



I. P. S. I. A. "Luigi SETTEMBRINI"

*Istituto Professionale di Stato per l'Industria e l'Artigianato
Via Grazia Deledda, 11 - 20127 MILANO*

LABORATORIO DI ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

Esercitazioni

Studio di un segnale periodico con
l'Analizzatore di Spettro (Multisim 2001)

G. Fasano - G. Capone

Studio di un segnale periodico con Fourier e valutazione delle armoniche più significative utilizzando l'Analizzatore di Spettro (Multisim 2001)

Con riferimento alla Figura 1 si vuole studiare il comportamento del segnale V1 nell'ambito del tempo (utilizzando l'oscilloscopio) e nell'ambito della frequenza (utilizzando l'analizzatore di spettro).

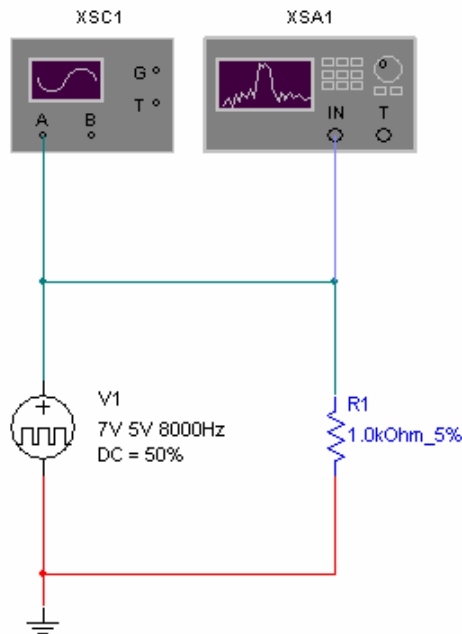
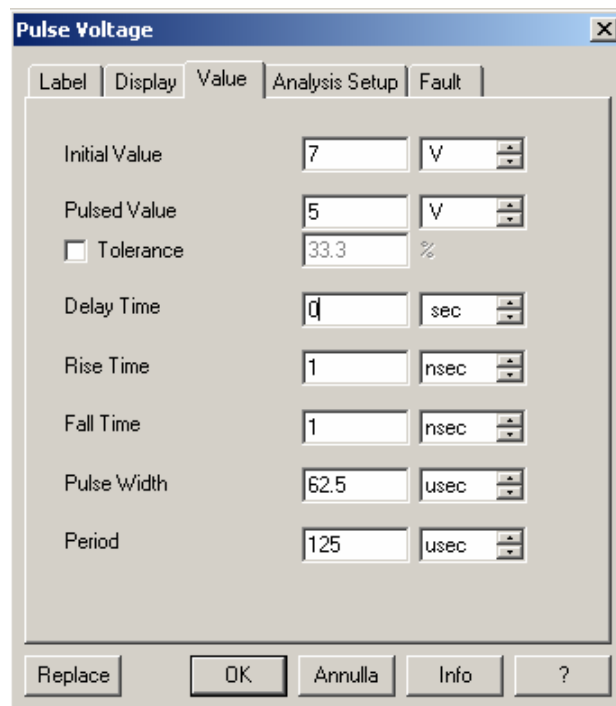


Figura 1

V1 è un segnale ad onda quadra con valore medio 6V, valore picco-picco 2V, frequenza 8KHz e Duty-Cycle 50%.

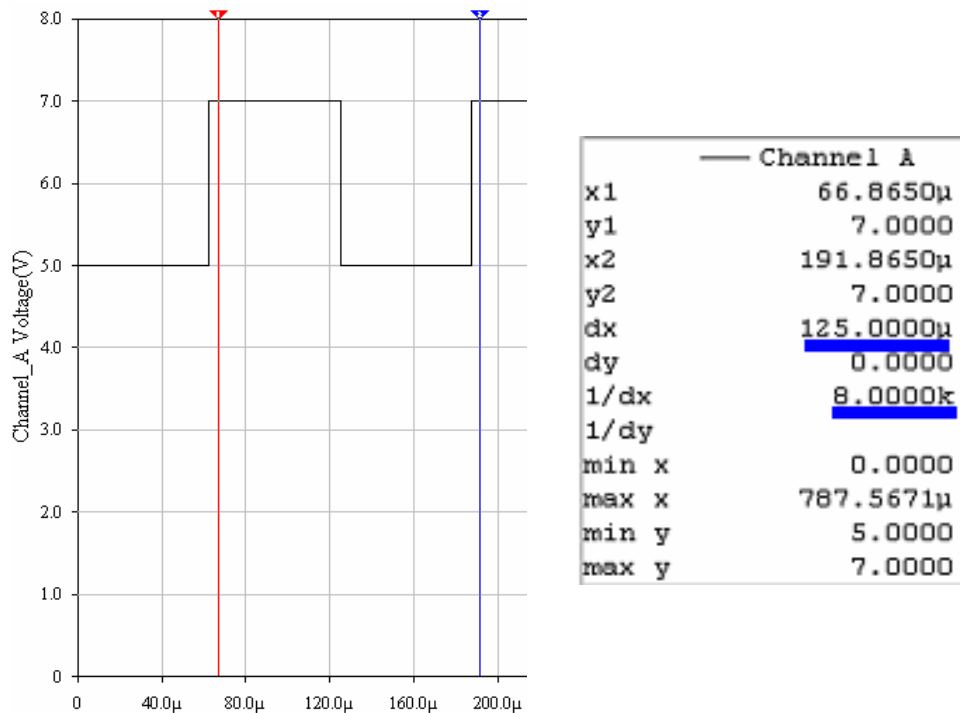


Generatore di tensione (In libreria selezionare Pulse Voltage Source):

La tensione di Offset o valore medio è uguale a $6[V] = \left(\frac{7 \times 62,5 \times 10^{-6} + 5 \times 62,5 \times 10^{-6}}{125 \times 10^{-6}} \right)$

Il Duty-Cycle è uguale al $50\% = \frac{62,5 \times 10^{-6}}{125 \times 10^{-6}} \times 100$

All'oscilloscopio, scegliendo opportunamente i comandi [Timebase: Scale $50\mu\text{s}/\text{Div}$ e X position (0.0); Channel A in DC e Y position (0.0)], si visualizza il segnale V1 sotto riportato:



Si applica il Teorema di Fourier:

$$V1(t) = 6 + \frac{4V_p}{\pi} \text{sen}\omega t + \frac{4V_p}{3\pi} \text{sen}3\omega t + \frac{4V_p}{5\pi} \text{sen}5\omega t + \frac{4V_p}{7\pi} \text{sen}7\omega t + \dots \quad [1]$$

con $V_p=1V$ e si impone, per semplicità, di arrestare lo sviluppo in serie alla settima armonica. Le armoniche pari, per la simmetria presentata dal segnale d'ingresso, sono nulle. Si forniscono i valori numerici della 1^a, 3^a, 5^a e 7^a armonica calcolati applicando la [1] con $\omega = 2\pi f = 6,28 \times 8 \times 10^3 = 50,24 \times 10^3 \text{ rad/sec}$:

$$C_1 \cong 1,27V; \quad C_3 \cong 0,42V; \quad C_5 \cong 0,25V; \quad C_7 \cong 0,18V$$

I valori relativi a ciascuna armonica possono essere espressi in dB, in particolare l'analizzatore di spettro considera e rappresenta, nell'ambito della frequenze, i seguenti valori:

$$\begin{aligned} 1^a \text{ armonica} &\Rightarrow 20\log C1 \cong 2,0991dB; \\ 3^a \text{ armonica} &\Rightarrow 20\log C3 \cong -7,4364dB \\ 5^a \text{ armonica} &\Rightarrow 20\log C5 \cong -11,8594dB; \\ 7^a \text{ armonica} &\Rightarrow 20\log C7 \cong -14,7610dB. \\ 7^a \text{ armonica} &\Rightarrow 20\log C7 \cong -14,7610dB \end{aligned}$$

La Figura 2 rappresenta lo spettro delle ampiezze riferito al segnale originario V1 sino alla 7^a armonica compresa; in tale grafico, inoltre, sono indicati i tre valori (Start, Center ed End) definiti con l'Analizzatore di Spettro per ottenere l'intervallo delle frequenze (detto Span) ove si vuole operare.

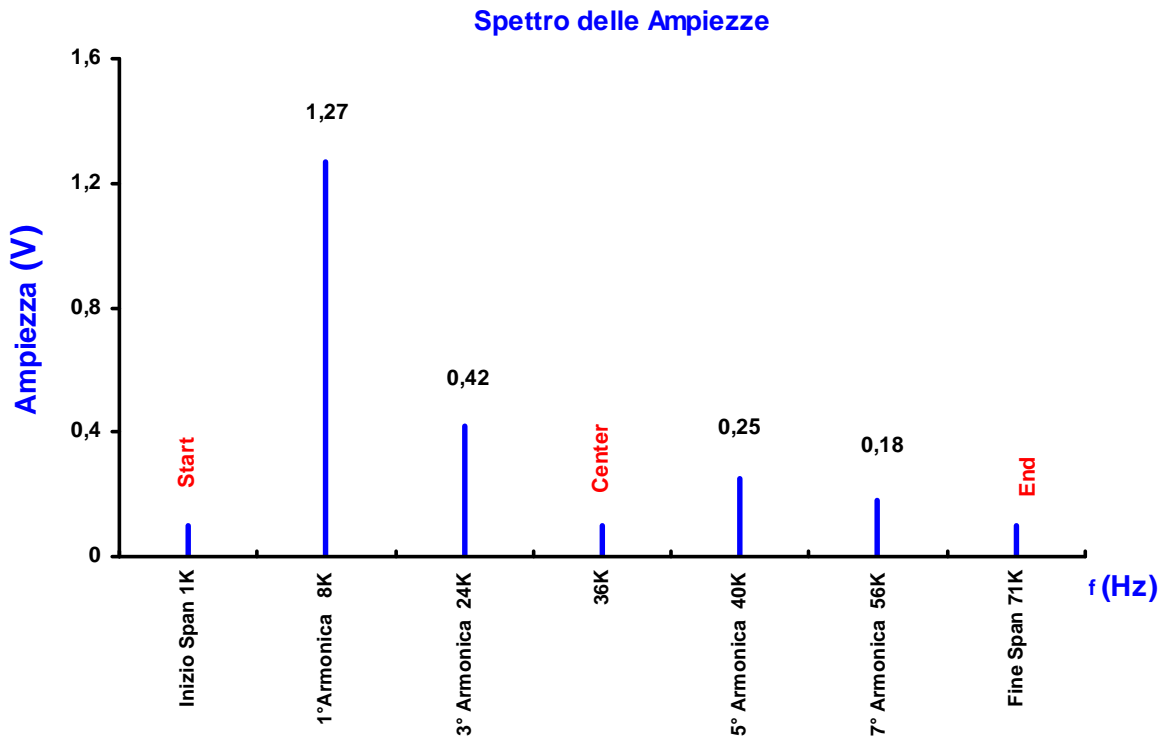


Figura 2

In Figura 3 viene mostrato come procedere per impostare, selezionando il Set Span dello Spectrum Analyzer, i valori dello Span (in questo caso specifico 70KHz) e dello Start (in questo

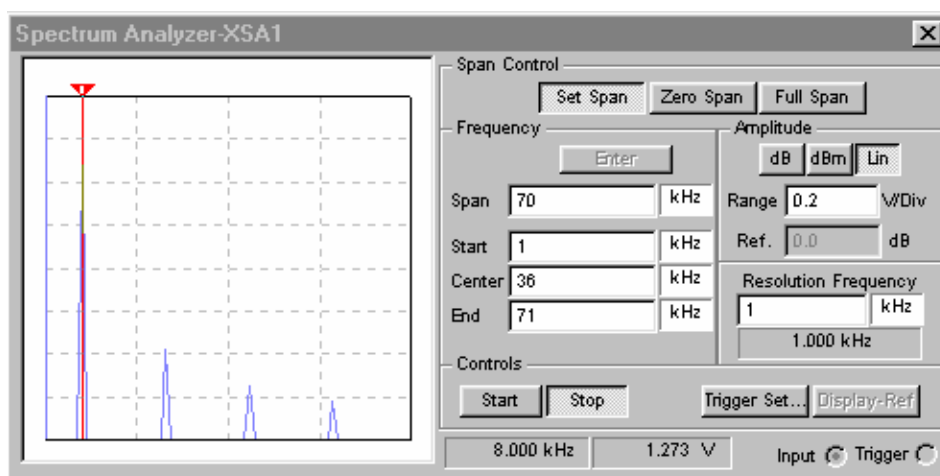


Figura 3

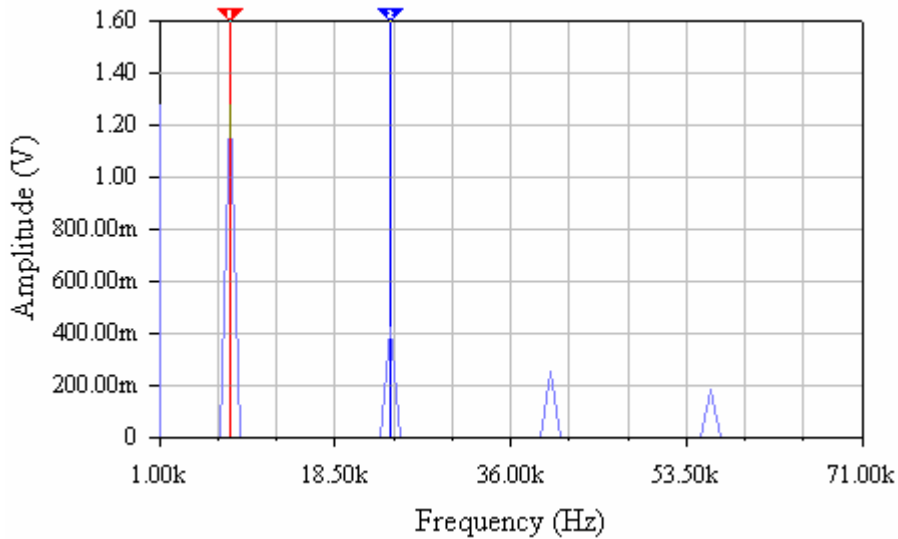
caso specifico 1KHz); selezionando il comando Enter automaticamente lo strumento definirà i valori del Center (36KHz) e dell'End (71KHz).

Per visualizzare in maniera ottimale l'immagine si dovranno definire i valori di:

- o Range (0.2V/Div)
- o Resolution Frequency (1KHz), con Amplitude in **Lin** (Lineare).

Eseguite le operazioni precedenti si avvia la simulazione; quando l'immagine dello spettro risulterà stabile, si potranno effettuare i rilievi.

1^a armonica - 3^a armonica



x1	8.0000k
y1	1.2734
x2	24.0000k
y2	424.7969m
dx	16.0000k
dy	-848.5705m
1/dx	62.5000μ
1/dy	-1.1785
min x	0.0000
max x	510.0000k
min y	1.0232p
max y	12.0000

In Figura 4 viene mostrato come procedere per impostare, selezionando il Set Span dello Spectrum Analyzer, i valori dello Span (in questo caso specifico 70KHz) e dello Start (in questo caso specifico 1KHz); selezionando il comando Enter automaticamente lo strumento definirà i valori del Center (36KHz) e dell'End (71KHz).

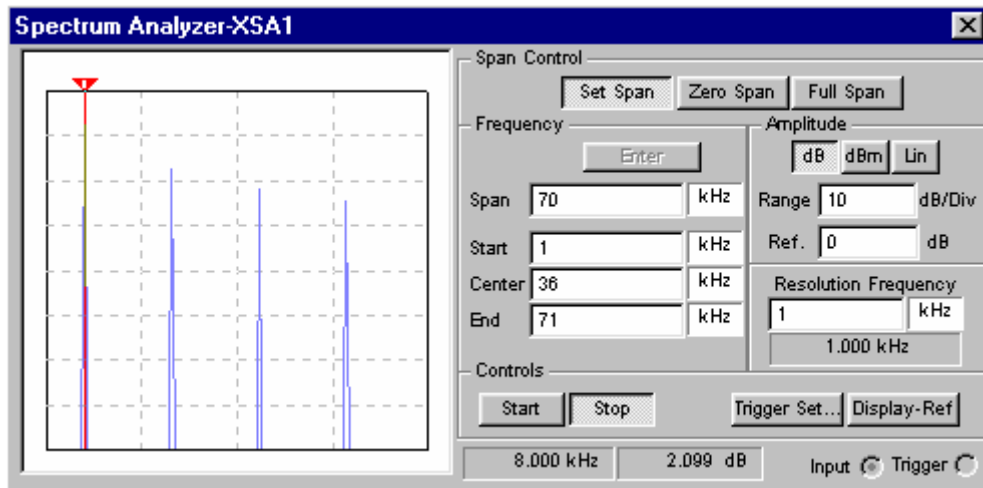


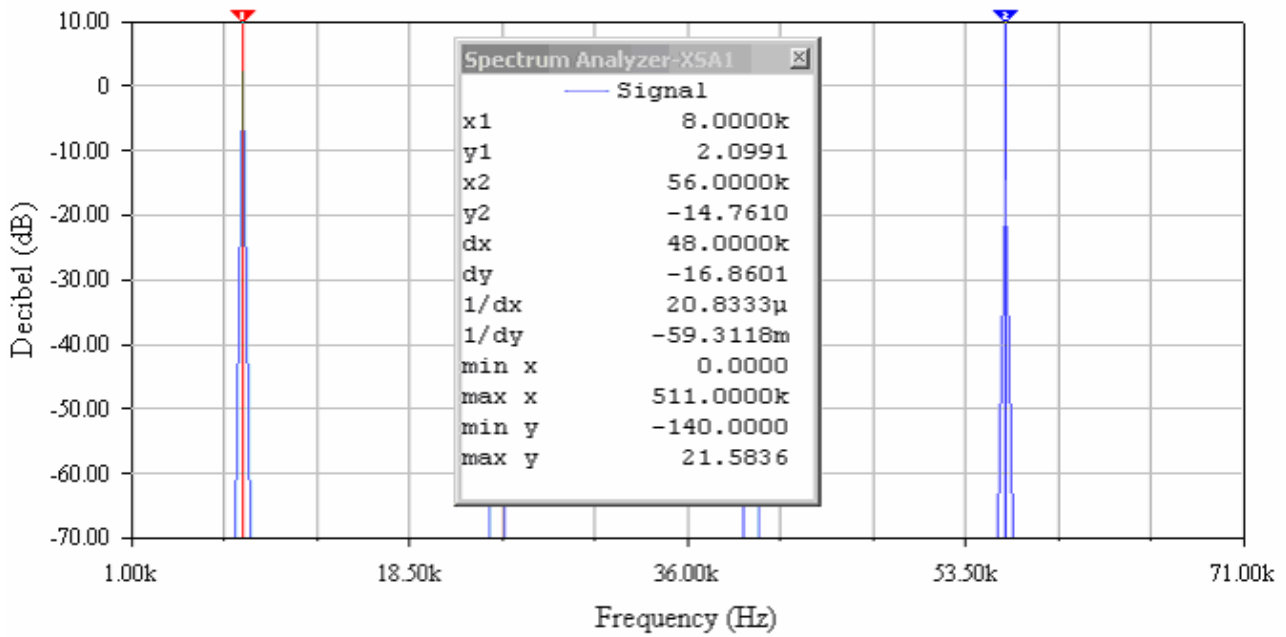
Figura 4

Per visualizzare in maniera ottimale l'immagine si dovranno definire i valori di:

- o Range (10 dB/Div)
- o Resolution Frequency (1KHz), con Amplitude in **dB** (Decibel).

Eseguite le operazioni precedenti si avvia la simulazione; quando l'immagine dello spettro risulterà stabile, si potranno effettuare i rilievi.

1^a armonica - 7^a armonica



3^a armonica - 5^a armonica

