

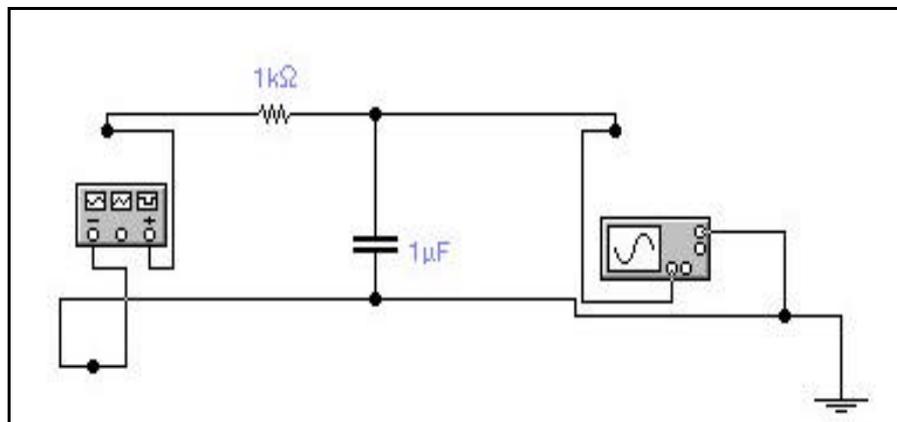
Istituto Tecnico Industriale Statale “E. Majorana”

Cassino

Corso Abilitante A034 – Elettronica

A.S.: 2000/2001

U.D. : I FILTRI



Coristi:

Cuomo Antonio

Ferrante Marcello

Frallicciardi Giuseppina

Iasimone Maria Concetta

Monforte Nicola

Tanzilli Pompeo Ezio

Tanzilli Anna Maria

Introduzione

I filtri sono dispositivi con un ingresso ed una uscita nei quali il rapporto tra la tensione d'uscita e la tensione d'ingresso è unitaria solo per particolari valori della frequenza del segnale d'ingresso. In altre parole, se ad un filtro si applicano dei segnali sinusoidali di frequenza variabile, all'uscita del filtro si ritrovano certe frequenze praticamente inalterate, mentre i segnali a certe altre frequenze vengono fortemente attenuati.

E' così possibile effettuare una selezione fra segnali sinusoidali di differenti frequenze. Le applicazioni pratiche di questi dispositivi sono innumerevoli, la comprensione del principio di funzionamento e degli aspetti caratteristici rappresenta, dunque, un argomento di rilevante importanza.

Destinatari

Per fissare le idee si può ipotizzare di rivolgersi ad una classe tecnico industriale "indirizzo elettronica e telecomunicazioni". Con riferimento ai vigenti programmi ministeriali le lezioni sui filtri possono collocarsi al quarto anno di studi.

Struttura del percorso didattico

L'argomento per la sua rilevanza si può sviluppare in una unità didattica (o più al seconda del grado di approfondimento) inserita in un modulo che potremmo chiamare "trattamento dei segnali".

Si ribadisce che la trattazione di questi argomenti sul "trattamento dei segnali", la loro generazione e il loro trattamento sono propedeutici per il corso di telecomunicazione.

In questo senso il modulo "trattamento dei segnali" può avere un carattere interdisciplinare, con coinvolgimento del docente di telecomunicazione.

Prerequisiti

Con riferimento ad una U.D. sui filtri, da collocarsi in un modulo sul trattamento dei segnali, si possono individuare i seguenti prerequisiti:

- fondamenti sui segnali elettrici;
- conoscenza della reattanza induttiva e capacitiva;
- elementi di analisi circuitale;
- concetto di quadripolo e funzione di trasferimento;

Obiettivi generali (finalità)

Gli argomenti trattati concorrono a perseguire i seguenti obiettivi generali:

- capacità di analisi e rappresentazione di circuiti utilizzando modelli adeguati;
- capacità di seguire la varietà e l'evoluzione della realtà tecnologica;
- attitudine al lavoro di gruppo;
- partecipazione consapevole alla realizzazione di piccoli sistemi elettronici anche finalizzati alla telecomunicazione;
- esigenza di una costante verifica sperimentale delle proprie ipotesi di lavoro.

Obiettivi cognitivi (sapere e saper fare)

Alla fine della U.D. l'allievo deve:

- conoscere il ruolo dei filtri nell'ambito delle problematiche sul trattamento dei segnali;
- conoscere lo schema a blocchi dei principali filtri;
- saper classificare i filtri;
- saper utilizzare la rappresentazione logaritmica nelle realizzazioni grafiche inerenti i filtri e saper definire il decibel;
- saper distinguere i vari tipi di filtro;
- spiegare il funzionamento di un filtro passa basso e passa alto;
- spiegare il significato della frequenza di taglio;
- conoscere il concetto di passa banda.

Obiettivi specifici per il laboratorio

- Saper montare il circuito;
- collegare in modo opportuno il circuito all'oscilloscopio e al generatore di frequenza d'onda sinusoidale;
- saper ricavare la curva sperimentale dell'attenuazione e della fase.

Struttura della U.D.

I contenuti possono essere organizzati secondo il seguente prospetto:

Lez. 1

- verifica dei prerequisiti
- richiami matematici
- logaritmi
- definizione di decibel

tempo ore 2.

Lez. 2

- filtro passa basso RC
- esercizi
- laboratorio

tempo ore 2.

Lez. 3

- filtro CR passa alto
- esercizi
- laboratorio

tempo ore 2

Lez. 4

- filtro LR
- esercizi
- laboratorio.

tempo ore 2

Lez. 5

- filtro passa banda;
- esercizi
- laboratorio

tempo ore 2

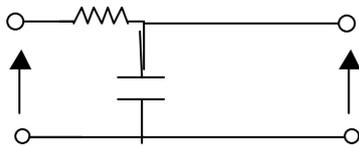
Contenuti Lez. 2

La dipendenza della reattanza induttiva e della reattanza capacitiva dalla frequenza nei circuiti a corrente alternata è sfruttata per realizzare circuiti che permettono il passaggio solo dei segnali elettrici, aventi determinate frequenze; si opera in tal modo un'azione di selezione o, meglio di filtraggio.

Sono proprio questi circuiti che sono chiamati *filtri* e che nella loro forma più semplice sono costituiti dai bipoli elementari passivi (R,L,C).

Il circuito RC – serie, può fungere da filtro passa basso.

Supponiamo che il circuito RC – serie, sia alimentato da un generatore di f.e.m. alternata di valore efficace costante E e di frequenza variabile f .



Sia U_i la tensione d'ingresso, sia U_o la tensione d'uscita, ovvero la c.d.t. ai capi del condensatore.

Essendo la funzione di trasferimento data da $A=U_o/U_i$ e ricordando che in notazione vettoriale complessa

$U_o = -j X_c I$ e che $U_i = (R - j X_c) I$ segue:

$$A = \frac{U_o}{U_i} = \frac{-j X_c I}{(R - j X_c) I} = \frac{1}{\frac{R}{-j X_c} + 1} = \frac{1}{1 + j \frac{R}{X_c}} = \frac{1}{1 + j \omega RC}$$

il modulo di A vale $|A|=A=\frac{1}{\sqrt{1+(\omega RC)^2}}$, mentre la fase può essere calcolata nel

seguinte modo: $\mathbf{j}_A = \mathbf{j}_{num} - \mathbf{j}_{den} = \arctg \frac{0}{1} - \arctg \frac{\omega RC}{1} = -\arctg \omega RC$

A questo punto conviene osservare che essendo la reattanza capacitiva data da:

$X_c = \frac{1}{\omega C}$, quando $\omega = \frac{1}{RC}$ la reattanza capacitiva assume un valore uguale a quello

della resistenza R. Questa pulsazione ω viene detta pulsazione di taglio ω_t e la corrispondente frequenza è detta frequenza di taglio f_t .

Si ricava facilmente che ponendo $\omega = \omega_t$ nella espressione della f.d.t. questa assume il valore $A = 1/\sqrt{2} = 0.707$

Pertanto si ha:

- se $\omega \ll \frac{1}{RC} \Rightarrow X_c \gg R$, la reattanza capacitiva è in modulo molto maggiore della resistenza R; quindi essendo praticamente nulla la caduta di tensione su R, la $U_o = U_i$.
- se $\omega \gg \frac{1}{RC} \Rightarrow X_c \ll R$, la reattanza capacitiva è in modulo, molto minore della resistenza R; si avrà una tensione d'uscita sempre più piccola.

Si conclude osservando che un siffatto circuito è:

- in grado di attenuare, in modo sempre più forte al crescere della frequenza, i segnali d'ingresso che operano al di sopra della frequenza di taglio;
- attenua in modo trascurabile, i segnali d'ingresso che operano a frequenze molto più basse di quelle di taglio.

La lezione può continuare con esercitazione alla lavagna, o la presentazione di attività da svolgere in laboratorio.

Fasi didattiche

- *lezione frontale*
- *lezione dialogata*
- *esercitazione in classe*
- *esercitazione in laboratorio*

Mezzi

- *lavagna*
- *laboratorio di elettronica*
- *aula multimediale*
- *workbench*

Verifica d'apprendimento

- *esercitazione in classe come verifica formativa*
- *simulazione e relazione in laboratorio*

Verifica e valutazione

Esempio di una prova di verifica formativa da somministrare alla fine dell'unità didattica o di una lezione.

Nel caso d'apprendimenti di contenuti come quelli esposti nella presente unità didattica, che richiedano sostanzialmente dei processi di assimilazione e comprensione, si ritiene opportuno il ricorso a prove di profitto di tipo chiuso (stimolo chiuso- risposta chiusa): test oggettivi che definiscono in termini precisi lo stimolo da somministrare ed anche la risposta che l'allievo deve produrre; in tal modo si potrà verificare un giudizio costante e un notevole accordo intersoggettivo. Le prove chiuse (test vero/falso, test a scelta multipla, etc.) misurano la prestazione cognitiva degli allievi in modo da rendere minimi i margini di soggettività dei docenti nel giudicare gli esiti della prestazione, e costituiscono un puntuale ed efficace feedback per gli alunni ed l'insegnante stesso.

Si ribadisce che la verifica dell'apprendimento non deve essere un fatto eccezionale dell'attività didattica. Gli alunni, infatti, devono percepire le prove di verifica come momenti ordinari dell'attività scolastica che consentano di rilevare, nel loro interesse, la preparazione raggiunta e di acquisire consapevolezza in relazione al progredire dell'apprendimento.

Lo studente ha diritto ad una valutazione trasparente e tempestiva, volta ad attivare un processo di autovalutazione che b conduca ad individuare i propri punti di forza e di debolezza e a migliorare il proprio rendimento.

- *Criteria di formulazione della prova*

A conclusione della presente unità didattica si propone una prova di verifica formativa di tipo strutturato e precisamente quesiti a scelta multipla. Il quesito a scelta multipla consta di una domanda iniziale che indicheremo col termine *stimolo*, seguita da risposte, dette *items*, una sola delle quali è corretta, le altre sono dette *distrattori* e sono verosimili a quella corretta.

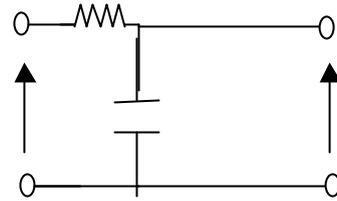
Si è avuto cura di avere una sola risposta corretta; le risposte possibili per ciascuna domanda sono quattro, i distrattori sono tutti verosimili, la domanda viene formulata in modo semplice e lineare, si evita in particolare la doppia negazione e la formulazione in

modo non negativo; per quanto possibili si è cercato di fare in modo che il quesito sia formulato in modo completo nella frase introduttiva. Ovviamente si includono nella frase introduttiva tutte le parole che altrimenti dovrebbero ripetersi ogni volta, mentre in relazione a ciò le risposte possibili sono formulate in modo da avere coerenza grammaticale con la frase introduttiva.

• *Verifica formativa con quesiti a scelta multipla*

1. Che filtro rappresenta lo schema in figura?

- a. passa banda
- b. passa alto
- c. passa basso
- d. elimina banda



2. In figura è rappresentato un filtro

- a. attivo
- b. passivo
- c. sia attivo che passivo
- d. elimina banda

3. L'attenuazione del filtro in figura è:

- a. >1
- b. <1
- c. ≤ 1
- d. $=1$

4. Il filtro in figura è costituito da

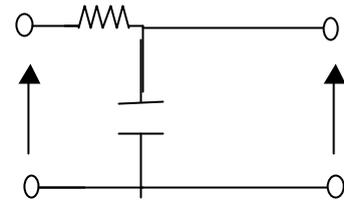
- a. due componenti passivi dissipativi
- b. b. due componenti attivi uno dissipativo e l'altro conservativo
- c. due passivi conservativi
- d. due componenti attivi
- e.

5. All'aumentare della frequenza, la tensione d'uscita

- a. diminuisce
- b. aumenta
- c. rimane invariata
- d. oscilla

6. Se la frequenza aumenta, la tensione d'uscita rispetto quella d'ingresso
- anticipa
 - ritarda
 - è in fase
 - è in opposizione di fase

7. Alla frequenza di taglio del filtro di figura l'attenuazione vale



- $A\sqrt{2}$
- $A/2$
- $\sqrt{2} A$
- $\sqrt{A/2}$

8. Se frequenza del segnale d'ingresso è 2000 Hz, l'attenuazione
- varia
 - aumenta
 - è costante
 - diminuisce

9. L'attenuazione espressa in dB vale

- $20 \text{ Log } A$
- $20 \text{ Log } A^2$
- $10 \text{ Log } A$
- $\text{Log } A$

10. Sapendo che $V_o=12\text{V}$ in cc, V_i è

- 12 V eff.
- 12 V
- 0 V
- ∞