



I.T.I. "Modesto PANETTI" – B A R I

Via Re David, 186 - ☎ 080-542.54.12 - Fax 080-542.64.32

Internet <http://www.itispanetti.it> – email : [BATF05000C@istruzione.it](mailto:BATF05000C@istruzione.it)

## Demodulatore FM in quadratura Prof. Ettore Panella

In questa esercitazione si vuole analizzare il comportamento di un demodulatore FM in quadratura. In figura 1 si riporta lo schema elettrico del circuito.

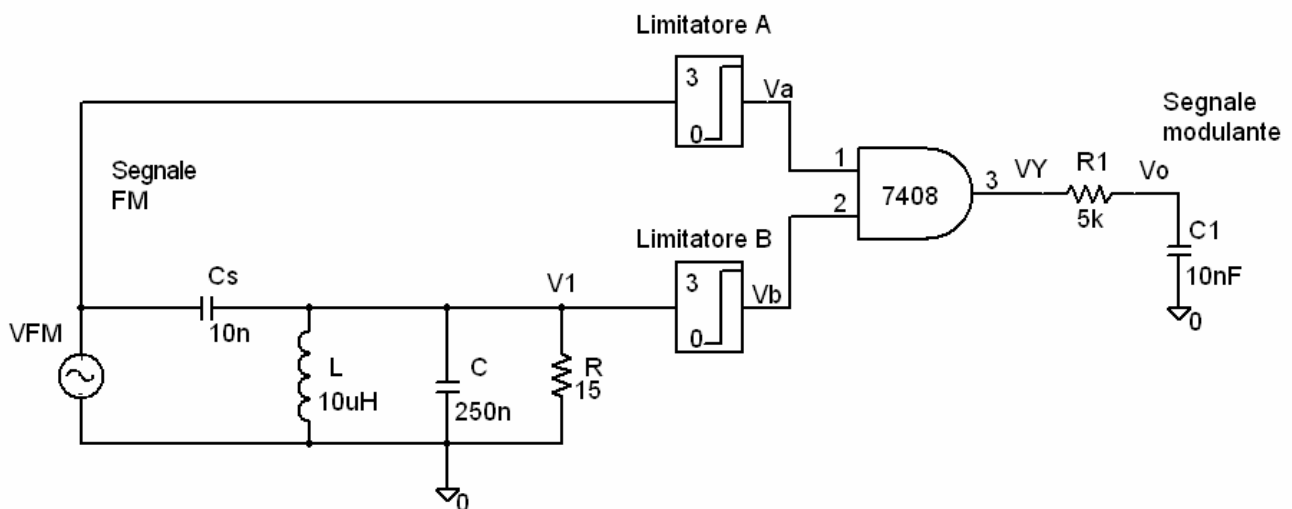


Fig. 1. Demodulatore FM in quadratura.

Nel demodulatore in quadratura la ricostruzione del segnale modulante si ottiene mediante due operazioni distinte:

1. trasformazione del segnale modulato FM in un segnale impulsivo con durata degli impulsi proporzionale all'ampiezza del segnale modulante;
2. rivelazione del valore medio del segnale impulsivo.

Il circuito si può ritenere costituito dai seguenti blocchi:

1. circuito risonante RLC
2. condensatore di sfasamento  $C_s$
3. due circuiti limitatori
4. filtro passa-basso di uscita.

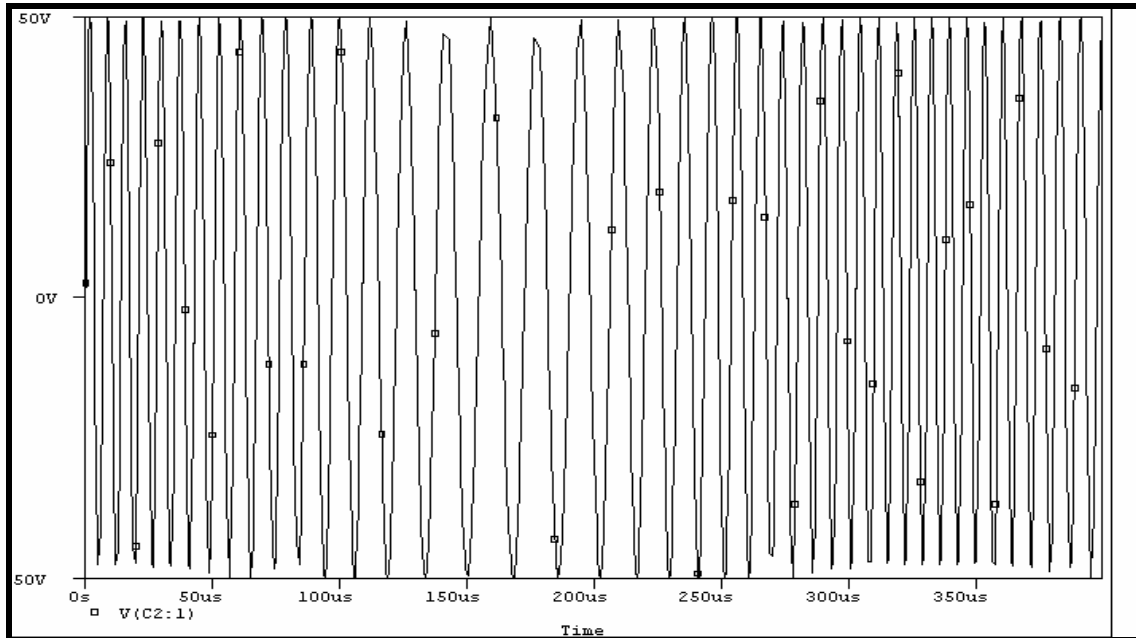
Il circuito risonante è accordato sulla frequenza della portante  $f_p$ .

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Il segnale modulato in FM è ottenuto dal generatore VFM che in ambiente PSpice è settato con i seguenti valori:

$$VAMPL = 50 \text{ V}; FC = 100 \text{ KHz}; MOD = 15; FM = 3 \text{ KHz}$$

In fig. 2 si riporta l'andamento temporale del segnale modulato FM.



**Fig. 2 Segnale modulato FM.**

Il condensatore  $C_s$  è detto **condensatore di sfasamento**, poiché introduce uno sfasamento di  $90^\circ$  in regime sinusoidale.

In regime impulsivo si ha una traslazione di un tempo pari a  $T/4$ .

I limitatori sono comparatori, che trasformano il segnale analogico in segnale digitale in cui il livello alto corrisponde alla semionda positiva, e il livello basso a quella negativa. I segnali d'uscita pilotano una porta AND.

Il filtro bassa-basso  $R_1C_1$  ha il compito di ricostruire il segnale modulante.

In assenza di modulazione il circuito risonante ha un comportamento puramente resistivo e la tensione  $V_1$  vale, essendo  $R \ll X_{C_s}$ :

$$V_1 = V \cdot \frac{R}{R - jX_{C_s}} = j2\pi f_p R C_s \cdot V$$

La precedente relazione mostra che in assenza di modulazione il segnale  $V_1$  è sfasato di  $90^\circ$  in anticipo rispetto al segnale d'ingresso. In tali condizioni i segnali  $V_a$  e  $V_b$  sono traslati di un tempo pari a  $T/4$ .

In presenza di modulazione, la frequenza  $f$  è diversa da  $f_p$  per cui il circuito **RLC** non è in risonanza e la tensione  $V_1$  è sfasata di un angolo diverso di  $90^\circ$ . In particolare:

1.  $f < f_p$  il circuito risonante ha un comportamento induttivo e lo sfasamento di  $V_1$  rispetto  $V$  è maggiore di  $90^\circ$ ;
2.  $f > f_p$  il circuito risonante ha un comportamento capacitivo e lo sfasamento di  $V_1$  è minore di  $90^\circ$ .

Le precedenti considerazioni portano a concludere che il segnale  $V_Y$  in uscita dalla porta AND è impulsivo con frequenza pari a quella della portante e Duty Cycle  $T_H/T$  variabile in modo proporzionale alle variazioni di frequenza segnale FM e quindi dell'ampiezza del segnale modulante.

Il filtro  $R_1C_1$  fornisce il valore medio  $V_m$  della tensione d'uscita della porta logica AND:

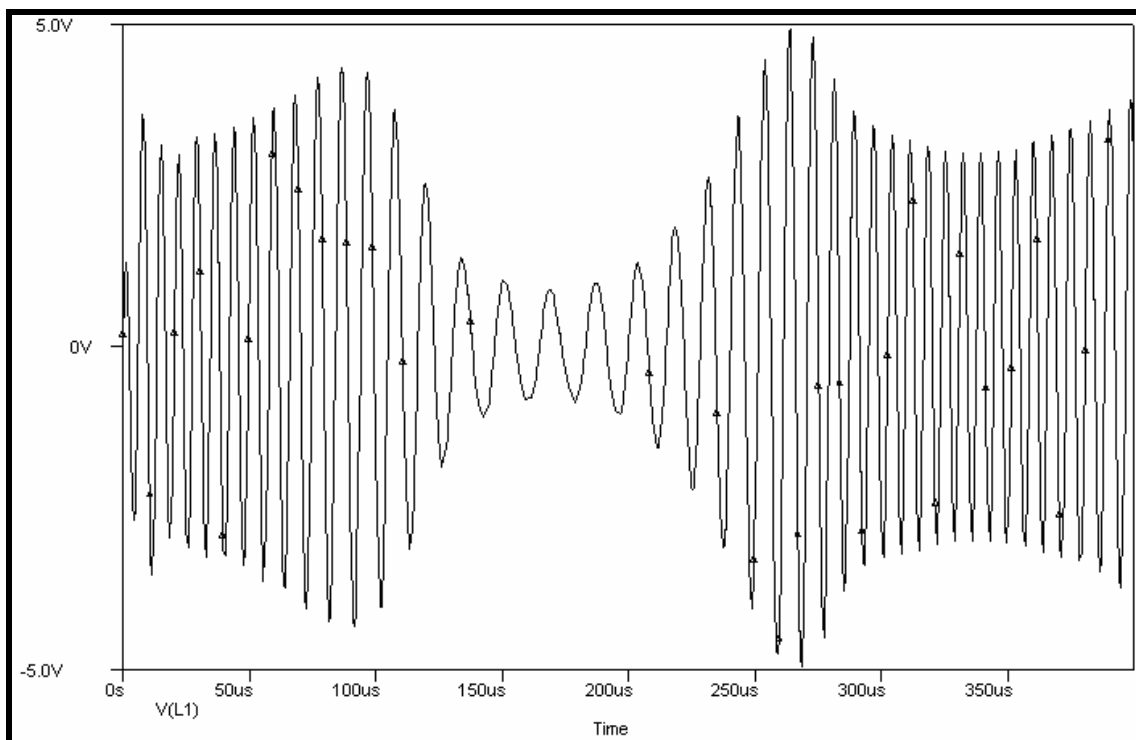
$$V_m = \frac{V_H \cdot T_H}{T}$$

In assenza di modulazione  $T_H = \frac{T}{4}$  quindi:

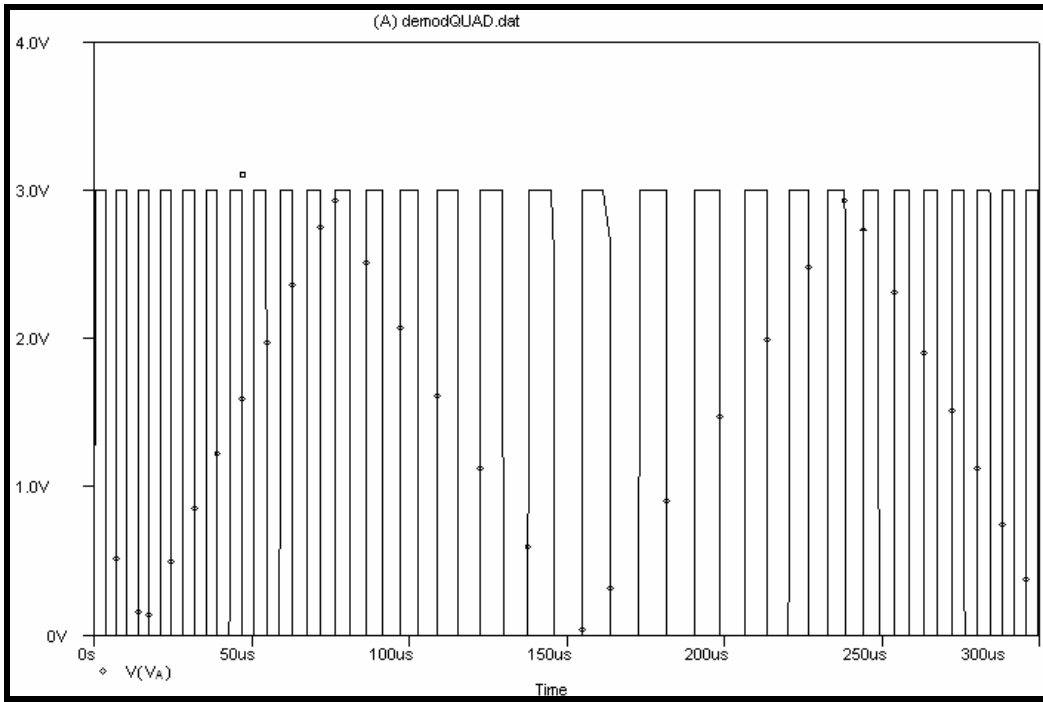
$$V_m = \frac{V_H}{4}$$

In presenza di modulazione le variazioni di  $T_H$  producano proporzionali variazioni di  $V_m$ .

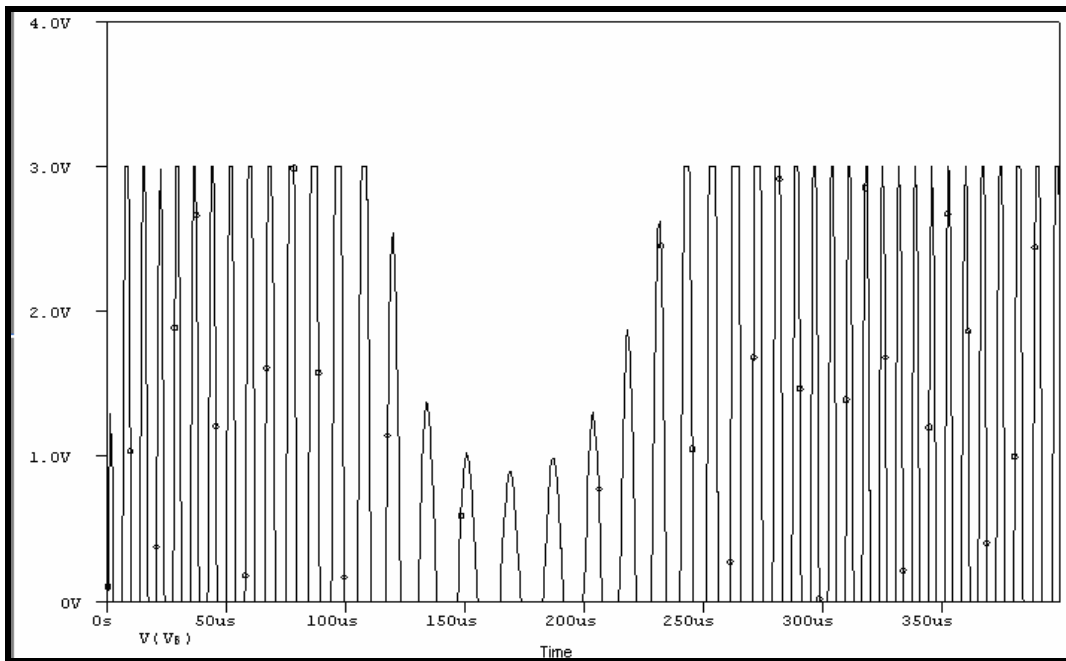
Si mostrano le forme d'onda caratteristiche.



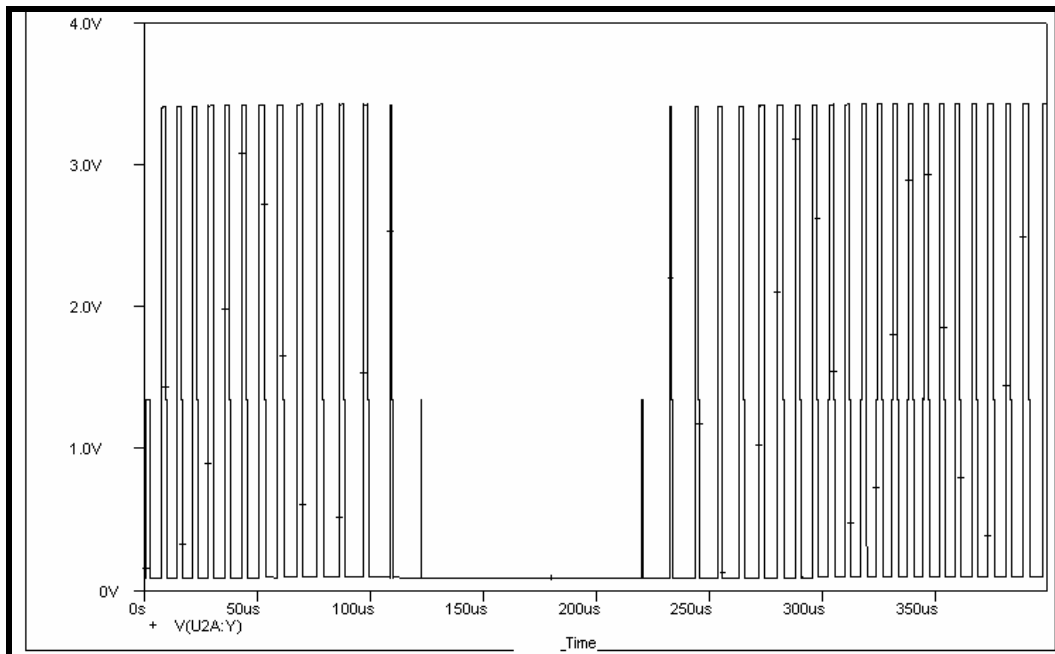
**Fig. 3** Segnale del ai capi dell'induttanza  $L_1$ .



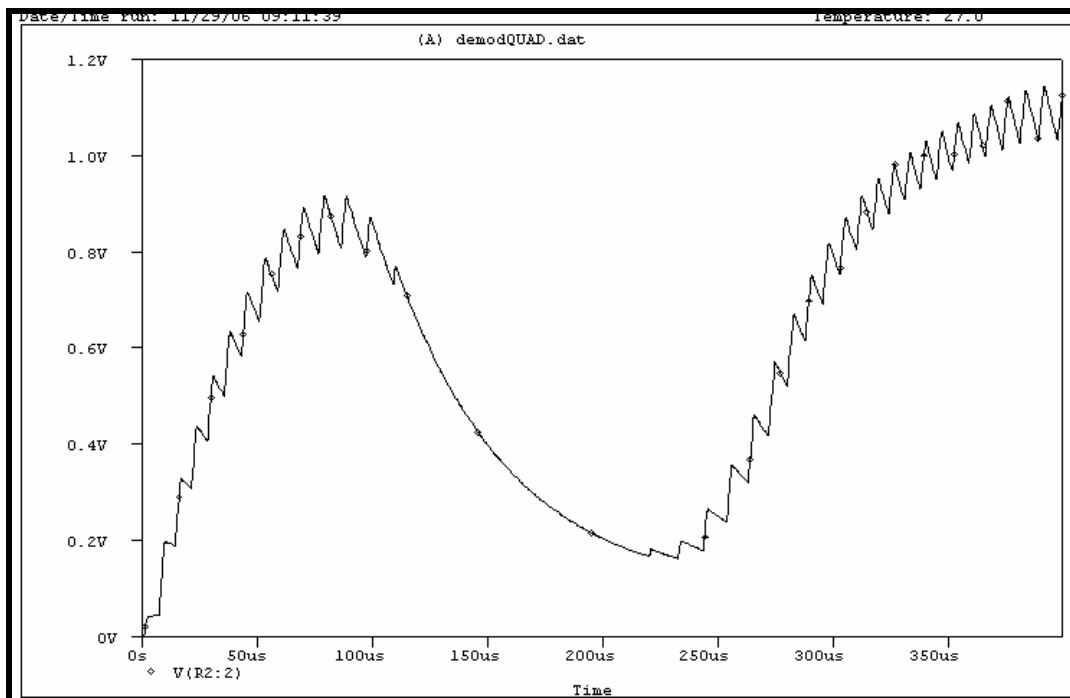
**Fig. 4 Segnale del limitatore A.**



**Fig. 5 Segnale del limitatore B.**



**Fig.6 Segnale di uscita della porta AND.**



**Fig. 7 Segnale di uscita del filtro.**

Il circuito è caratterizzato da una buona linearità nell'ipotesi di deviazioni di frequenza piccole rispetto al valore della frequenza di portante.

Si riportano i datasheet di alcuni integrati impiegati per la demodulazione FM.

## LM3089 FM Receiver IF System

### General Description

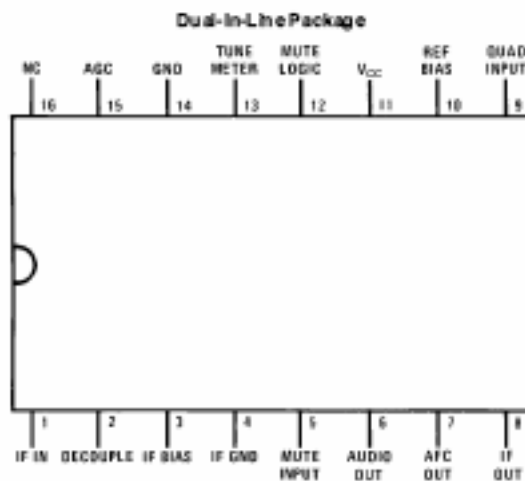
The LM3089 has been designed to provide all the major functions required for modern FM IF designs of automotive, high-fidelity and communications receivers.

### Features

- Three stage IF amplifier/limiter provides 12  $\mu$ V (typ)  $-3$  dB limiting sensitivity
- Balanced product detector and audio amplifier provide 400 mV (typ) of recovered audio with distortion as low as 0.1% with proper external coil designs.

- Four internal carrier level detectors provide delayed AGC signal to tuner, F level meter drive current and interchannel mute control
- AFC amplifier provides AFC current for tuner and/or center tuning meters
- Improved operating and temperature performance, especially when using high Q quadrature coils in narrow band FM communications receivers
- No mute circuit latchup problems
- A direct replacement for CA3089E

### Connection Diagram



TL40749-2

Top View

Order Number LM3089N  
See NS Package Number N16E



## FM Communications Receivers

The MC13135/MC13136 are the second generation of single chip, dual conversion FM communications receivers developed by Motorola. Major improvements in signal handling, RSSI and first oscillator operation have been made. In addition, recovered audio distortion and audio drive have improved. Using Motorola's MOSAIC™ 1.5 process, these receivers offer low noise, high gain and stability over a wide operating voltage range.

Both the MC13135 and MC13136 include a Colpitts oscillator, VCO tuning diode, low noise first and second mixer and LO, high gain limiting IF, and RSSI. The MC13135 is designed for use with an LC quadrature detector and has an uncommitted op amp that can be used either for an RSSI buffer or as a data comparator. The MC13136 can be used with either a ceramic discriminator or an LC quad coil and the op amp is internally connected for a voltage buffered RSSI output.

These devices can be used as stand-alone VHF receivers or as the lower IF of a triple conversion system. Applications include cordless telephones, short range data links, walkie-talkies, low cost land mobile, amateur radio receivers, baby monitors and scanners.

- Complete Dual Conversion FM Receiver – Antenna to Audio Output
- Input Frequency Range – 200 MHz
- Voltage Buffered RSSI with 70 dB of Usable Range
- Low Voltage Operation – 2.0 to 6.0 Vdc (2 Cell NiCad Supply)
- Low Current Drain – 3.5 mA Typ
- Low Impedance Audio Output < 25 Ω
- VHF Colpitts First LO for Crystal or VCO Operation
- Isolated Tuning Diode
- Buffered First LO Output to Drive CMOS PLL Synthesizer

Order this document by MC13135/D

### MC13135 MC13136

#### DUAL CONVERSION NARROWBAND FM RECEIVERS



P SUFFIX  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 724



DW SUFFIX  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 751E  
(SO-24L)

#### ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
MC13135P	T <sub>A</sub> = -40° to +85°C	Plastic DIP
MC13135DW		SO-24L
MC13136P		Plastic DIP
MC13136DW		SO-24L

