

# QUESTIONI RIGUARDANTI LA TECNICA, IL FUNZIONAMENTO E LA REGOLAMENTAZIONE

## A. - QUESTIONI DI NATURA TECNICA

### 1. - ELETTRICITA', ELETTROMAGNETISMO E RADIOTECNICA - TEORIA

#### 1.1 - Conduttività

##### - Materiali conduttori, semiconduttori ed isolanti

- conduttore: materiale che contiene elettroni liberi e con alta conduttività
- isolante: materiale che **non** contiene elettroni liberi, bassa conduttività
- semiconduttore: componente che in normali condizioni è un isolante ma in determinate
- conduttanza: l'attitudine a farsi attraversare dalla corrente

##### - Corrente, tensione e resistenza

- da fare

##### - Le unità di misura: ampere, volt e ohm

- ampere: unità di misura della intensità di corrente (1 coulomb/sec). La quantità di corrente che passa un conduttore nell'unità di tempo.
- volt: unità di misura della tensione (d.d.p, f.e.m.), differenza di potenziale elettrico (carica elettrostatica) tra due punti
- ohm: unità di misura della resistenza, la tendenza di un corpo ad opporsi al passaggio di una corrente elettrica.

##### - La legge di Ohm

- $V = I \cdot R$
- la tensione (V) presente ai capi di una resistenza (R) percorsa da una corrente (I) è uguale al prodotto fra I e R

##### - Le leggi di Kirchhoff

- 1. la somma delle correnti che entrano in un nodo deve essere uguale alla somma di correnti che ne escono
- 2. La somma delle cadute di tensione in un circuito deve eguagliare la somma delle sorgenti in tensione.

##### - La potenza elettrica

- la potenza erogata o dissipata da un dispositivo ai capi del quale è localizzata una tensione V e attraverso la quale scorre una corrente I è il prodotto tra V e I
- L'unità di misura: il watt
- pari alla potenza di cui dispone una corrente di 1 ampere che si muove sotto la tensione di 1 volt

##### - L'energia elettrica

- L'energia elettrica è l'energia causata dallo spostamento di cariche elettriche, chiamate elettroni. Più velocemente le cariche si muovono, più energia elettrica trasportano.

##### - La capacità di una batteria

- converte energia chimica in energia elettrica
- la portata (capacità di erogazione) viene misurata in ampere/ora (Ah)
- in serie si somma la tensione
- in parallelo la tensione rimane uguale ma si ha doppia erogazione

## 1.2 - I generatori elettrici

### - Generatore di tensione, forza elettromotrice (f.e.m.), corrente di corto circuito, resistenza interna e tensione di uscita

- generatore di tensione: dispositivo in grado di mantenere un eccesso di elettroni ad uno dei suoi terminali (positivo) e un difetto di elettroni nell'altro terminale (negativo)
- f.e.m.: la forza esercitata su un conduttore per far muovere le cariche, espressione della d.d.p.

### - Connessione di generatori di tensione in serie ed in parallelo

- tensioni in serie si sommano o si sottraggono se il segno è concordante o discordante

## 1.3 - Campo elettrico

### - Intensità di campo elettrico

- campo elettrico: porzione di spazio in cui una carica elettrica risulta sottoposta ad una forza a sua volta prodotta dalla distribuzione di altre cariche elettriche
- intensità di campo elettrico: d.d.p. presente tra due punti del campo elettrico distante 1 metro tra di loro

### - L'unità di misura: volt/metro

### - Schermatura contro i campi elettrici

- Gabbia di faraday

## 1.4 - Campo magnetico

### - Campo magnetico attorno ad un conduttore

- campo magnetico: la presenza di forze magnetiche in un certo spazio
- ogni conduttore percorso da corrente si circonda di campo magnetico che nasce con la corrente e con essa si estingue
- le linee che determinano le direzioni lungo cui tale campo si manifesta ("linee di forza") sono (per un conduttore rettilineo) cerchi concentrici che lo circondano perpendicolarmente
- l'intensità di campo magnetico è misurata in Henry

### - Schermatura contro i campi magnetici

- ???

## 1.5 - Campo elettromagnetico

### - Le onde radio come onde elettromagnetiche

- le onde elettromagnetiche sono un fenomeno ondulatorio di propagazione di energia costituito da due campi, uno elettrico e uno magnetico, ruotati e sfasati di  $90^\circ$  l'uno rispetto all'altro: sul piano verticale l'intensità e direzione del campo elettrico, sul piano orizzontale l'intensità e direzione del campo magnetico.
- onda: perturbazione che si propaga nello spazio sia esso vuoto oppure occupato

### - Velocità di propagazione e relazione con la frequenza e la lunghezza d'onda

- lunghezza d'onda: la distanza percorsa da un'onda elettromagnetica in un ciclo completo
- il campo elettromagnetico si propaga alla velocità della luce ( $300.000.000\text{m/s}$ )
- lunghezza d'onda =  $300.000.000(\text{m/s})/f(\text{Hz}) = 300/f(\text{MHz})$
- frequenza(mhz) =  $300/l(\text{m})$

### - Polarizzazione

- polarizzazione: il piano in cui si propaga l'onda elettrica, parallela al conduttore (piano di polarizzazione) opposta a quella magnetica

## 1.6 - Segnali sinusoidali

### - La rappresentazione grafica in funzione del tempo

- sinusoidale: forma d'onda per la quale la variazione del valore avviene regolarmente e simmetricamente per due semionde
- graficamente descrive due semi onde
- ciclo: lo sviluppo completo di una singola alternanza

### - Valore istantaneo, valore efficace e valore medio

- valore istantaneo: il valore di ampiezza in un singolo punto della sinusoide
- valore efficace:  $V_{eff}=0,707V_{max}$  il valore che dovrebbe avere la corrente continua che, percorrendo lo stesso circuito di quella alternata, determina la stessa quantità di calore
- valore medio: la media di tutti valori dell'onda

### - Periodo

- periodo: tempo che la forma d'onda impiega a percorrere un ciclo completo

### - Frequenza

- numero di periodi o di cicli completi descritti nell'unità di tempo

### - L'unità di misura: hertz

- unità di misura della frequenza

### - Differenza di fase

- differenza angolare tra due onde (sfasamento o  $\phi$ ) tra 0 e 360°
- in fase (0°) - in quadratura (90°) - in opposizione (180°)

## 1.7 - Segnali non sinusoidali

### - Segnali di bassa frequenza

- segnali di bassa frequenza: vibrazioni di varie origini (naturale, meccanica o elettrica) che si propagano nello spazio o in mezzi materiali sotto forma di energia meccanica

### - Segnali audio

- onde acustiche: frequenze comprese tra 16 e 16.000Hz
- frequenze acustiche (0-150Khz)

### - Segnali rettangolari

- variano bruscamente tra due livelli
- Il duty cycle del segnale rettangolare sta ad indicare quale percentuale del periodo il segnale rimane a livello basso.
- onda quadra contiene fino a 21 armoniche

### - La rappresentazione grafica in funzione del tempo

- ogni onda periodica (non sinusoidale) è composta da tante onde sinusoidali di ampiezza e frequenza diverse, combinate assieme.

### - Componente di tensione continua, componente della frequenza fondamentale e armoniche

- Un segnale periodico si dice **alternato** quando il suo valore medio in un periodo è nullo
- Un segnale periodico non **alternato** ha un valore medio non nullo e si può scomporre in una componente continua e una componente alternata avente la stessa forma d'onda del segnale originario
- fondamentale: l'onda sinusoidale che ha la stessa frequenza del segnale
- armoniche: le frequenze più alte, multiple della fondamentale

## 1.8 - Segnali modulati

### - Modulazione di ampiezza

- modulazione di ampiezza (AM): il segnale (modulante) in BF va a modulare (imprimere il ritmo) l'ampiezza di un'onda in RF (portante), in alternando frequenza e fase. L'ampiezza della portante varia al ritmo della modulante

### - Modulazione di ampiezza a banda laterale unica

- AM a banda laterale unica (SSB): come AM ma senza portante e senza una delle due bande laterali
  - USB: la parte di banda che si trova sopra alla frequenza della portante
  - LSB: la parte di banda che si trova sotto alla frequenza della portante

### - Modulazione di fase, modulazione di frequenza

- modulazione di frequenza (FM) e di fase (PM): l'ampiezza dell'onda RF (portante) resta costante mentre varia la frequenza e la fase al ritmo del segnale a BF (modulante). la banda passante è superiore all'AM ma è meno sensibile ai rumori
- modulazione di fase (PM): si ottiene variando la fase della portante rispetto al suo valore in assenza di modulazione, proporzionalmente al valore istantaneo dell'ampiezza del segnale modulante

### - Deviazione di frequenza e indice di modulazione

- deviazione di frequenza: l'entità di cui varia la frequenza della portante, proporzionale all'ampiezza istantanea del segnale modulante, equivalente all'ampiezza delle bande laterali
- indice di modulazione: rapporto tra deviazione portante (RF)/frequenza modulante (BF)

### - Portante, bande laterali e larghezza di banda

- portante: un'onda elettromagnetica o un segnale elettrico, generalmente sinusoidale, con caratteristiche di frequenza, ampiezza e fase note, che viene modificata da un segnale modulante, in genere contenente informazioni, per essere poi trasmessa via etere o via cavo.
- bande laterali: una banda di frequenze più alta o più bassa rispetto alla frequenza portante, contenente un'energia risultante dal processo di modulazione.
- larghezza di banda: è la misura dell'ampiezza di banda dello spettro. Si misura in Hertz ed è data dall'intervallo di frequenze occupato dal segnale (audio tra 300 e 3000hz)

### - Forme d'onda

- ????

## 1.9 - Potenza ed energia

### - Potenza dei segnali sinusoidali

- ????

### - Rapporti di potenza corrispondenti ai seguenti valori in dB: 0 dB, 3 dB, 6 dB, 10 dB e 20 dB (positivi e negativi)

- dB = la minima differenza tra due livelli di suono che un orecchio può percepire
- 0dB = x1, 3dB = x2, 6dB = x4, 10dB = x10, 20dB = x100, 30dB = x1000

### - Rapporti di potenza ingresso/uscita in dB di amplificatori collegati in serie e/o attenuatori

- guadagno complessivo di sistema: basta eseguire la somma algebrica dei singoli componenti

### - Adattamento (massimo trasferimento di potenza)

quando una linea è adattata (cioè quando il rapporto fra l'impedenza caratteristica della linea (o del circuito) e la resistenza del carico è 1:1) si ottiene il massimo trasferimento di potenza

- **relazione tra potenza d'ingresso e potenza di uscita e rendimento**

- rendimento: rapporto fra la potenza che viene utilizzata e sfruttata da un certo circuito e la potenza che ad esso viene addotta dall'esterno. (Es. Lampadina da 24w converte in 6w energia luminosa.
  - potenza erogata / potenza dissipata (in %)  $[6/24=25\%]$

- **Potenza di cresta della portante modulata**

- rappresenta la potenza misurata sulla cresta di un segnale modulato in ampiezza al 100%, risulta **4x la potenza della portante non modulata**

## 2 - COMPONENTI

### 2.1 - Resistore

- **Resistenza**

- la tendenza di un corpo ad opporsi al passaggio di una corrente elettrica
- fattori determinanti: tipo di materiale ( $\rho$ ), sezione trasversale ( $S$ ) (inversamente proporzionale), lunghezza ( $l$ ) (direttamente proporzionale)
- $R = \rho * (l/S)$
- in serie si sommano, in parallelo  $1/(1/R1 + 1/R2 + 1/R3...)$

- **L'unità di misura: l'ohm**

- 1 ohm la resistenza di un circuito in cui scorre una corrente di 1A quando la tensione applicata è 1V

- **Caratteristiche corrente/tensione**

- fissa la corrente e la tensione desiderate in un certo punto di esercizio
- lineare, segue la legge di Ohm

- **Potenza dissipata**

- l'energia elettrica fornita viene dissipata sotto forma di energia termica (calore) dal resistore (effetto Joule)

- **Coefficiente di temperatura positivo e negativo**

- coefficiente di temperatura: la percentuale di cui varia il valore di resistenza quando la temperatura varia di un grado
  - coefficiente positivo: il valore di resistenza **aumenta** aumentando la temperatura
  - coefficiente negativo: il valore di resistenza **diminuisce** aumentando la temperatura

### 2.2 - Condensatore

- **Capacità**

- Capacità: capacità di immagazzinare energia in un campo **elettrico**
- tende ad opporsi a bruschi cambiamenti di tensione

- **L'unità di misura: il farad**

- $C = Q/V$  rapporto tra quantità di cariche immagazzinate e la tensione occorsa a farlo

- **La relazione tra capacità, dimensioni e dielettrico (limitatamente agli aspetti qualitativi)**

- la capacità di un condensatore è relativa (maggiore) a quanto maggiore è la superficie e minore è la distanza delle armature del dielettrico
- condensatori in parallelo si sommano, in serie  $1/(1/C1 + 1/C2 + 1/C3...)$

- **La reattanza**

- la reattanza capacitiva si oppone al flusso della corrente alternata. Infinita in DC (0Hz), diminuisce con la frequenza. Misurata in Ohm
- $X_c (\text{Ohm}) = 1/(2\pi f * C)$

- **Sfasamento tra tensione e corrente**

- in AC la corrente è in anticipo sulla tensione di  $90^\circ$

- **Caratteristiche dei condensatori fissi e variabili: in aria, a mica, in plastica, ceramici ed elettrolitici**

- ad aria: usati come tipi di capacità variabile
- a mica: angoli di perdita bassi e stabilità
- in plastica: per frequenze medio basse, alte tensioni di isolamento
- ceramici: impiegati nelle RF
- elettrolitici: capacità elevata in dimensioni contenute, poco stabili, polarizzati

- **Coefficiente di temperatura**

- coefficiente di temperatura: parti per milione per grado, capacità può aumentare o diminuire con la temp.

- **Corrente di fuga**

- corrente (modestissima) che percorre un condensatore in funzione alla tensione applicata fra le armature

## 2.3 - Induttori

- **Bobine d'induzione**

- bobina di filo di rame avvolta attorno ad un bacchetta di ferrite

- **L'unità di misura: l'henry**

- induttanza, capacità di immagazzinare energia in un campo magnetico
- 1 H induttanza di un circuito quando 1 ampere genera un campo magnetico di 1 Weber
- 1 H induttanza di un circuito con una tensione di 1V e corrente che varia 1A **al secondo**
- si oppone alla variazione di corrente

- **L'effetto sull'induttanza del numero di spire, del diametro, della lunghezza e della composizione del nucleo (limitatamente agli aspetti qualitativi)**

- induttanza è data dalla corrente, dal numero di spire (direttamente prop.), dalla distanza delle spire (lunghezza) (inversamente prop.)
- $H = (N * I) / l$

- **La reattanza**

- reattanza induttiva ( $X_L$ ): l'opposizione di un induttore alla circolazione di corrente alternata
- aumenta con la frequenza

- **Sfasamento tra tensione e corrente**

- corrente è in ritardo di  $90^\circ$

- **Fattore di merito**

- è il rapporto tra la reattanza dell'elemento e la resistenza globale (Q)  $X/R$

- **Effetto pelle**

- la corrente alternata preferisce attraversare il conduttore distribuendosi sulla fascia periferica e superficie esterna, dove trova bassa reattanza

- **Perdite nei materiali del nucleo**

- la presenza di un nucleo all'interno di una bobina aumenta il flusso ma provoca delle perdite di potenza (il nucleo si scalda perché resiste alla corrente) e presenta inerzia al flusso magnetico in costante cambiamento

## 2.4 - Applicazione ed utilizzazione dei trasformatori

### - Trasformatore ideali

- dispositivo che serve a trasferire dal primario al secondario un certo ammontare di potenza ( $V \cdot I$ ) che nel trasferimento resta costante pur variando i singoli termini
- corrente primario è in opposizione di fase da quello secondario

### - La relazione tra il rapporto del numero di spire e il rapporto delle tensioni, delle correnti e delle impedenze (limitatamente agli aspetti qualitativi)

- tra la tensione primaria e quella secondaria vi è lo stesso rapporto che esiste fra il numero di spire dei due avvolgimenti
- variando il rapporto di tensione/corrente viene variata anche l'impedenza
- $Z_p = Z_s / N^2$
- $n = \sqrt{Z_p / Z_s}$

### - I trasformatori

- 2 induttori accoppiati, possono avere un nucleo magnetico in comune
- autotrasformatore: singola bobina con circuito secondario attaccato con una presa al circuito primario (singolo avvolgimento), si risparmia rame ma il secondo circuito non è isolato)

## 2.5 - Diodo

### - Utilizzazione ed applicazione dei diodi

- permette il passaggio di corrente in una sola direzione
- utilizzato come raddrizzatore
- tensione di soglia 0.6V

### - Diodi di raddrizzamento, diodi Zener, diodi LED, diodi a tensione variabile e a capacità variabile (VARICAP)

- raddrizzatore a ponte: circuito a quattro diodi che convertono un'onda sinusoidale in una serie di onde tutte positive
- diodo zener: usato come stabilizzatore di tensione in un alimentatore (in parallelo con una resistenza), polarizzato inversamente ad un certo valore di polarizzazione (tensione di Zener) causa un brusco passaggio di corrente (valanga)
- diodi led: diodo emettitore di luce in polarizzazione diretta
- diodi a tensione variabile VARACTOR: simile al varicap, è utilizzato per distorcere il segnale e creare delle armoniche
- diodi a capacità variabile VARICAP: permette di ottenere variazioni di qualche pF spostando la polarizzazione di pochi V

### - Tensione inversa, corrente, potenza e temperatura

- tensione inversa di picco: rappresenta la tensione inversa massima che può sopportare
- corrente massima: il più alto valore di corrente in conduzione
- potenza: massimo valore di potenza che può sopportare
- la caratteristica del diodo dipende dalla temperatura perché sia la tensione termica  $V_T$  sia la corrente inversa di saturazione  $I_S$  sono funzioni della temperatura. In particolare  $V_T$  è proporzionale alla temperatura, mentre  $I_S$  ha una dipendenza di tipo esponenziale e raddoppia per ogni incremento di circa 10 °C

## 2.6 - Transistor

### - Transistor PNP e NPN

- semiconduttore formato da doppia giunzione (NPN o PNP)
- 3 terminali collettore, base e emettitore
- con una modesta corrente entro la giunzione base-emettitore si ottiene una elevata corrente collettore-emettitore
- per condurre la base deve essere positiva rispetto all'emettitore e negativa rispetto al collettore, tensione +0,6V tra base e emettitore

### - Fattore di amplificazione

- detto beta, esprime l'amplificazione di corrente del transistor. Rapporto corrente collettore/base

### - Transistor a effetto di campo

- detto FET, piccola barra di semiconduttore, tipicamente silicio a drogaggio N
- 3 terminali, drain, gate, source
- impedenza altissima
- variando la tensione (negativa) varia la corrente alterando la zona di svuotamento
- analogo al tubo a vuoto

### - I principali parametri del transistor ad effetto di campo

- principali parametri: tensione max di gate, corrente max di drain, dissipazione max, resistenza di canale

### - Il transistor nel circuito:

- utilizzato come amplificatore (di tensione o di corrente) e come adattatore d'impedenza

### - a emettitore comune

- max amplificazione, alta impedenza d'ingresso, media impedenza di uscita, bassa freq.

### - a base comune

- bassa impedenza di ingresso, impedenza uscita alta, amplificazione alta, alta frequenza

### - a collettore comune

- impedenza di entrata altissima, impedenza uscita bassa, amplificazione  $< 1$  (ma notevole corrente), alta freq. di impiego

### - Le impedenze d'ingresso e di uscita nei suddetti circuiti

- vedi sopra

### - I metodi di polarizzazione

- polarizzazione diretta:  $+++P->N---$ : una giunzione si dice polarizzata direttamente quando viene applicato il solito segno di polarità diverso e ha bassa resistenza interna
- polarizzazione inversa:  $---P->N+++$ : una giunzione si dice polarizzata inversamente quando viene applicato il segno di polarità opposto e ha alta resistenza interna

## 2.7 - Varie

### - Dispositivo termoionico semplice (valvola)

- usato per amplificare piccoli segnali ma necessita di tensioni elevate per funzionare
- accetta carichi come una resistenza, un condensatore o un trasformatore
- triodo è catodo, anodo e griglia
- tensione su griglia controlla corrente tra catodo e anodo

### - Circuiti numerici semplici

- vantaggi: incorporano diverse funzioni in un singolo componente
- TTL
  - 5V Tensione di alimentazione
  - livello alto: 2.0-5.5V
  - livello basso: 0-0.8V
  - se l'ingresso è aperto il livello è alto
- porte logiche:
  - OR
  - AND



- NOT
- NAND (NOT AND)

### 3 - CIRCUITI

#### 3.1 - Combinazione dei componenti

##### - Circuiti in serie e in parallelo di resistori, bobine, condensatori, trasformatori e diodi

- resistenze e reattanze in serie: Impedenza ( $Z$ ) =  $\sqrt{R^2 + X^2}$
- resistenze e reattanze in parallelo:  $Z = R * X / \sqrt{R^2 + X^2}$
- reattanze in serie:  $X_T = X_L - X_C$
- reattanze in parallelo:  $X_T = -X_L * X_C / X_L - X_C$
- trasformatori: ???
- diodi: ???

##### - Corrente e tensione nei circuiti

- le reattanze (pure) introducono uno sfasamento pari a  $90^\circ$  (in più o in meno) fra tensione e corrente, mentre le resistenze (pure) non provocano alcuna rotazione di fase; ciascuno di questi componenti si oppone cioè alla corrente in un modo diverso.
- quando una reattanza ed una resistenza sono combinate fra di loro, l'angolo di fase con cui la corrente circola risulta di un qualche valore compreso fra  $0$  e  $90^\circ$  rispetto alla tensione applicata - Impedenza
- la corrente in un circuito complesso (comprendente cioè resistenza e reattanze) non può essere calcolata semplicemente sommando fra di loro i valori di resistenza e reattanza, anche se figurano tutti misurati in ohm perchè le reattanze introducono uno sfasamento.
- L'effetto combinato dei due termini reattivi e di quello resistivo, cioè l'opposizione complessiva che il circuito presenta al passaggio della corrente alternata, è indicato col nome di impedenza e rappresentato col simbolo  $Z$ ; si misura in Ohm.

#### 3.2 - Filtri

##### - Filtri serie e parallelo

- filtri: reti circuitali complesse, costituite da componenti quasi sempre reattivi, che presentano caratteristiche di selettività.
- serie: alla frequenza di risonanza si ha impedenza bassa e intensità di corrente massima.  $X_L = X_C$  si eliminano e rimane  $R$
- parallelo: antirisonanza o risonanza di tensione, alla frequenza di risonanza si ha impedenza alta, tensione massima ai suoi capi e corrente minima. - Impedenze
- nei circuiti risonanti in serie, alla frequenza di risonanza l'impedenza è bassissima (solo  $R$ )
- nei circuiti risonanti in parallelo, alla frequenza di risonanza l'impedenza è altissima, rimane  $R || L$  - Frequenze caratteristiche

##### - Frequenza di risonanza

- La frequenza di risonanza si ha quando  $X_L = X_C$ 
  - $f_0 = 159 / \sqrt{L * C}$

##### - Fattore di qualità di un circuito accordato

- in serie: è il rapporto tra la reattanza dell'elemento (di norma l'induttanza) e la resistenza globale di perdita
  - $Q = X / R$
- in parallelo: è il rapporto tra la potenza reattiva e quella resistiva
  - $Q = IL / IR$
- serie: più è grande  $R$  e meno è sensibile il picco di risonanza
- parallelo: più è piccolo  $R$  e meno è sensibile il picco di risonanza

##### - Larghezza di banda

- In un circuito LC, la differenza fra le due frequenze rispettivamente a destra e sinistra della freq. di risonanza, per le quali la tensione o la corrente (a seconda se è un circuito in parallelo o serie) subisce una diminuzione del 30% (dal 100% al 70%), è detta larghezza di banda (indicata con  $B$ )

#### - Filtro passa banda

- ???

#### - Filtri passa basso, passa alto, passa banda e arresta banda composti da elementi passivi

- passa basso: elimina frequenze superiori ad una certa frequenza di taglio
  - una o più induttanze in serie e uno o più condensatori in parallelo
- passa alto: elimina frequenze inferiori ad una certa frequenza di taglio
  - uno o più condensatori in serie e da una o più induttanze in parallelo
- passa banda: lascia passare frequenze tra  $f_1$  e  $f_2$  dove  $f_1 < f_2$ 
  - si ottiene combinando un filtro PA con uno PB avente la frequenza di taglio ( $f_t$ ) del PA **inferiore** alla frequenza di taglio ( $f_t$ ) del PB
- arresta banda (notch): elimina frequenze tra  $f_1$  e  $f_2$  dove  $f_1 < f_2$ 
  - si ottiene combinando un filtro PA con uno PB avente la frequenza di taglio ( $f_t$ ) del PA **superiore** alla frequenza di taglio ( $f_t$ ) del PB

#### - Risposta in frequenza

- ??

#### - Filtri a PiGreco e a T

- T: viene aggiunto un componente in orizzontale (es.  $C+C||L$ )
- PiGreco: viene aggiunto un componente in verticale (es.  $C+L||L$ )

#### - Cristallo a quarzo

- un cristallo di quarzo presenta le caratteristiche di un circuito in risonanza serie con un elevato rapporto  $L/C$  e un altissimo  $Q$  (di solito molte decine di migliaia e comunque maggiore di quello ottenibile coi migliori circuiti LC).
- disponibili in freq. da qualche centinaio di kHz a poco oltre i 20 MHz
- Le lastre di quarzo devono essere montate fra due elettrodi metallici ed esercitandovi una pressione meccanica si manifesta agli estremi di tali assi la comparsa di cariche elettriche di segno opposto

### 3.3 - Alimentazione

#### - Circuiti di raddrizzamento a semionda e ad onda intera, raddrizzatori a ponte

- semionda: semplice circuito con diodo che blocca l'onda negativa
- onda intera: due diodi in uscita con trasformatore a doppio avvolgimento
- raddrizzatore a ponte: 4 diodi montati a ponte

#### - Circuiti di filtraggio

- condensatore posto in parallelo al carico (ingresso capacitivo). funziona da serbatoio tappando i buchi tra una semionda e l'altra

#### - Circuiti di stabilizzazione nell'alimentazione a bassa tensione

- circuito con diodo zener e resistenza in serie alla corrente erogata, oppure diodo zener che stabilizza la base di un transistor in emitter-follower

### 3.4 - Amplificatori

#### - Amplificatori a bassa frequenza e ad alta frequenza

- bassa frequenza: amplificatore con emettitore, source o catodo comune: viene usato per amplificazioni elevate su valori di impedenza abbastanza alti, il suo è esteso sia agli amplificatori di tensione che di potenza.
- alta frequenza: amplificatore con base, griglia o gate comune. molto stabile, viene usato per frequenze molto alte per le quali l'effetto di capacità ingresso/uscita sarebbe intollerabile. Oltre che come amplificatore di tensione viene usato anche come amplificatore di potenza a RF.

#### - **Fattore di amplificazione**

- il fattore di amplificazione è dato dal rapporto tra la tensione del segnale in uscita con la tensione del segnale in ingresso

#### - **Caratteristica ampiezza/frequenza e larghezza di banda**

- caratteristica ampiezza/frequenza: rappresenta l'andamento dell'amplificazione (o curva di risposta) in funzione della frequenza
- larghezza di banda: l'intervallo di frequenza entro cui la caratteristica amp.freq. ne indica il regolare funzionamento, cioè l'amplificazione rimane costante (costanza del fattore di amplificazione)

#### - **Classi di amplificatori A, A/B, B e C**

- Classe di lavoro A: angolo di conduzione  $360^\circ$ , rendimento del 30%, bassissima distorsione
- Classe di lavoro B: angolo di conduzione  $180^\circ$ , rendimento del 50%, bassa distorsione. (raddoppiando la tensione del segnale d'ingresso la potenza in uscita si quadruplica)
- Classe di lavoro AB: angolo di conduzione tra  $180^\circ$  e  $360^\circ$
- Classe di lavoro C: angolo di conduzione  $<180^\circ$ , rendimento 70-75%, alta distorsione (alte frequenze)

#### - **Armoniche (distorsioni non desiderate)**

- un amplificatore non lineare può generare distorsioni indesiderate che si trasformano in armoniche, nel caso sia inevitabile è bene prevedere di filtrare il segnale ottenuto con circuiti risonanti.

### **3.5 - Rivelatori**

#### - **Rivelatori di modulazione di ampiezza**

##### - **Rivelatori a diodi**

- composto da un diodo e un circuito RC. Il diodo elimina la parte di segnale negativa, il circuito RC filtra il segnale RF e rimane il segnale a BF

##### - **Rivelatori a prodotto**

- in questo circuito la sua uscita corrisponde in qualche modo al prodotto dei due segnali entranti, il segnale SSB di una banda laterale più una portante sostitutiva di quella originaria che viene fornita dal BFO(Beat-Frequency-Oscillator). Il segnale rimanente viene convertito in audiofrequenza. questi rivelatori a prodotto possono essere costituiti da diodi(ovvero passivi) o da mosfet(ovvero attivi).

##### - **Rivelatori di modulatori di frequenza**

- discriminatore: circuito di demodulazione usato per la FM. deriva dalle relazioni di fase che esistono in un trasformatore che ha primario e secondario accordati. La deviazione di frequenza provoca uno spostamento nella fase dei due componenti che si traduce in un aumento di ampiezza nel secondario e una diminuzione nel primario, la differenza è il segnale audio.

##### - **Rivelatori a pendenza**

- si utilizza un ricevitore AM per rilevare un segnale FM sintonizzando il segnale FM in modo che la portante cada in una zona centrale del fianco della curva di selettività del ricevitore. Le variazioni di frequenza vengono convertite in variazioni di ampiezza.

##### - **Discriminatore Foster-Seeley**

- demodulatore per la FM

##### - **Rivelatori per la telegrafia e per la banda laterale unica**

- rivelatore CW: ???
- rivelatore SSB: rivelatore a prodotto

### 3.6 - Oscillatori

#### - Fattori che influiscono sulla frequenza e le condizioni di stabilità necessarie per l'oscillazione

- cambiamenti istantanei di frequenza dovuti a variazioni della tensione di alimentazione
- variazioni lente della frequenza causate dal riscaldamento di qualche componente;
- slittamenti di frequenza dovuti a variazioni nel carico applicato all'oscillatore;
- salti bruschi dovuti ad instabilità meccanica ed a insufficiente robustezza.

#### - Oscillatore LC

- un oscillatore è un amplificatore che si autopilota ,cioè è autoeccitato.
- diversi tipi circuitali tra cui: oscillatore Meissner, Hartley, Colpitts.
- composto da circuito risonante, un amplificatore e una rete di reazione (o retroazione) ### - Oscillatore a quarzo, oscillatore su frequenze armoniche
- oscillatore al quarzo: mantiene la frequenza di oscillazione costante e con un alto grado di precisione rispetto ad altri circuiti (alto Q)
- è possibile ottenere da un oscillatore al quarzo un modo di vibrazione che esalta le armoniche (normalmente la 3a) avviando in parte alla massima frequenza raggiungibile. da accoppiare con un circuito LC in uscita sintonizzato sull'armonica

### 3.7 - Circuiti ad aggancio di fase (PLL - Phase Lock Loop)

#### - Circuiti a PLL con circuito comparatore di fase

- circuito per mantenere in fase due oscillatori, paragona due frequenze (una a frequenza fissa es. quarzo e una controllata in tensione es. VFO) tramite un mixer usato come comparatore e modifica la tensione di controllo del VFO per mantenerli in fase.

## 4 - RICEVITORI

### 4.1 - Tipi di ricevitore

#### - Ricevitore a supereterodina semplice e doppia

- A una o più frequenze intermedie MF (o IF). Converte i segnali RF ricevuti in una frequenza di valore fisso e ben definito detta MF(IF) .
- consiste nel convertire tutti i segnali ricevuti, opportunamente sintonizzati ed eventualmente preamplificati (in genere con un solo stadio), ad un valore di frequenza fisso e ben definito IF
- supereterodina doppia ha 2 frequenze intermedie

### 4.2 - Schemi a blocchi

#### - Ricevitore CW (A1A)

- [Antenna] -> [ampl. RF] -> [(oscill. locale) -> mixer] -> [Filtro 500Hz] -> [ampl. IF] -> [(BFO)-> Rilev.] -> [Ampl. Audio]

#### - Ricevitore AM (A3E)

- [Antenna] -> [ampl. RF] -> [(oscill. locale) -> mixer] -> [Filtro 5+6kHz] -> [ampl. IF] -> [Ampl.. Audio]

#### - Ricevitore SSB per telefonia con portante soppressa (J3E)

- [Antenna] -> [ampl. RF] -> [(oscill. locale) -> mixer] -> [Filtro 2,5kHz] -> [ampl. IF] -> [(BFO)-> Rilev.] -> [Ampl.. Audio]

#### - Ricevitore FM (F3E)

- [Antenna] -> [amplificatore RF] -> [(oscill. locale) -> mixer] -> [Filtro 10+20kHz] -> [ampl. /limit] -> [discrim.] -> [Ampl. Audio]

### 4.3 - Descrizione degli stadi seguenti (limitatamente agli schemi a blocchi)

#### - Amplificatori in alta frequenza

- amplifica il segnale RF

#### - Oscillatore fisso e variabile

- genera l'onda portante sul quale viaggerà il segnale informativo vero e proprio

#### - Miselatore (Mixer)

- mixer: converte la frequenza di un segnale / mescola 2 segnali in 1

#### - Amplificatore a frequenza intermedia

- amplifica il segnale in uscita dal convertitore (mixer) o filtro

#### - Limitatore

- elimina gli effetti disturbanti della modulazione d'ampiezza eventualmente sovrapposta al segnale FM.

#### - Rivelatore

- combina il segnale di uscita dell'amplificatore IF con quello del BFO per produrre un segnale udibile

#### - Oscillatore di battimento (BFO)

- effetto del battimento: due suoni di frequenze leggermente diverse  $f_1$  e  $f_2$  ( $f_2 > f_1$ ) vengono percepiti dal nostro orecchio come un unico suono di frequenza  $f_2 - f_1$
- circuito oscillatore che reinserisce la portante nel segnale per demodulare segnali SSB o CW

#### - Calibratore a quarzo

- on oscillatore di alta stabilità e precisione (quarzo) che serve per controllare (e confrontare) la frequenza dei segnali entranti e quindi per eseguire le necessarie tarature.

#### - Amplificatore di bassa frequenza

- amplifica il segnale audio

#### - Controllo automatico di guadagno

- mantiene costante il livello d'uscita audio di un ricevitore anche se varia il livello dei segnali in ingresso a RF
- circuito per riuscire a riprodurre sia segnali deboli, sia segnali forti con lo stesso livello audio d'uscita

#### - Misuratore di livello di segnale in ingresso (S-meter)

- misura l'intensità di segnale RF all'ingresso del ricevitore.

#### - Silenziatore (squelch)

- circuito che inibisce il fruscio in assenza di segnale

### 4.4 - Caratteristiche dei ricevitori (in forma descrittiva)

#### - Protezione da canale adiacente

- la capacità, per un ricevitore, di funzionare regolarmente anche in presenza di uno, o più forti segnali posti su frequenze molto prossime a quella di lavoro.

#### - Selettività

- La capacità di un ricevitore di "selezionare" un segnale fra quelli presenti nella banda

- **Sensibilità**

- la capacità di captare segnali molto deboli

- **Stabilità**

- l'attitudine a rimanere sintonizzato su un segnale fisso

- **Frequenza immagine**

- è la frequenza **somma** della frequenza di oscillatore locale più frequenza intermedia quando l'oscillatore locale del supereterodina converte la frequenza **differenza** e viceversa.
- frequenza immagine: e' lontana  $2 * IF$  dalla freq. sintonizzata... in piu' o in meno, dipende dall'oscillatore locale

- **Intermodulazione; transmodulazione**

- intermodulazione: effetto conseguente dal sovraccarico è la cosiddetta distorsione da intermodulazione (IMD); esso consiste nella comparsa del forte segnale, indesiderato e disturbante, in più posizioni della sintonia del ricevitore, provocato dai prodotti anomali elaborati in particolare dallo stadio convertitore anche se il segnale disturbante è molto fuori sintonia.
- transmodulazione: modulazione incrociata (o transmodulazione), si manifesta con la modulazione di un segnale molto forte (anche se su frequenza lontana) che compare sopra il segnale più debole che si sta sintonizzando; il suono appartenente al segnale forte viene superimposto al messaggio debole.

## **5 - TRASMETTITORI**

### **5.1 - Tipi di trasmettitori**

- Trasmettitori con o senza commutazione di frequenza
- Moltiplicazione di frequenza

### **5.2 - Schemi a blocchi**

- Trasmettitori telegrafici in CW (A1A)
- Trasmettitori in banda laterale unica (SSB) a portante soppressa (J3E)
- Trasmettitori in modulazione di frequenza (F3E)

### **5.3 - Descrizione degli stadi seguenti (limitatamente agli schemi a blocchi)**

- Miselatore (Mixer)
- Oscillatore
- Eccitatore (buffer, driver)
- Moltiplicatore di frequenza
- Amplificatore di potenza
- Filtro di uscita (filtro a pigreco)
- Modulatore di frequenza
- Modulatore SSB
- Modulatore di fase
- Filtro a quarzo

### **5.4 - Caratteristiche dei trasmettitori (in forma descrittiva) - Stabilità di frequenza**

- Larghezza di banda in alta frequenza
- Bande laterali
- Banda di frequenze audio - Non linearità
- Impedenza di uscita
- Potenza di uscita
- Rendimento
- Deviazione di frequenza
- Indice di modulazione
- Clicks di manipolazione CW
- Irradiazioni parassite
- Irradiazioni della struttura (cabinet radiations)

## **6 - ANTENNE E LINEE DI TRASMISSIONE**

### **6.1 - Tipi di antenne**

- Dipolo a mezzonda alimentato al centro
- Dipolo a mezzonda alimentato all'estremità - Dipolo ripiegato
- Antenna verticale in quarto d'onda
- Antenne con riflettore e/o direttore (Yagi) - Antenne paraboliche
- Dipolo accordato

### **6.2 - Caratteristiche delle antenne**

- Distribuzione della corrente e della tensione lungo l'antenna
- Impedenza nel punto di alimentazione
- Impedenza capacitiva o induttiva di un'antenna non accordata - Polarizzazione

- Rapporto di onda stazionaria
- Forma d'onda dell'involuppo di un segnale in alta frequenza
- Frequenza
- Frequenza di risonanza

## 8.2 - Strumenti di misura

Pratica delle operazioni di misura:

- Apparecchi di misura a bobina mobile - Apparecchi di misura multigamma
- Riflettometri a ponte
- Contatori di frequenza
- Frequenzimetro ad assorbimento
- Ondametro ad assorbimento
- Oscilloscopio

## 9 - DISTURBI E PROTEZIONE

### 9.1 - Disturbi degli apparecchi elettronici - Bloccaggio

- Disturbi con il segnale desiderato
- Intermodulazione
- Rivelazione nei circuiti audio

### 9.2 - Cause dei disturbi degli apparecchi elettronici

- Intensità di campo del trasmettitore
- Irradiazioni non essenziali del trasmettitore (irradiazioni parassite, armoniche)
- Effetti non desiderati sull'apparecchiatura
- all'ingresso d'antenna
- su altre linee di connessione
- per irraggiamento diretto

### 9.3 - Protezione contro i disturbi

- Misure per prevenire ed eliminare i disturbi
- Filtraggio
- Disaccoppiamento
- Schermatura

## 10 - PROTEZIONE ELETTRICA

- Il corpo umano
- Sistemi di alimentazione - Alte tensioni
- Fulmini

## B - REGOLE E PROCEDURE D'ESERCIZIO NAZIONALI ED INTERNAZIONALI

### 1 - ALFABETO FONETICO

### 2 - CODICE Q

### 3 - ABBREVIAZIONI OPERATIVE UTILIZZATE NEL SERVIZIO DI RADIOAMATORE

- AR: Fine della trasmissione



- BK: Segnale utilizzato per interrompere una trasmissione in atto (break)
- CQ : Chiamata a tutte le stazioni
- CW : Onda continua - Telegrafia
- K : Invito a trasmettere
- MSG: Messaggio
- PSE: Per favore
- RST: Intelligibilità, forza del segnale, tonalità
- R : Ricevuto
- RX : Ricevitore
- SIG: Segnale
- TX : Trasmettitore
- UR: Vostro ## 4 - SEGNALI INTERNAZIONALI DI SOCCORSO, TRAFFICO IN CASO DI URGENZA  
E COMUNICAZIONI IN CASO DI CATASTROFI NATURALI

- Segnali di soccorso:
- radiotelegrafia ...—... (SOS)
- radiotelegrafia “MAYDAY”
- Risoluzione n. 640 del Regolamento delle Radiocomunicazioni dell’UIT
- Utilizzazione internazionale di una stazione di radioamatore in caso di catastrofi naturali
- Bande di frequenze attribuite al servizio di radioamatore per le catastrofi naturali

## **5 - INDICATIVI DI CHIAMATA**

- Identificazione delle stazioni di radioamatore
- Utilizzazione degli indicativi di chiamata
- Composizione dell’indicativo di chiamata
- Prefissi nazionali

## **6 - PIANI DI FREQUENZE DELLA IARU**

- Piani di frequenze della IARU
- Obiettivi

# **C - REGOLAMENTAZIONE NAZIONALE E INTERNAZIONALE DEI SERVIZI DI RADIOAMATORE E DI RADIOAMATORE VIA SATELLITE**

## **1 - REGOLAMENTO DELLE RADIOCOMUNICAZIONI DELL’UIT**

- Definizione del servizio di radioamatore e del servizio di radioamatore via satellite
- Definizione della stazione di radioamatore
- Articolo S25 del Regolamento delle Radiocomunicazioni
- Bande di frequenze del servizio di radioamatore e relativi statuti
- Regioni radio dell’UIT

## **2 - REGOLAMENTAZIONE DELLA CEPT**

- Raccomandazione TR 61 -02
- Raccomandazione TR 61-01
- Utilizzazione temporanea delle stazioni di radioamatore nei Paesi CEPT
- Utilizzazione temporanea delle stazioni di radioamatore nei Paesi non membri della CEPT che partecipano al sistema della Raccomandazione T/R 61-01

## **3 - LEGISLAZIONE NAZIONALE, REGOLAMENTAZIONE E CONDIZIONI PER L’OTTENIMENTO DELLA LICENZA**

- Legislazione nazionale
- Regolamentazione e condizioni per l’ottenimento della licenza
- Dimostrazione pratica della conoscenza della tenuta di un registro di stazione: - modo di tenuta del registro
- obiettivi
- dati da registrare

### **Bibliografia:**

Radiotecnica per radioamatori (Nerio Neri)