



OSSERVATORIO VESUVIANO  
*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*



RETE SISMICA PERMANENTE

Ciro Buonocunto

**Rete Sismica Permanente: Analisi e taratura  
dei sistemi modulatore-demodulatore in esercizio**

Open File Report n° 7 - 2000

OSSERVATORIO VESUVIANO

Via Diocleziano 328, 80124 Napoli (Italy)  
Tel: +39 (0)816108300 – Fax :+39 (0)816108351

## Rete Sismica Permanente: Analisi e taratura dei sistemi modulatore-demodulatore in esercizio

La riorganizzazione della Rete di Monitoraggio Sismologico dell'Osservatorio Vesuviano ha messo in evidenza problematiche relative alla standardizzazione delle stazioni di rilevamento. La presente nota tecnica prende in esame la struttura attuale e le modifiche necessarie per armonizzare i nuovi modulatori MarCap alla catena di rilevamento secondo gli standard in uso.

### Descrizione del sistema

La catena di trasmissione dei segnali sismici si basa su sistemi di codifica e decodifica a modulazione di frequenza. Il segnale sismico, opportunamente condizionato, è utilizzato per modulare in frequenza una portante audio tramite un VCO (Voltage Controlled Oscillator) secondo lo schema di Fig.1

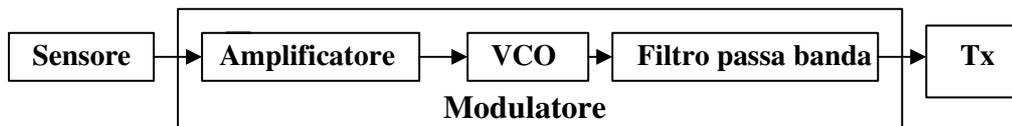


Fig.1 - Il sistema di trasmissione dei dati

Lo standard utilizzato dall'Osservatorio Vesuviano da circa 30 anni è quello Lennartz (Lennartz Electronic, GmbH), che modula con una deviazione in frequenza di  $\pm 15\%$  una portante di 430 Hz, 1050 Hz, 2200 Hz, 3200 Hz e 4750 Hz. Risulta agevole trasmettere tali frequenze al Centro di Acquisizione dati utilizzando una ridotta banda passante, poiché sono comprese in un normale canale telefonico o radio.

Un sistema complementare provvede alla decodifica ed alla acquisizione dell'informazione, secondo lo schema di fig.2.

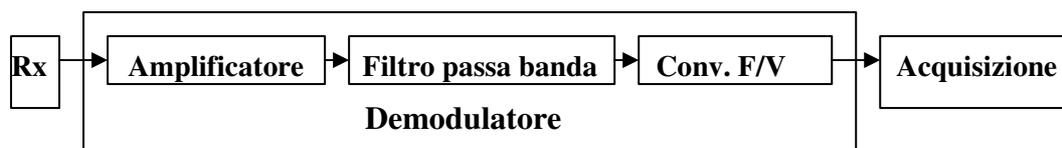


Fig.2 - Il sistema di ricezione dei dati

## Analisi di linearità dei demodulatori

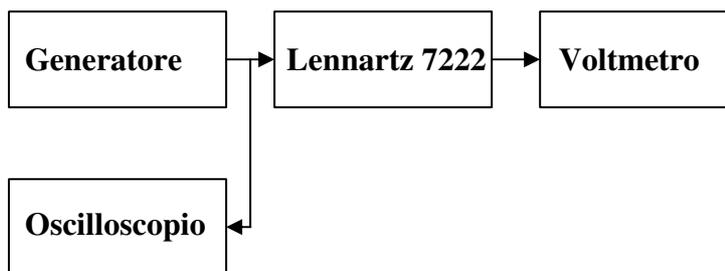
Si è provveduto a verificare le caratteristiche di linearità frequenza / tensione dei demodulatori attualmente in uso: Lennartz mod. 7222. L'obiettivo di tale misura è verificare in che modo è correlata la frequenza in ingresso con la tensione in uscita verso il sistema di acquisizione e visualizzazione dei dati. Le misure sono state ripetute per tre demodulatori campione originali con frequenza di centro banda ( $f_0$ ) rispettivamente di 430 Hz, 1050 Hz e 2200 Hz.

### Set di misura

Generatore di funzioni Philips mod. PM5131

Oscilloscopio Tektronix mod. TDS340A

Multimetro digitale Beckman mod. T110B utilizzato come voltmetro



La misura si è svolta come segue:

*Detta  $f_0$  la frequenza di centro banda:*

- Impostazione della frequenza del generatore a  $f_0$
- Lettura del valore di calibrazione a  $f_0$  del Voltmetro
- a) Impostazione della frequenza del generatore a  $f_0 - 15\%$  di  $f_0$
- b) Lettura del valore del Voltmetro
- c) Incremento di  $+ 1\%$  di  $f_0$  della frequenza del generatore
- Ripetizione dei passi da a) a c) fino a  $f_0 + 15\%$  di  $f_0$
- Elaborazione e rappresentazione grafica dei dati ottenuti

Le misure hanno evidenziato che alla frequenza  $f_0$  non corrisponde una tensione di uscita nulla, bensì una tensione di offset leggermente variabile nel tempo, probabilmente dovuta al condensatore in uscita al demodulatore (Fig. 3). Ciò non smentisce le specifiche Lennartz, che garantiscono 0V in assenza di portante (funzione di squelch) e un'escursione della tensione di uscita di  $\pm 2V$  relativa ad una deviazione in frequenza di  $\pm 15\%$ . I valori sono stati pertanto normalizzati a 0V per  $f = f_0$ . I grafici ottenuti (Fig. 4) evidenziano una buona linearità tensione / frequenza.

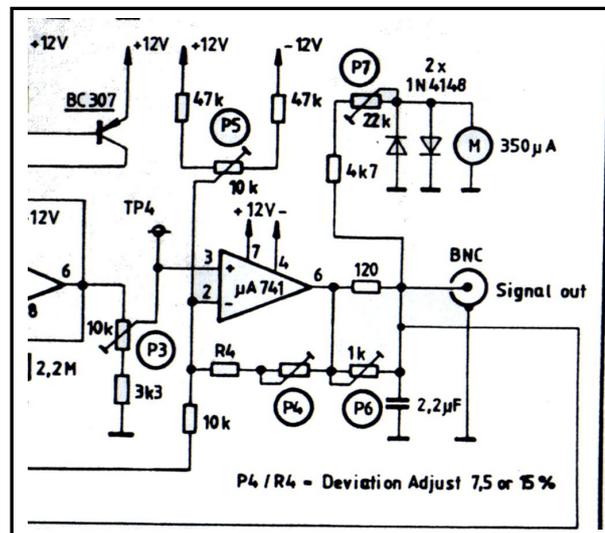


Fig.3 - Particolare dello stadio di uscita del Lennartz 7222. Schema in appendice

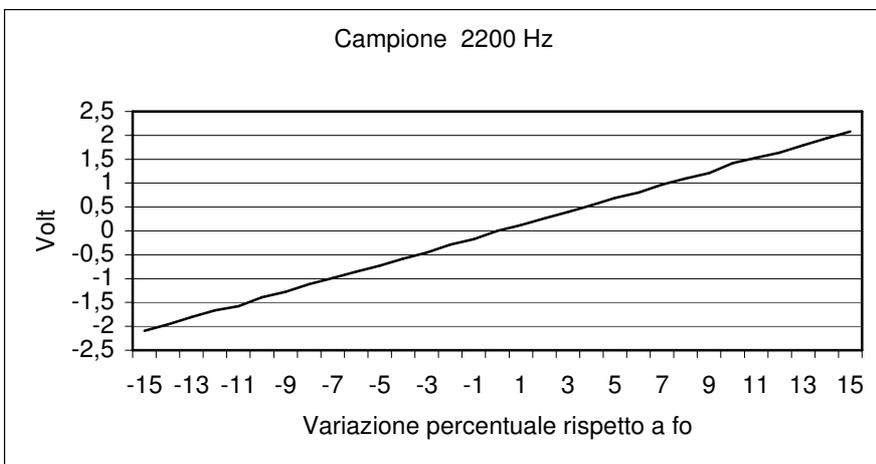
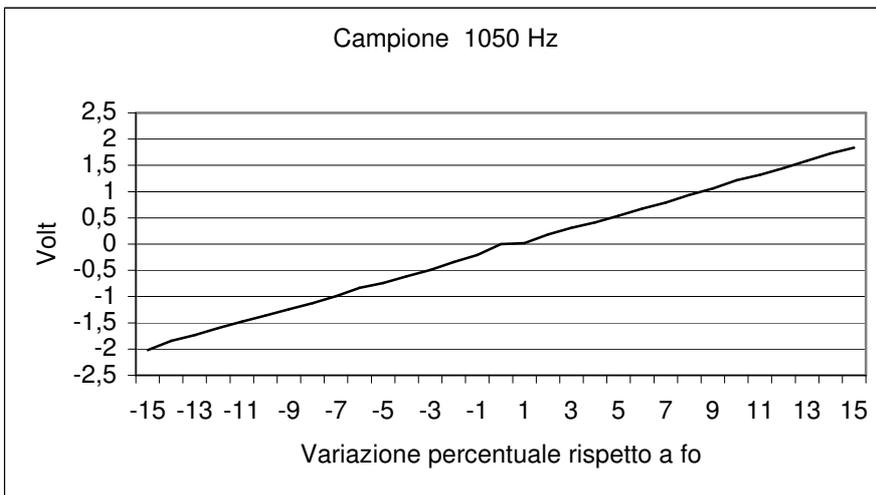
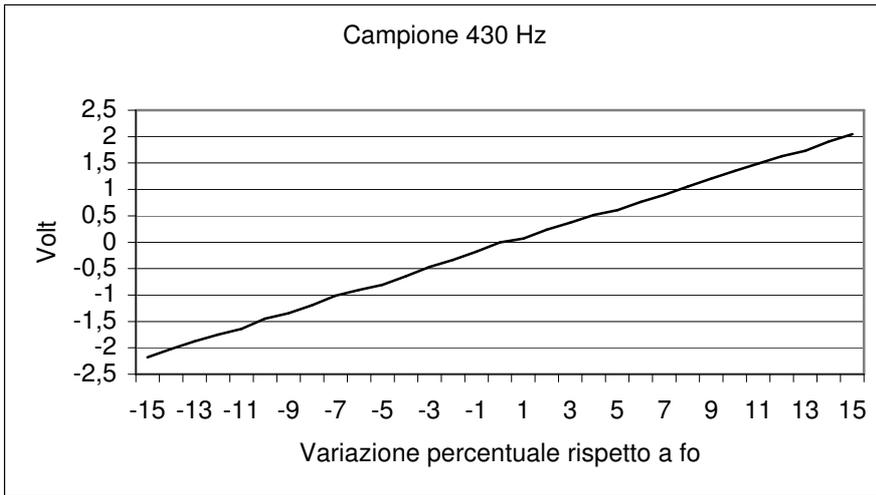


Fig. 4 – Andamento tensione-frequenza per i tre demodulatori campione

## Modifiche al Modulatore MarCap

Il modulatore MarCap (Capello, 1996) è un modulatore per segnali sismici interamente progettato e realizzato dal laboratorio elettronico dell'Osservatorio Vesuviano le cui caratteristiche peculiari sono le seguenti :

- Struttura modulare a schede in formato Eurocard.
- Facilità di impostazione delle frequenze portanti.
- Regolazione del guadagno a passi di potenze di 2.
- Possibilità di adeguamento ai diversi standard.
- Facilità di manutenzione.

I modulatori in esame erano stati originariamente tarati privilegiando la caratteristica di elevata accettazione del segnale di ingresso, che si traduce in una più elevata soglia di saturazione. Successive considerazioni di compatibilità hanno richiesto che il sistema fosse il più possibile allineato con le caratteristiche dei modulatori Lennartz. Ciò ha richiesto una specifica sessione di prove di laboratorio, di seguito descritta.

Si è considerato il sistema *modulatore-demodulatore*, nel suo insieme, come una 'black box' avente al suo ingresso il segnale generato dal sensore e all'uscita il segnale da inviare all'acquisizione (Fig. 5). Il test è stato eseguito come di seguito descritto.

### Set di misura

Generatore di funzioni Philips mod. PM5131

Oscilloscopio Tektronix mod. TDS340A

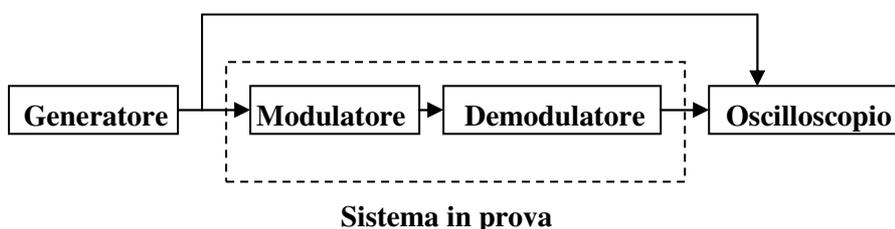


Fig. 5 - La catena di test

Si è utilizzato per la prova un segnale triangolare di frequenza 5 Hz. E' stata scelta tale forma d'onda per visualizzare con precisione il livello di *clipping* dello stadio demodulatore al variare della frequenza di modulazione e per ridurre al minimo gli effetti della carica del condensatore di filtro posto all'uscita del demodulatore Lennartz 7222 (vedi Fig. 3).

I sistemi in test erano così composti:

- **Sistema A : Modulatore Lennartz 7049 – Demodulatore Lennartz 7222**
- **Sistema B : Modulatore MarCap – Demodulatore Lennartz 7222**

Scopo del test è stata l'acquisizione di informazioni atte ad emulare la curva di risposta del sistema A utilizzando il sistema B. Il segnale del generatore è stato inviato direttamente ad un canale dell'oscilloscopio e attraverso il sistema in test all'altro canale. Dopo aver opportunamente impostato i parametri di visualizzazione, è stato verificato che a parità di condizioni termiche ed elettriche il sistema A fa corrispondere ad una tensione in ingresso  $V_i$  una tensione di uscita di circa  $10 \times V_i$ . Tale condizione, verificata per più punti della gamma utile ( $\pm 200\text{mV}$ ), garantisce una buona linearità del sistema. Il clipping si è manifestato per escursioni superiori a 4.4V. Sono state quindi effettuate alcune modifiche al modulatore MarCap al fine di uniformarne la risposta allo standard Lennartz.

Con riferimento allo schema elettrico originale del modulo VCO-AMP in appendice, si è provveduto a sostituire :

- **R 17 con una resistenza di 180 K Ohm 1%**
- **R18 con un trimmer multigiri da 50 K Ohm**

### **Taratura**

Con riferimento alla figura 5, iniettare in ingresso un segnale triangolare di frequenza 5 Hz e ampiezza  $\pm 200\text{mV}$  e verificare che l'uscita abbia un'escursione di  $\pm 2\text{V}$ . Verificare la linearità della curva per più punti di prova e controllare che il clipping intervenga non prima di 4.4V. Per ulteriori dettagli relativi alle tarature di base si rimanda al manuale di servizio del modulatore MarCap.

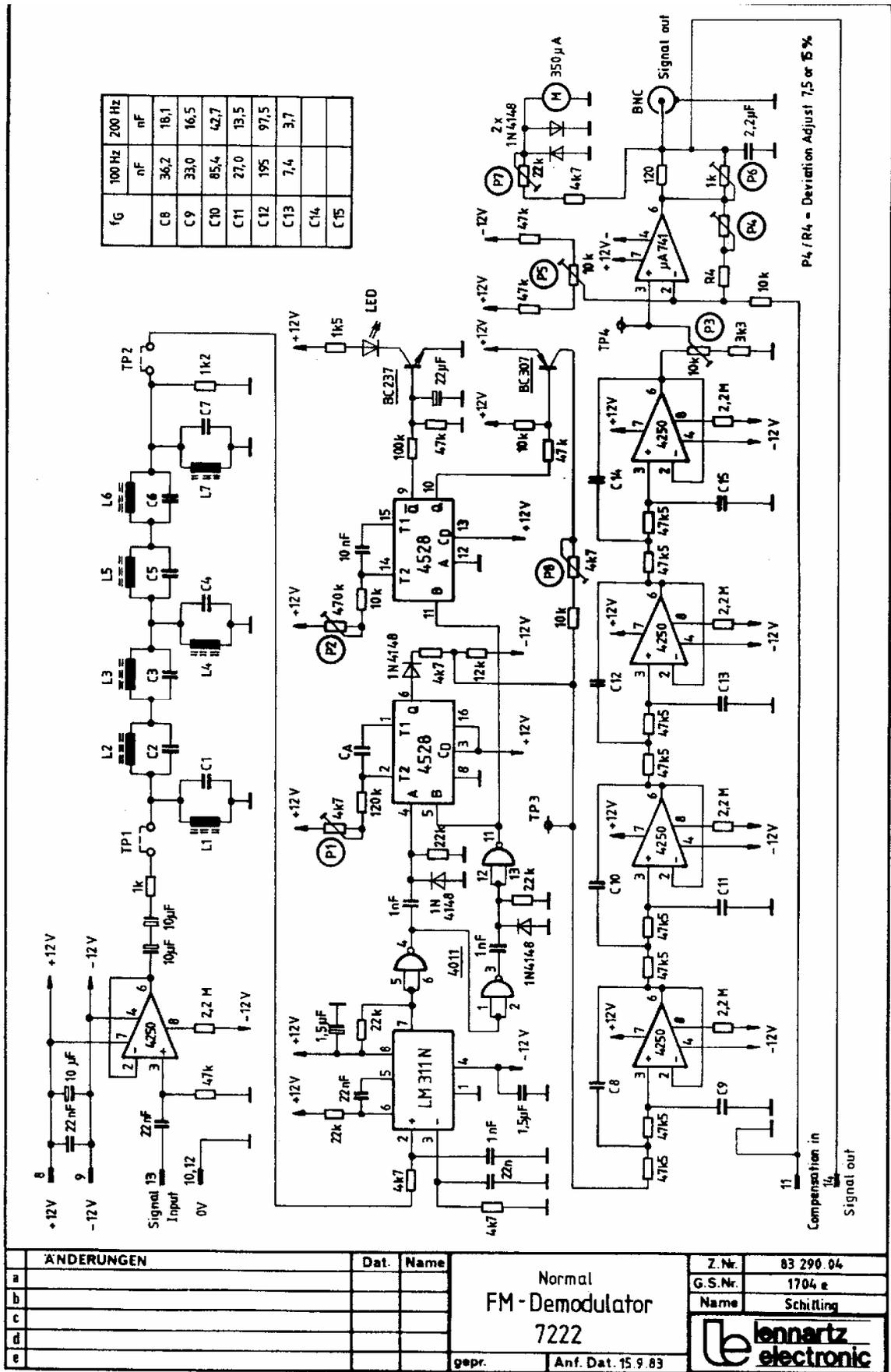
E' attualmente in corso la modifica ai modulatori già operativi e il montaggio di nuovi moduli secondo le nuove specifiche. Allo stato attuale i modulatori MarCap in esercizio alle stazioni della Rete Sismica Permanente dell'Osservatorio Vesuviano hanno evidenziato un'ottima stabilità in risposta. Il solo modulatore rientrato per avaria era relativo ad una componente della stazione flegrea SOF (Soffione della Solfatara), caratterizzata da condizioni ambientali e di installazione al limite delle specifiche di funzionamento.

### **Bibliografia**

Capello M., 1996. Progetto di stazione sismica analogica a tre componenti: manuale operativo, schede, componentistica. Rapporto Interno Osservatorio Vesuviano; 26pp.

## APPENDICE

### Schemi elettrici originali



Schema Demodulatore Lennartz 7222

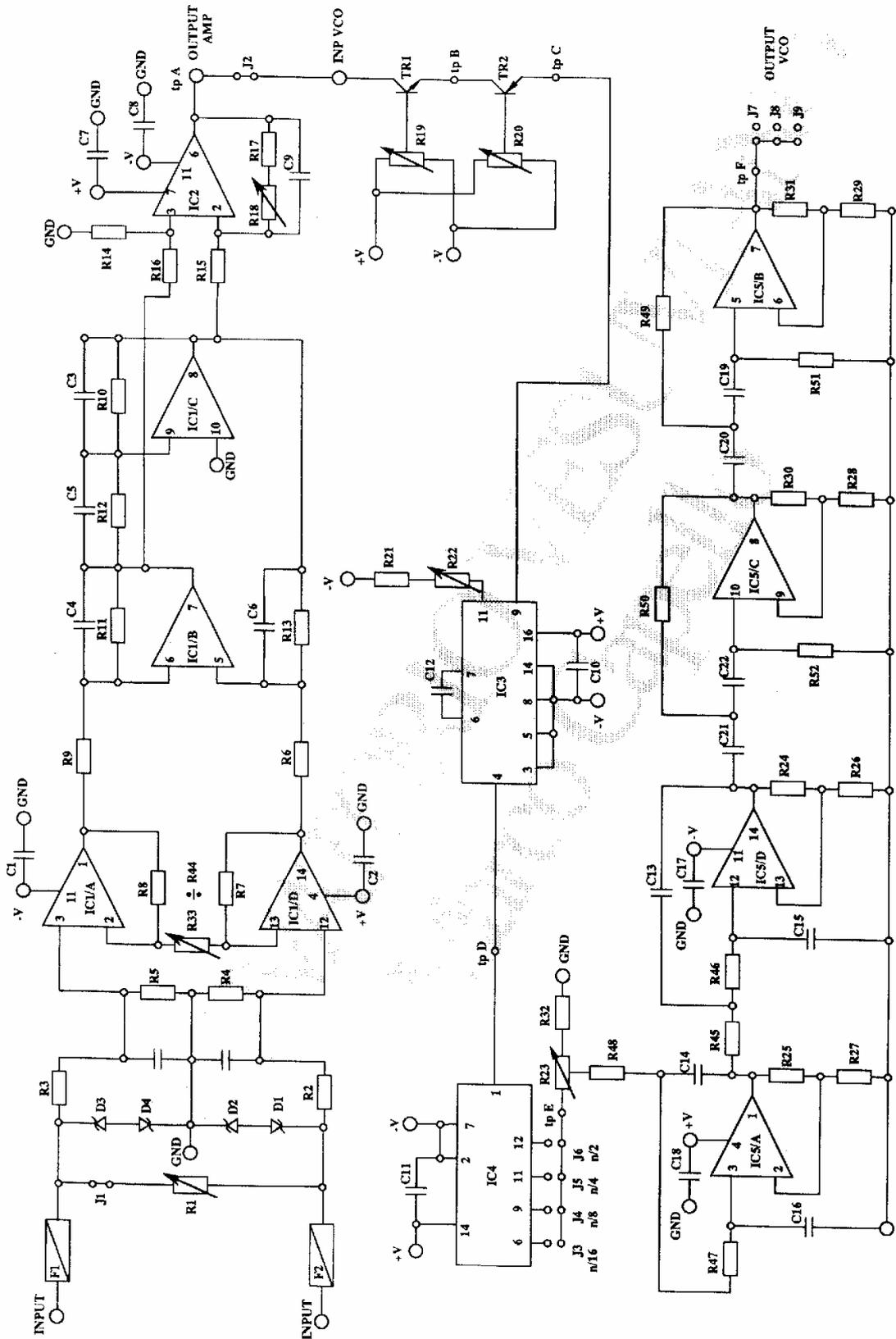


Fig. 3

Schema modulo AMP-VCO Modulatore MarCap