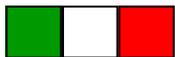


Oscillatore audio sinusoidale a Valvole

SINE WAVE VACUUM TUBE OSCILLATOR

10 – 100.000 Hz

in four ranges



A remake/redesign of HP 200CD Oscillator

Oscillator HP/200CD /Nuvistor

A. E. Rinaldo 2011

OSCILLATORE Bassa Frequenza 10 - 100.000 Hz*

Premessa

L'oscillatore di seguito descritto riprende il progetto originale HP 200CD della Hewlett Packard degli anni 50 (fig 5). Sullo stesso sono state riportate varie modifiche per renderlo realizzabile con accorgimenti e soluzioni tecniche più attuali. Naturalmente la tecnologia impiegata è rigorosamente quella *valvolare* che caratterizza buona parte dei miei lavori.

Le modifiche più significative riguardano:

1. La sostituzione del ponte oscillatore RC (originariamente con condensatori variabili) con, invece, un doppio potenziometro e capacità fisse
2. L'eliminazione dei trasformatori di uscita, ormai introvabili
3. Uscita sbilanciata anziché bilanciata
4. Impiego di valvole di altro tipo, più facilmente reperibili.
5. L'applicazione di uno strumento indicatore del livello d'uscita.
6. Applicazione di un attenuatore calibrato a 10 posizioni
7. Impiego di un contatore digitale per la lettura della frequenza
8. Alimentazione stabilizzata mediante Mos-Fet

Principio di funzionamento

La **fig 1** riproduce lo schema di principio dell'oscillatore. Esso utilizza un amplificatore push-pull, bilanciato, sul quale vengono applicate reazioni positive per innescare l'oscillazione e negative per il loro controllo e, attraverso un ponte costituito da gruppi RC variabili, la gestione della frequenza e dell'ampiezza dell'oscillazione.

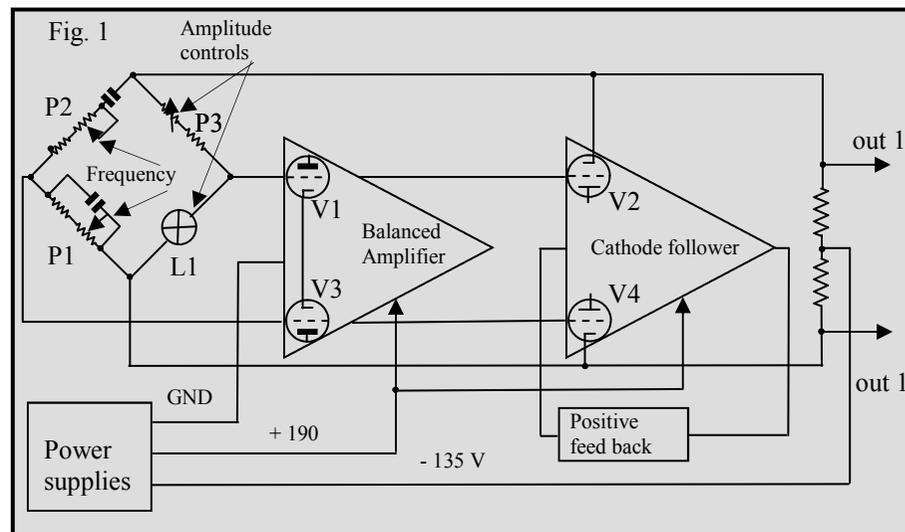
Questa *circuitazione* consente di generare oscillazioni la cui frequenza è determinata da $1/2 \pi RC$ (dove **R** è variabile con continuità mentre **C** assume valori diversi per coprire le 4 gamme di frequenza di funzionamento). Con i valori prescelti le gamme di frequenza sono:

- | | |
|------|-----------|
| •10 | - 100 Hz |
| •100 | - 1000 Hz |
| •1 | - 10 kHz |
| •10 | - 100 kHz |

Il ponte è alimentato dalla tensione che si sviluppa all'uscita dello stadio "Cathode follower" V2, V4. L'uscita del braccio del ponte che controlla la frequenza viene applicata alla griglia di V3 mentre il braccio che ne controlla l'ampiezza, alla griglia di V1. In questo modo se ne assicura stabilità, purezza dell'onda, in tutte le gamme di operazione.

Nella **fig. 2** è riportato lo schema completo.

L'amplificatore bilanciato di tipo "push-pull" (**fig 2**) è costituito dall'amplificatore vero e proprio formato da V1 e V3 mentre lo stadio V2, V4 costituisce lo stadio finale con usci-



ta catodica; su quest'ultimo stadio viene applicata una reazione positiva incrociata che va dalla placca di V2 alle griglie di V4 e dalla placca di V4 alle griglie di V2.

La quantità della reazione dipende dal carico in uscita per cui se il carico diminuisce, la reazione aumenta, e viceversa, per mantenere un segnale a livello costante. L'uscita (**out 1**) viene poi applicata al potenziometro **P4** che ne controlla il livello (**fig. 3**) sino ad un max di 1-0 Veff. rilevati quando lo strumento **M** (tarato con **P5**) raggiunge il fondo scala.

L'uscita **out 2** (in controfase rispetto **out 1**) viene applicata all'ingresso del comparatore IC LM393 e trasformata in onda quadra per alimentare il misuratore di frequenza LX 1543 di Nuova Elettronica.

Un attenuatore a 10 posizioni con impedenza costante di 600 Ohm, quando posto sulla portata da 1 volt in giù, completa il circuito oscillatore.

L'alimentazione anodica è fornita da un stabilizzatore che impiega una serie di zener collegati alla gate del Mos-Fet. L'uscita sul reoforo Drain alimenta il circuito. Per effetto della corrente circolante nella R3 si determina, ai capi della stessa, una polarità negativa di -135V. L'alimentazione (+5V) al contatore di frequenza e all'integrato LC 393, viene fornita da un regolatore stabilizzato a tre piedini, LM7805.

* Range di frequenza stabilito dai valori di P1/P3

LOW FREQUENCY OSCILLATOR 10 - 100.000 Hz *

Preface

The oscillator hereby described, resembles a 1950, HP200CD Hewlett Packard design (fig 5). On it, I have implemented several changes to make it easier to build with modern components while maintaining the use of vacuum tube technology which characterize most of my projects.

The most significant changes, with respect to the original design, are:

1. Replacement of frequency controlled oscillator components with variable resistors and fixed capacitor instead of a variable capacitor and fixed resistor
2. Elimination of output transformers, no longer available
3. Replacement of tubes with most currently available ones
4. Unbalanced output (as opposed to balanced)
5. Implementation of an output voltage measurement device
6. Implementation of a 10 steps attenuator
7. Implementation of a frequency counter
8. Implementation of solid state regulated power supplies.

Theory of operation

Functionally, the circuit includes a frequency-controlling bridge and balanced push-pull amplifier which constitute the oscillator circuit; this is shown in fig. 1.

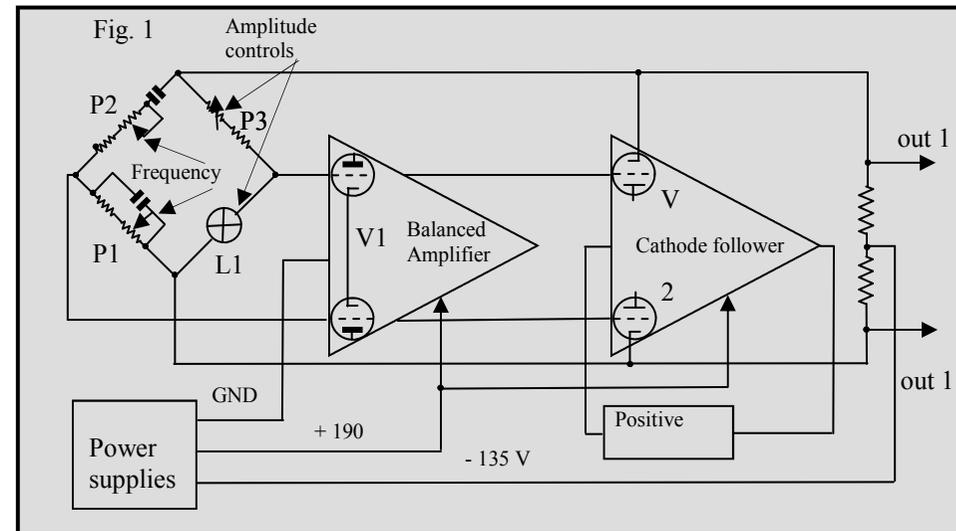
The frequency and amplitude controlling circuits are arranged as a floating bridge, symmetrical with respect to ground; this feature assures frequency stability, constant amplitude and high reliability. The bridge is fed by the balanced voltage developed at the cathode of V2 and V4 (fig 2).

The output of the frequency controlling branch of the bridge, is applied to the grid of V3 and the output of the amplitude branch is applied to the grid of V1. With the components value chosen here, the frequency range of the oscillator are:

- 10 - 100 Hz
- 100 - 1000 Hz
- 1 - 10 kHz
- 10 - 100 kHz

Potentiometer P3 is provided for adjustment of the amplitude-stabilizing branch of the bridge, while lamp L1 stabilizes oscillation amplitude over the entire frequency span.

Potentiometers P1 and P2 vary the frequency within the ranges set by the value of capacitors C5 - C12



The balanced push-pull circuit includes V1 and V3 as true amplifier and V2, V4 as output cathode follower. A criss-cross positive feed back is applied here to keep output impedance as low as possible. The feed back paths are from the plate of V2 to the grids (control and screen) of V4 and from the plate of V4 to the grids of V2.

From out 1, a level control P4 sets the input voltage to the attenuator to 10Veff, while P5 adjusts the meter M input to read full scale -ref voltage-

The attenuator steps down the voltage from 10V to 100μV in 11 steps under a constant load of 600 Ohm, from 1V position down.

A second output (out 2) of the oscillator is applied to a comparator IC, LM 393 to generate a square wave signal required to properly drive the frequency counter and to a BNC connector to feed a sync signal for a scope (on a 50kOhm impedance).

Two power supplies provide the voltage required.

A simple high voltage regulator feeds the vacuum tubes anode with +190 and -135V, while a LM 7805, three pins solid state regulator, generates the 5 volts required by the frequency counter and the LM 393 integrated circuit.

* Range controlled by value of P1/ P2 and C5-C12

Suggerimenti per la costruzione

La costruzione dell'oscillatore è piuttosto impegnativa, e, tra l'altro, richiede l'acquisizione di alcuni componenti critici, indispensabili per ottenere una buona performance.

Specificatamente, il doppio potenziometro P1, P2 dovrà essere di ottima qualità, con tolleranze dell'1% (linearità) o meglio e se possibile con una curva antilogaritmica.

La tolleranza dell' 1% tra le due sezioni è funzionale per ottenere una forma d'onda indistorta e stabile in ampiezza al variare della frequenza. La caratteristica antilogaritmica invece permette di avere una sorta di linearità nella variazione della frequenza con riferimento alla rotazione della manopola di comando. Io ho usato un doppio potenziometro multigiri da 10kOhm 1%, Burns.

Sconsigliol'utilizzo di potenziometri a carbone o strato plastico perché difficilmente disponibili con tolleranze così ristrette.

La sezione RC dell'oscillatore, nel modello originale HP, impiega resistenze fisse e capacità variabile. Questa soluzione obbliga l'impiego di resistenze di valore elevato (sino a 50 MOhm all'1%) oggi introvabili. L'uso di capacità fissa e resistenza variabile, più facilmente reperibili con i limiti di cui sopra, costituiscono comunque una ottima alternativa.

Va da sé che anche i condensatori inseriti nel circuito a ponte dell'oscillatore dovranno avere tolleranze dell'1 % .

Avendo la possibilità di misurarne la capacità si possono creare coppie con scostamenti del valore contenuto entro l'1%. Questo garantirà ottime prestazioni ma passando da una gamma all'altra non viene garantito il moltiplicare per 10, Ad esempio se nella portata X1 il frequenzimetro misura 50 Hz, passando alla portata X10 si potranno leggere valori inferiori o superiori a 500Hz.

Quest'ultimo inconveniente è di poca importanza perché può essere corretto reimpostando la frequenza

L'oscillatore copre la gamma 10 Hz –100kHz in quattro gamme; l'hobbista potrà sperimentare altri valori in base alle sue esigenze modificando entro certi limiti i valori dei condensatori o del doppio potenziometro.

Si tenga presente che potenziometri di valore troppo elevato (al di sopra di 25 kOhm) cominciano a presentare valori di capacità e induttanza parassite che deteriorano le prestazioni dell'oscillatore.

Critica è anche la scelta della lampada L1 che controlla la stabilità dell'ampiezza del segnale; occorrerà sperimentare diverse lampade sino ad ottenere il risultato migliore. Io ho trovato ottimale una lampada da 220V/3W con attacco E27. Ad ogni sostituzione della lampada regolare P3 per la minima distorsione.

Construction tips

The oscillator's construction is not recommended for people with inexperience in electronic assembly. In addition it may be necessary to perform some debug operation, should some thing go wrong while building it.

Its construction is rather complex and requires use of some critical components in order to achieved maximum performance.

Specifically, potentiometer P1 and P2 must have a tolerance of 1% or better. This is necessary to get an undistorted and stable waveform. I've chosen a ganged 10+10kOhm linear type from Burns.

Ideally they should be of antilogarithmic curve for better scale linearity. However I was not able to find them. –may be they do not exist-.

Carbon or plastic potentiometer are not recommended for their poor tolerance.

The original HP 200CD oscillator uses a variable capacitor and fixed resistors. This however requires use of high value (50 MOhm), strict tolerance high stability resistors which are difficult to find.

The use of a variable resistor and fixed capacitors simplify parts procurements and allow to achieve same quality results.

All capacitor associated with the bridge oscillator (C5-C12) must have 1% tolerance. Matched couples may be a good solution for those who have a suitable capacimeter to measure them.

With the value chosen here the oscillator ranges continuously from 7 to 100.000 Hz in four steps. DIYer's may experience different values of P1/P2 - C5 - C12, to get different frequencies, however potentiometer values above 25kOhm, may introduce excessive spurious capacitance and/or inductance and therefore the performance of the oscillator deteriorates significantly.

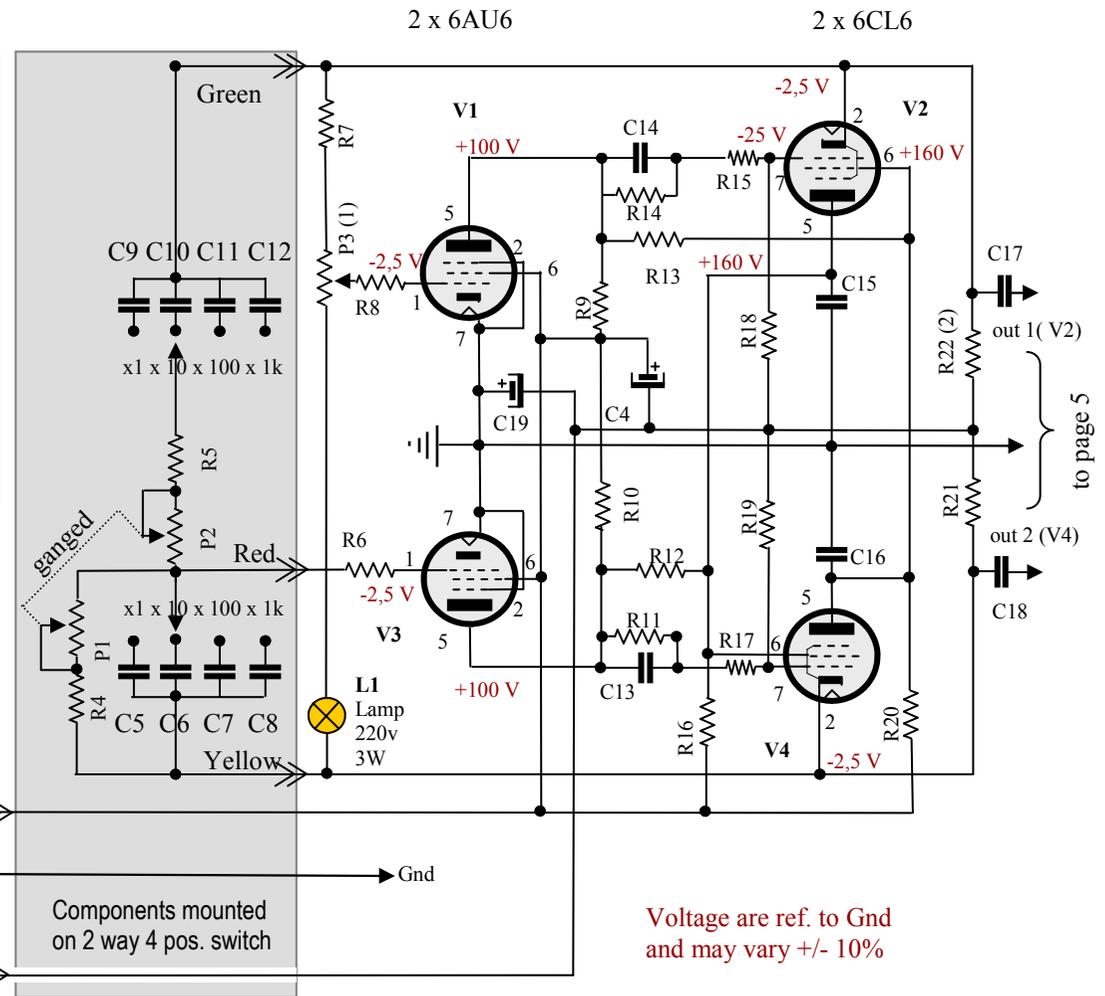
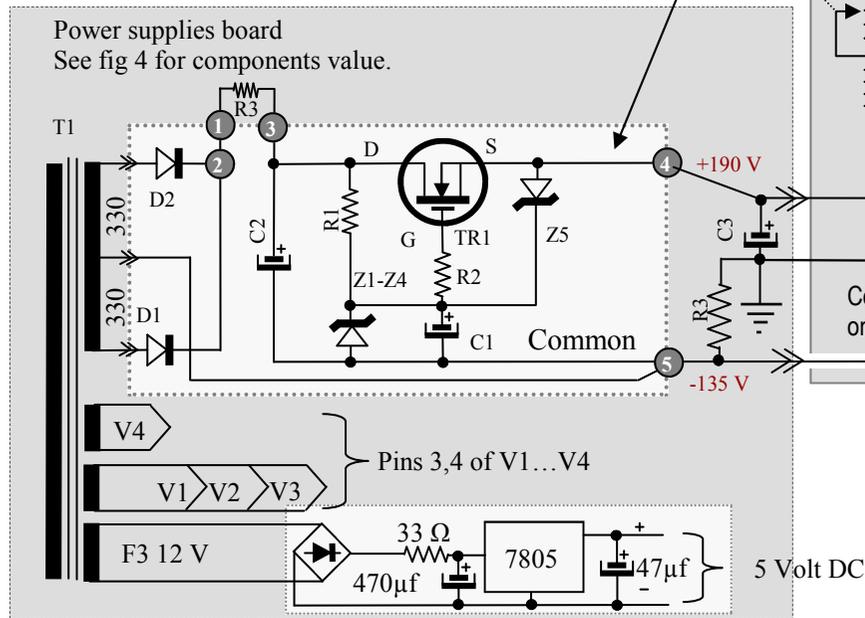
Lamp L1 is also critical. I've chosen a 220V 3 W lamp but different type can be tested. Adjust P3 for minimum distortion every time lamp L1 is changed.

Fig. 2

Reference	value	Rating	Reference	value	Rating
R3	10K	10W	C3, C4, C19	10µf	450 Vcc
R4, R5	680 *	1/2W 1%	C5, C9	2,2 µf	100 V 2%
R6, R8, R15, R17	56 Ohm	1/4W	C6, C10	220 nf	100 V 2%
R7	2,7K	1/2W	C7, C11	22 nf	100 V 2%
R9, R10	22K	1W	C8, C12 (3)	2200 pf	100 V 2%
R11, R14	10 M	1/2 W	C13, C14	47 nf	250 V 10%
R12, R13	68K	1/2 W	C15, C16	100 pf	450 V
R16, R20	560	1/2 W	C17, C18	1000 µf	50 V
R18, R19	8,2 M	1/2 W	P1, P2 ganged	10k	3 W see txt
R21, R22	5,6 K	5 W matched	P3 trimmer	1K	1 W

* Value, sets max frequency within a chosen range

Wired
PC board



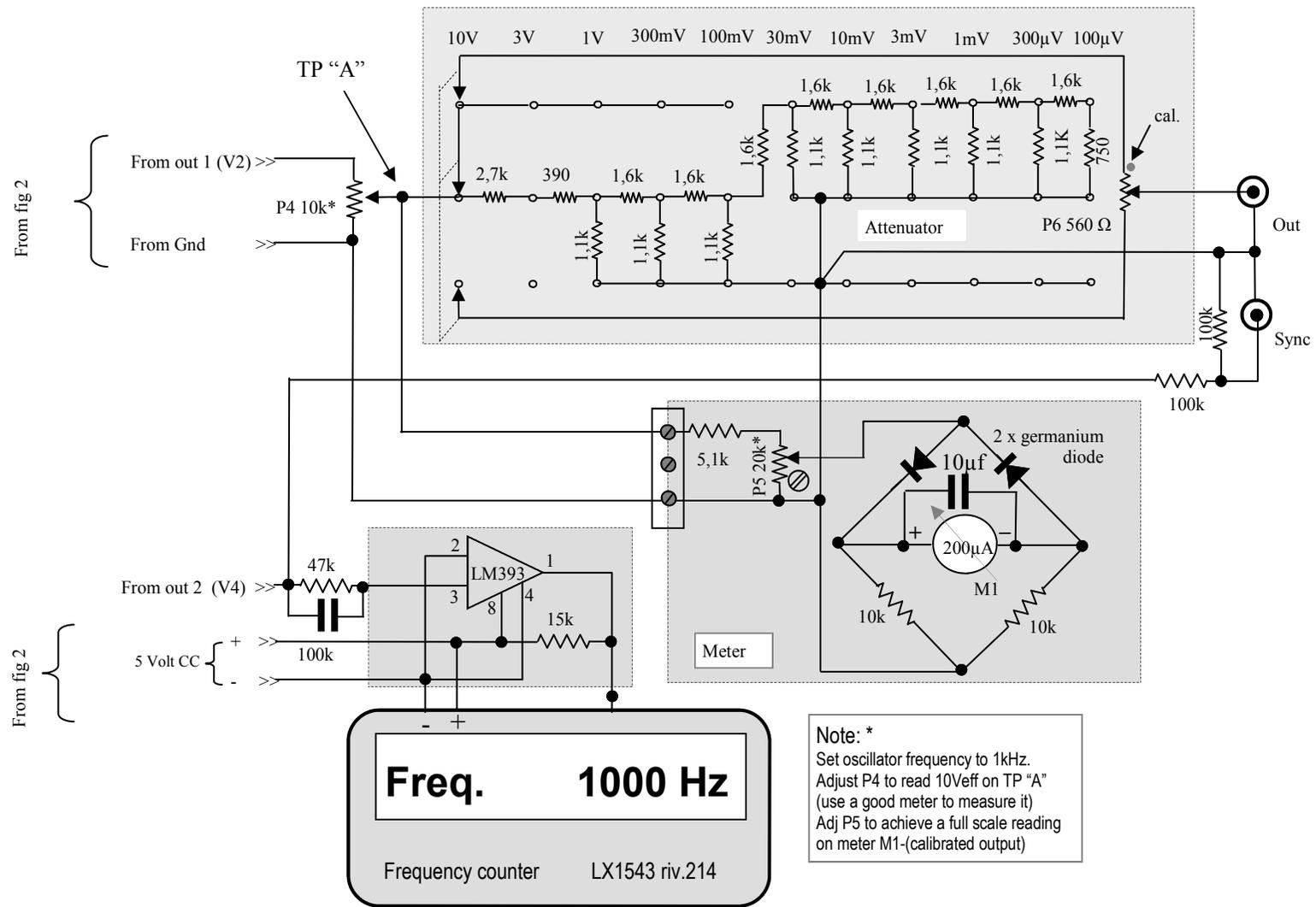
NOTE:

- (1) Adj for minimum distortion
- (2) If unable to get 10V RMS try 4,7K 5W
- (3) For higher frequency accuracy use 2000pf paralleled by 0-100 pf cap trimmer

Oscillator HP/200CD /Nuvistor

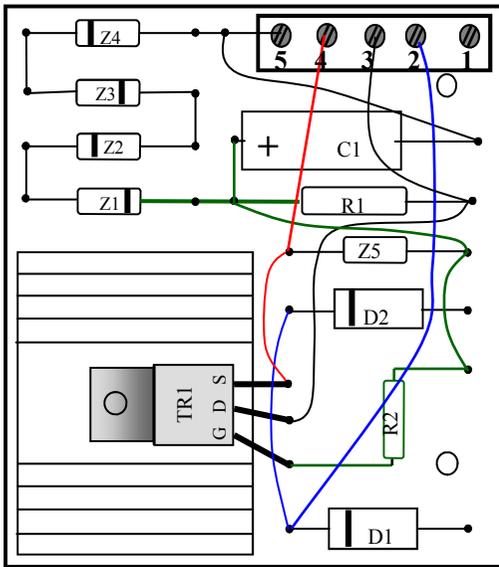
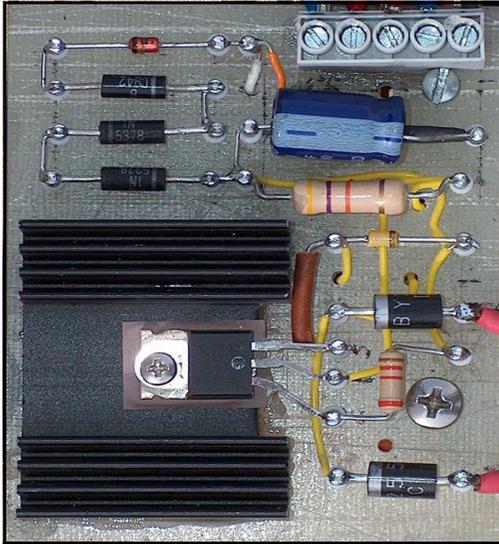
A. E. Rinaldo 2011

Fig. 3



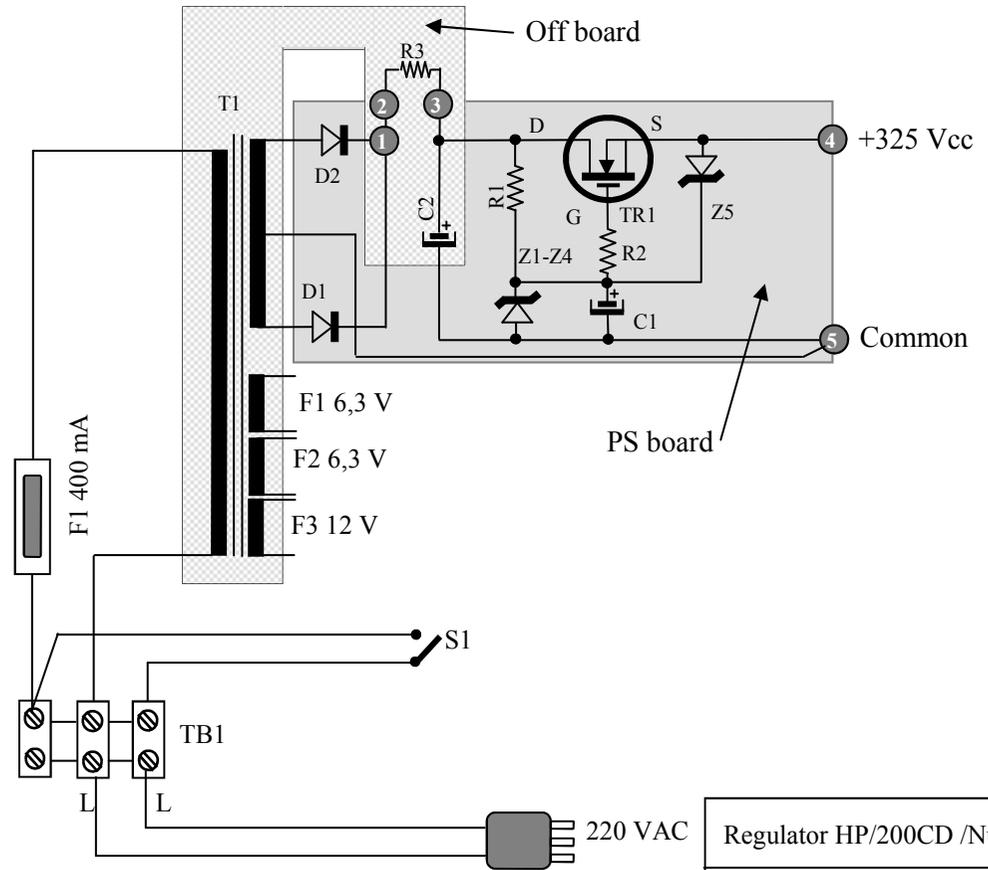
Accessories HP/200CD /Nuvistor
 A. E. Rinaldo 2011

Fig. 4



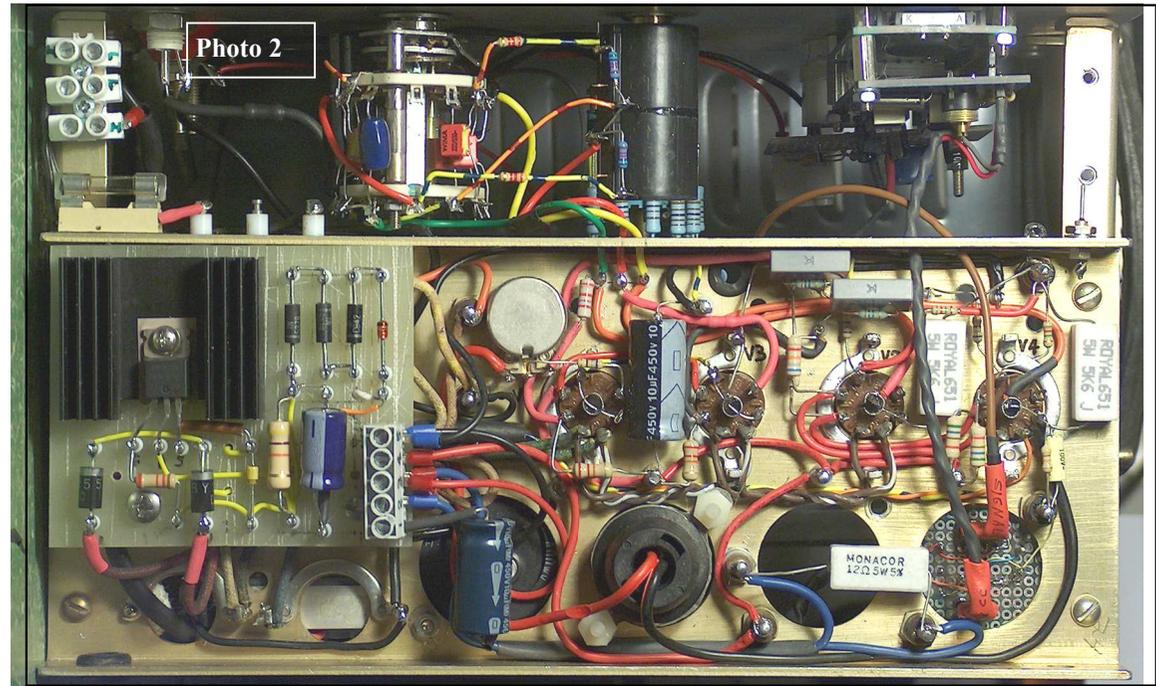
AC IN

Ref	Value	Rating	Note	Ref	Value	Rating	Note
R1	47kOhm	2W	5%	C2	100μf	500 V1	
R2	1,2kOhm	1/2W	5%	Z1-Z3	1N5378	100V 1W	3 x Zener
R3	12 Ohm	5W	5%	Z4	any	30V1W	Zener
D1, D1	BY255	1300V 2A	Or Equiv.	Z5	any	9,1V 1W	Zener
C1	10μf	450V1		TR1	IRFBC30	600V 3A	Mos-fet



Regulator HP/200CD /Nuvistor
A. E. Rinaldo 2011

Photo 1



Nel pannello frontale, a sinistra (**foto 1**) sono visibili al centro i controlli della frequenza e del livello di uscita. In alto il contatore di frequenza e lo strumento monitor del livello standard. In basso, l'interruttore di accensione e i connettori di uscita

Sopra (**foto 2**) Il cablaggio complessivo e i componenti del pannello frontale. Sulla sinistra la scheda contenente i componenti del regolatore di tensione. (+190 -135V)

Photo 1 (left) the front panel; at the center all major controls. On top the frequency counter and level control meter. At the bottom the mains switch and the output connectors.

Photo 2 (above) The wiring view and the front panel components. At the bottom-left, the power supply regulator card. (+190 - 135V)

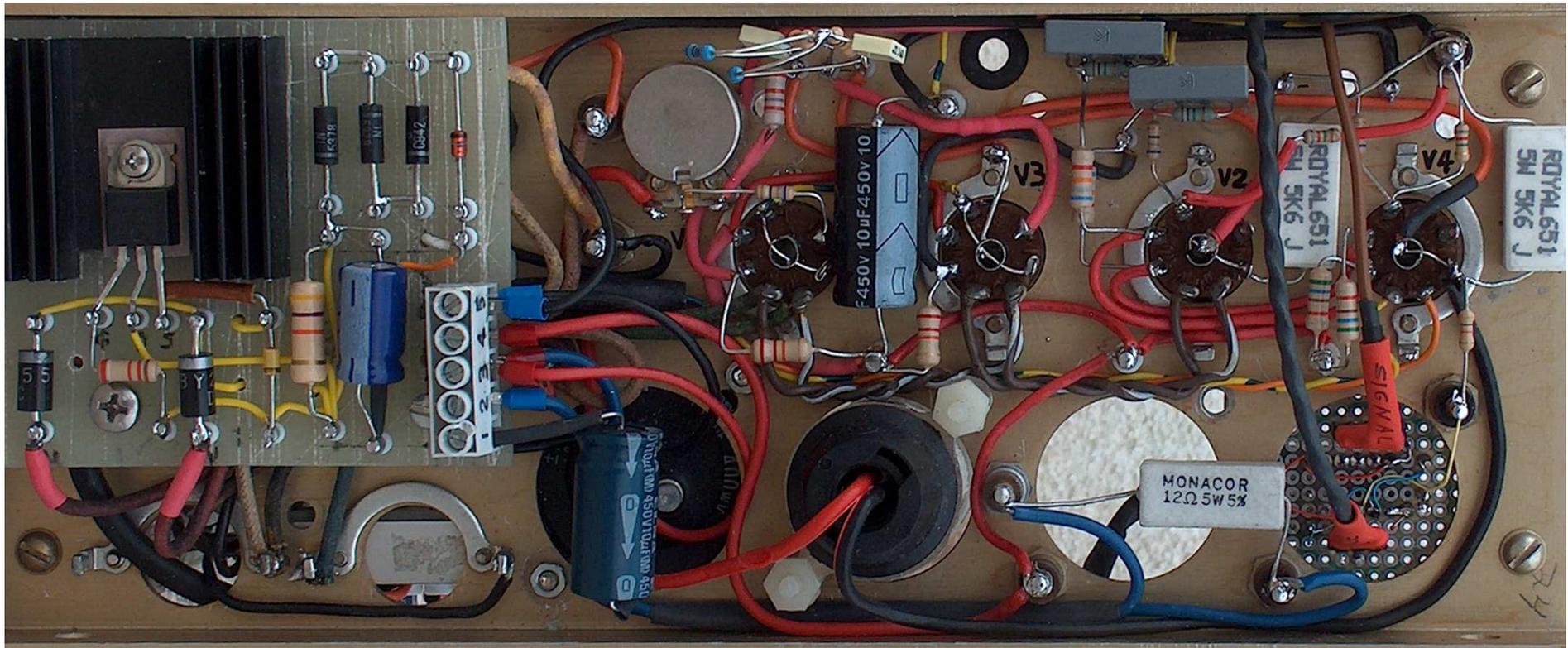


Nella **foto 3** Disposizione dei componenti attivi. Sul lato destro il commutatore attenuatore e più sotto il commutatore moltiplicatore di frequenza

Photo 3 shows the active components layout. On the right, the attenuator switch and below, the frequency multiplier switch.

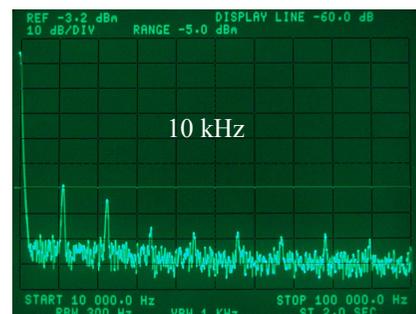
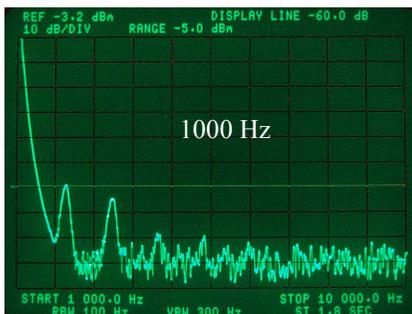
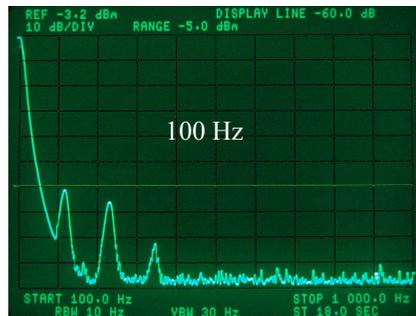
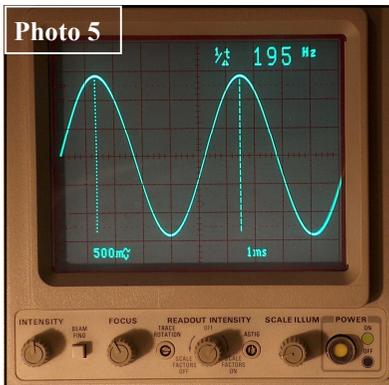
Nella **foto 4** La vista laterale dei componenti attivi. Al centro la lampada che controlla la reazione negativa; più sotto , davanti al trasformatore di alimentazione il regolatore dei +5V per l'alimentazione del contatore di frequenza.

Photo 4 Side view of all the active components. At the center L1 Lamp; at the bottom in front of mains transformer, a +5V regulator card that supplies the voltage to the frequency counter.



Cablatura punto a punto. La foto è stata fatta durante il processo di costruzione. sono visibili I dettagli d'insieme, della disposizione dei componenti e della cablatura di massima.

Point to point wiring picture. This photo has been taken while work was still in process. It shows in details components disposition and wiring path.



Specifications:

Frequency range	10 Hz - 100kHz in four ranges
Accuracy	+/- 1 digit (frequency counter tolerance)
Signal level	Monitored by meter
Output	Max 10 Volt
↳ Attenuator	10 - 3 Volt (on >10kOhm load)
	1V
	300-100-30-10-3-1 mV } 600 Ohm load
	300 - 100 μV
	From 1V down, adjustable by P6 -uncal-
Sync.	BNC output to trigger a scope (50kOhm)
Distortion	Less than 0,2% from 10Hz to 50 kHz (-60db) (see spectrum analyzer pictures on the left.)
	Less than 0,5% from 50 kHz to 100 kHz

Osservazioni.

Con riferimento allo schema originale HP 200CD questo circuito non fa uso di trasformatore di uscita pertanto l'uscita è prelevata su un ramo dell'amplificatore bilanciato

L'altro ramo fornisce una uscita su di un connettore BNC per sincronizzare un eventuale oscilloscopio e alimenta il contatore digitale.

L'oscillatore è molto sensibile nella gamma **X1k** in quanto risente delle induttanza e delle capacità parassite del potenziometro multigiri a filo. E' importante quindi usare un doppio potenziometro di alta qualità, di precisione e magari con curva antilogaritmica.

La Photo 5 mostra l'oscillogramma del segnale alla frequenza di 195Hz. Si noti la purezza del segnale sinusoidale che rimane costante su tutte le gamme.

Il contenitore è un recupero di un voltmetro a valvole, Ballantine .

Observations:

With reference to the original HP 200CD schematic, this circuit does not use an output transformer, therefore the output is taken from one side of the balance amplifier.

The other side is used to provide, on a BNC connector, a high impedance output useful to sync an oscilloscope in addition to a signal suitable to feed the internal frequency counter.

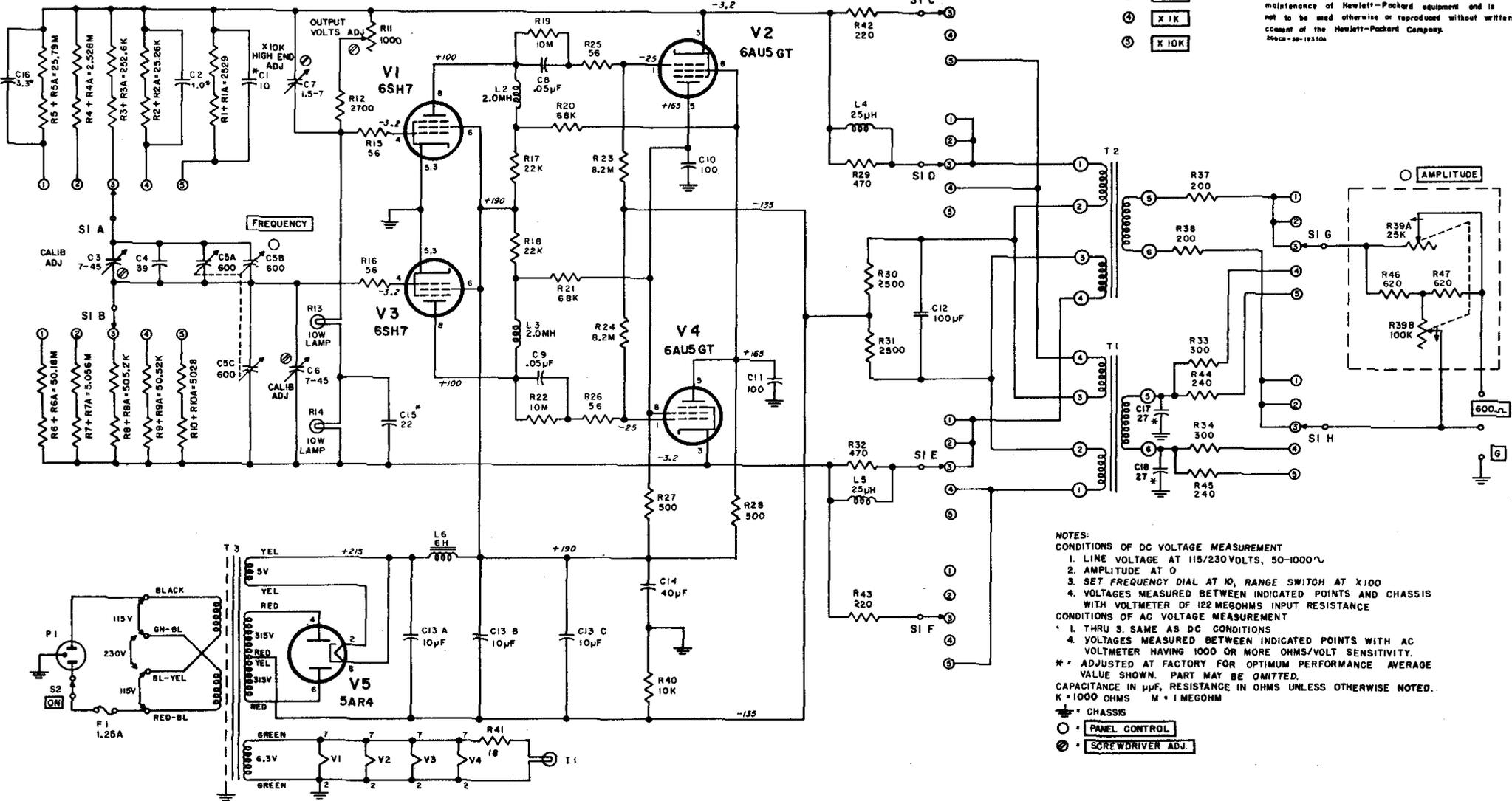
The oscillator is very sensitive in the X1K range, due to the inductance and capacity of the wired wound potentiometer. It is important therefore to use an high quality, high precision potentiometer, better if it has an antilogarithmic type of curve.

Photo 5 shows a 195 Hz output. Please note the purity of the signal which remain constant on all ranges.

The box is a re-used Ballantine vacuum tube voltmeter enclosure.

Fig 5

ORIGINAL HP 200CD OSCILLATOR SCHEMATIC

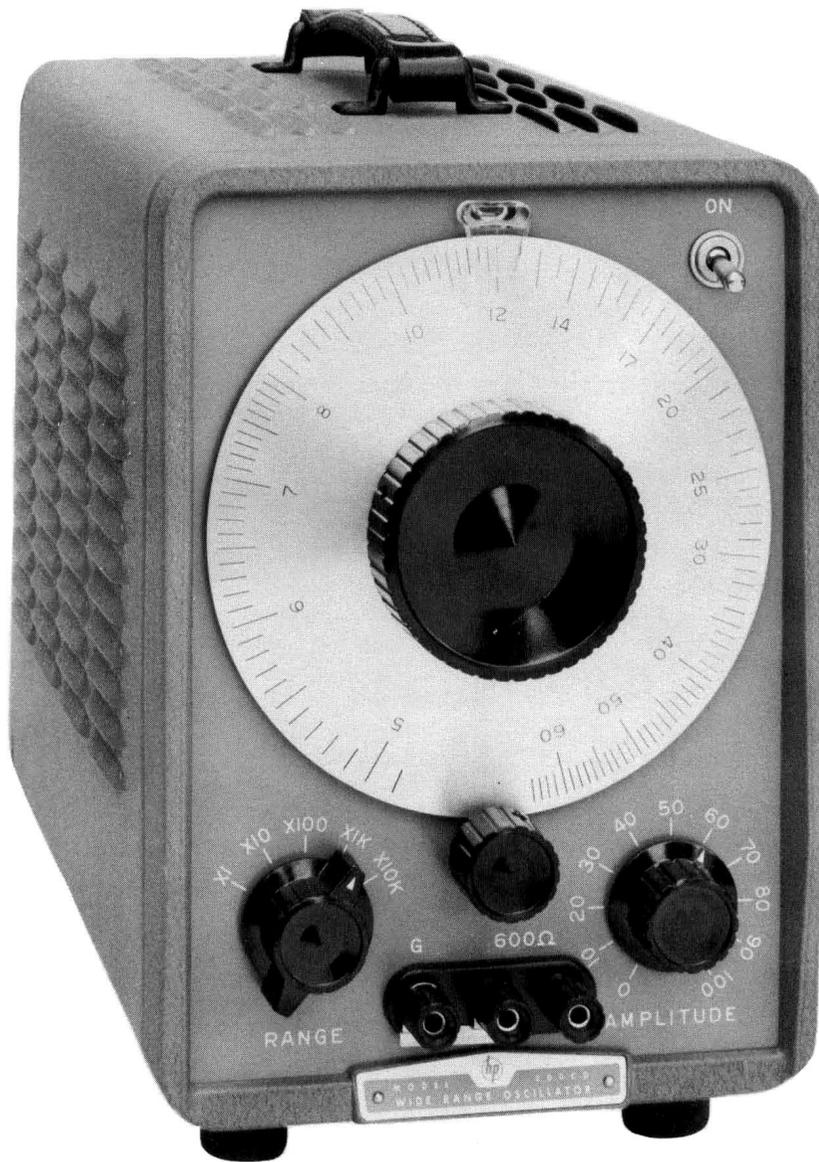


- ① X 1
- ② X 10
- ③ X 100
- ④ X 1K
- ⑤ X 10K

COPYRIGHT 1954 BY HEWLETT-PACKARD COMPANY
 This drawing is intended for the operation and maintenance of Hewlett-Packard equipment and is not to be used otherwise or reproduced without written consent of the Hewlett-Packard Company.
 200ca-ss-10350a

- NOTES:
- CONDITIONS OF DC VOLTAGE MEASUREMENT
1. LINE VOLTAGE AT 115/230 VOLTS, 50-1000~
 2. AMPLITUDE AT 0
 3. SET FREQUENCY DIAL AT 10, RANGE SWITCH AT X100
 4. VOLTAGES MEASURED BETWEEN INDICATED POINTS AND CHASSIS WITH VOLTMETER OF 122 MEGOHMS INPUT RESISTANCE
- CONDITIONS OF AC VOLTAGE MEASUREMENT
1. THRU 3. SAME AS DC CONDITIONS
 4. VOLTAGES MEASURED BETWEEN INDICATED POINTS WITH AC VOLTMETER HAVING 1000 OR MORE OHMS/VOLT SENSITIVITY.
- * * ADJUSTED AT FACTORY FOR OPTIMUM PERFORMANCE AVERAGE VALUE SHOWN. PART MAY BE OMITTED.
- CAPACITANCE IN μF , RESISTANCE IN OHMS UNLESS OTHERWISE NOTED.
 K = 1000 OHMS M = 1 MEGOHM
- ⊖ = CHASSIS
 ○ = PANEL CONTROL
 ⊗ = SCREWDRIVER ADJ.

Model 200CD Wide Range Oscillator



Original HP 200 CD

HP 200 CD specifications

FREQUENCY RANGE:	5 cps to 600 kc covered in five ranges.		
RANGES:	X1	5 cps to	60 cps
	X10	50 cps to	600 cps
	X100	500 cps to	6 kc
	X1,000	5 kc to	60 kc
	X10,000	50 kc to	600 kc
ACCURACY:	±2% including calibration error, warm-up, changes due to aging of components, tubes, etc.		
DIAL:	Six inch diameter calibrated over 300° of arc. 85 divisions. Total scale length, 78 inches.		
FREQUENCY RESPONSE:	±1 db entire frequency range (reference 1 kc).		
OUTPUT:	160 milliwatts (10 volts) into 600 ohm rated load, 20 volts open circuit.		
OUTPUT BALANCE:	Better than .1% at lower frequencies and approximately 1% at higher frequencies.		
INTERNAL IMPEDANCE:	600 ohms. Output is balanced to ground for zero attenuation. (May be operated with one side grounded if desired.)		
DISTORTION:	Less than 0.5% below 500 KC; less than 1% 500 KC and above. Independent of load impedance.		
HUM VOLTAGE:	Less than 0.1% of rated output. Decreases as output is attenuated.		
POWER:	115/230 volts, ±10%, 50/1000 cps, 75 watts.		
ACCESSORIES AVAILABLE:	<p>Ⓜ AC-60A Line Matching Transformer, 5 to 600 kc (provides balanced output at any attenuator setting at 135 and 600-ohms).</p> <p>Ⓜ AC-16A Cable Assembly, 44" RG-58/U Cable terminated each end with dual banana jack plugs.</p>		
DIMENSIONS:	<p>Cabinet Mount: 7-3/8" wide, 11-1/2" high, 14-3/8" deep.</p> <p>Rack Mount: 19" wide, 7" high, 12-7/8" deep behind panel.</p>		
WEIGHT:	<p>Cabinet Mount: 22 lbs., shipping weight approximately 27 lbs.</p> <p>Rack Mount: 27 lbs., shipping weight approximately 37 lbs.</p>		