = 7\text{ A}, I_B = 70\text{ mA}$			1.6	V
	$V_{CE(SAT)2}$	$I_C = 8\text{ A}, I_B = 100\text{ mA}$			1.8	V
Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{BE(SAT)1}$	$I_C = 7\text{ A}, I_B = 70\text{ mA}$			2.2	V
	$V_{BE(SAT)2}$	$I_C = 8\text{ A}, I_B = 100\text{ mA}$			2.4	V
DC Current Gain	h_{FE}	$V_{CE} = 10\text{ V}, I_C = 5\text{ A}$	300			
Diode Forward Voltage	V_F	$I_F = 8\text{ A}$			2.5	V
Inductive Load Storage Time / Fall Time	t_S	$V_{CC} = 12\text{ V}, V_{\text{clamp}} = 300\text{ V}$ $L = 7\text{ mH}$		15		μs
	t_F	$I_C = 7\text{ A}, I_B = 70\text{ mA}$ $V_{BE} = 0, R_{BE} = 47\Omega$		0.5		μs

Note: 1. Wafer area should be than 50%

2. The quantity of cracked wafers should be less than 10% per shipment.

3. Average yield should be more than 50% per wafer, 80% per shipment.