

GUIDA ALL'ESAME PER RADIOAMATORE

ELETTROTECNICA

- circuito aperto
 - circuito elettrico dove **non scorre** corrente
 - può essere creato a seguito della bruciatura di un fusibile
- corto circuito
 - circuito dove **scorre (assorbe) troppa** corrente
- Corrente elettrica (I):
 - flusso di **elettroni** che attraversano un conduttore viaggiando da carica negativa verso carica positiva
 - * Unità di misura dell'intensità di corrente è l'AMPERE (1 coulomb x secondo)
 - corrente continua (DC)
 - * corrente che scorre solo in un verso
 - * un flusso di elettroni **unidirezionale** e di intensità **costante**
 - corrente alternata (AC)
 - * un flusso di elettroni **bidirezionale** e di intensità **variabile**
 - * valore efficace (RMS):
 - valore di tensione alternata che corrisponde ad un valore di tensione continua necessario per produrre lo stesso riscaldamento in un **carico puramente resistivo**
 - circa il 70% del valore **massimo** della tensione
 - $V_{\text{rms}} = 0.707 V_{\text{max}}$
 - $V_{\text{max}} = 1,41 V_{\text{rms}}$
 - radice quadrata della media dei quadrati (root mean square)
 - * valore picco - picco: differenza tra il valore massimo ed il valore minimo assunto nel periodo
 - * frequenza: numero di **volte al secondo** in cui una corrente alternata **inverte** la propria direzione
- Carica Elettrica (Q)
 - misurata in Coulomb
- Tensione (V)
 - differenza di potenziale, la pressione esercitata su un elettrone per muoverlo
 - misurata in volt (V)
 - * unità di forza elettromotrice
 - Intensità di campo elettrico:
 - * differenza di potenziale elettrico presente tra due punti **distanti 1 metro fra di loro**
 - * misurata in Volt per metro (V/m)
- legge di Ohm:
 - esprime la relazione fra la **tensione (V)**, la **resistenza (R)** (o **impedenza (Z)**) e la **corrente (A)** in un circuito
 - $V = I * R$ (o Z) {**Viva Il Re**}
 - $R = V / I$
- legge di KIRCHHOFF:
 - In un circuito composto da un generatore e da diversi rami resistivi in parallelo la corrente totale è uguale alla somma delle correnti nei vari rami
- Potenza
 - grandezza che esprime la *velocità* con cui viene impiegata l'energia elettrica
 - $P = I * V$
 - $P = I^2 * R$
- Frequenza:
 - Unità di misura Hertz (Hz)

- Lunghezza d'onda:
 - * distanza percorsa da un'onda elettromagnetica in un ciclo *completo*
 - * $L \text{ (metri/LAMBDA)} = 300.000.000(C) / \text{frequenza (Hz)}$
 - * $L \text{ (metri)} = 300(C) / \text{frequenza (Mhz)}$ (es. $300/14\text{Mhz} = 21,42\text{M}$)
- Se si **raddoppia** la frequenza, la corrispondente lunghezza d'onda si **dimezza**
- periodo = il tempo che intercorre tra due valori massimi
- pulsazione omega: $\text{Lambda} = 2 * \text{Pgreco} * f$
- effetto pelle: il segnale a radiofrequenza scorre essenzialmente sulla superficie del conduttore
- L di 400m = $300/400 = 0.75\text{Mhz} = 750\text{khz} = \text{Onda media}$
- 850Mhz = UHF
- Batterie:
 - converte energia chimica in energia elettrica
 - * generatori in **serie**: un unico generatore il cui valore di tensione è la **somma** dei due (es. $2 \times 5\text{V} = 10\text{V}$)
 - * generatori in **parallelo**: unico generatore con stessa tensione ma **doppia erogazione** (Ah)
 - La portata (capacità di erogazione) viene misurata in ampere/ora (Ah)
 - * es. $10 \text{ Ah} = 1\text{A}$ per 10 ore
 - generatore reale: un generatore ideale con in serie una resistenza interna

RESISTENZA - CONDENSATORE - INDUTTORE

- Resistore (R):
 - resistenza
 - * la tendenza di un corpo ad opporsi al passaggio di una corrente elettrica
 - * misurata in Ohm (symbol)
 - $1 \text{ Ohm} = \text{La}$ **resistenza** di un circuito in cui scorre una corrente di **1 A** quando la tensione applicata è **1 V**
 - Si **oppone** al flusso di elettroni
 - Controlla l'intensità della corrente prodotta da una tensione
 - * fissa la corrente e la tensione desiderate in un certo punto di un circuito
 - dissipa **calore**
 - Il valore di resistenza di un resistore a filo varia secondo la temperatura
 - resistore variabile: Varia la propria resistenza secondo la posizione di un contatto strisciante
 - in serie: $R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + R_3$
 - in parallelo: $1 / R_{\text{tot}} = 1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3 = (R_1 * R_2) / (R_1 + R_2)$
 - * se $R_1 == R_2$: $R_{\text{tot}} = R_1 / 2$
 - coefficiente di temperatura
 - * Indica la variazione del proprio valore nominale al **variare della temperatura**
 - * percentuale di cui varia di valore la resistenza quando al temperatura varia di 1 grado
 - resistenza specifica (resistività elettrica)
 - * l'attitudine di un materiale ad opporre resistenza al passaggio delle cariche elettriche
 - * si misura in Ohm/metro
- Condensatore (C)
 - capacità
 - * capacità di immagazzinare energia in un campo **elettrico**
 - * misurata in farad (F)
 - accumula energia sotto forma di campo elettrico (cariche elettriche)
 - Immagazzina energia **elettrostatica** opponendosi alle variazioni di **tensione**
 - Due o più piastre conduttive separate da strati di materiale isolante
 - * determinata dal materiale fra le piastre, la superficie della piastra, il numero di piastre e la distanza fra le piastre.
 - * **Aumenta** aumentando la superficie delle piastre
 - * **Diminuisce** aumentando la spaziatura fra le piastre
 - variabile: due gruppi di piastre conduttive, separate da un isolante la cui superficie affacciata può essere variata
 - condensatore elettrolitico: usato nella sezione di filtro degli alimentatori
 - **blocca** il flusso della corrente **continua** e **lascia passare** la corrente **alternata**
 - in serie: $C_{\text{tot}} = (C_1 * C_2) / (C_1 + C_2)$
 - in parallelo: $C_{\text{tot}} = C_1 + C_2$
 - reattanza **capacitiva**:

- * $X_C = 1 / (6,28 * f_{Hz} * C_F)$
- * aumenta al **diminuire** della frequenza
- * si **oppone** al flusso della corrente alternata
- costante di tempo di un circuito RC
 - * il tempo impiegato dal condensatore per caricarsi fino al **63%** della **tensione** di alimentazione
 - * $T_{sec} = R_{Ohm} * C_{farad}$
 - * due costanti di tempo = 86,5%
- Induttore (L):
 - una bobina di filo di rame avvolta su una bacchetta di ferrite
 - induttanza
 - * capacità di immagazzinare energia in un campo **magnetico**
 - * misurata in henry (H)
 - * immagazzina energia elettromagnetica (campo magnetico) **opponendosi** alle variazioni di **corrente**
 - * determinata dal materiale del nucleo e il suo diametro, la lunghezza della bobina e il numero di spire
 - * mutua induzione: accoppiamento magnetico tra circuiti diversi
 - * Se viene inserito un nucleo di ferro in una bobina l'induttanza aumenta
 - reattanza **induttiva**
 - * $X_L = 6,28 * f_{Hz} * L_H$
 - * aumenta all'**aumentare** della frequenza
 - * si **oppone** al flusso di corrente alternata
 - costante di tempo in un circuito LC: il tempo affinché la **corrente** nel circuito salga al 63% del valore di regime
 - * $T_{sec} = L_{henry} / R_{Ohm}$
 - in serie: $I_{tot} = I_1 + I_2$
 - in parallelo: $I_{tot} = (I_1 * I_2) / (I_1 + I_2)$
 - limita il passaggio della corrente **alternata** e lascia scorrere la corrente **continua**
- reattanza (Ohm): La grandezza, dovuta alle **bobine** ed ai **condensatori**, che si oppone al flusso di corrente alternata.
 - è la parte **immaginaria** dell'impedenza
- impedenza (Z):
 - misurata in Ohm
 - La grandezza che si **oppone** allo scorrere della **corrente alternata** in un circuito
 - L'impedenza di un circuito formato da una resistenza con in parallelo un condensatore/induttore dipende dalla frequenza di lavoro
- potenza apparente (P):
 - misura in VoltAmpere
 - $P_{apparente} = V * I$
 - $P_{attiva} = V * I * \cos\phi$
 - $\cos\phi = P_{attiva} / P_{apparente}$
 - sfasamento (misurato in gradi tra tensione e corrente)
 - * resistori = 0°
 - * condensatore = 90° in **anticipo**
 - * induttore = 90° in **ritardo**
 - In un circuito formato da pure reattanze la potenza attiva è **nulla** e quella apparente è **massima**
 - un generatore trifase (alternatore) produce **tre tensioni alternate** della stessa ampiezza ma **sfasate** tra loro di 120°
- frequenza di risonanza (Circuito LRC)
 - la reattanza dell'induttore è uguale a quella del condensatore (si **annullano** a vicenda)
 - $f_{0MHz} = 159 / \sqrt{L_{microH} * C_{pF}}$
 - Un circuito risonante **serie** alla frequenza f **inferiore** a quella di risonanza ha comportamento **capacitivo**
 - Un circuito risonante **parallelo** alla frequenza f **superiore** a quella di risonanza ha comportamento **capacitivo**
 - In un circuito risonante **serie** con induttanza L , capacità C e resistenza R alla frequenza di risonanza l'impedenza è uguale a valore **minimo resistivo R**
 - circuito risonanza in **serie**: Fa scorrere la **massima** corrente alla frequenza di risonanza
 - circuito risonanza in **parallelo** (antirisonanza): Fa scorrere la **minima** corrente alla frequenza di risonanza
 - selettività (fattore Q): rapporto frequenza di risonanza / larghezza di banda
 - * la resistenza in un circuito risonante in **parallelo** per avere la massima selettività deve essere **massimo**
 - * la resistenza in un circuito risonante in **serie** per avere la massima selettività deve essere **minimo**
 - * $Q \text{ (in serie)} = X / R$

filtri

- passa basso: **attenua** i segnali di frequenza **superiore** alla frequenza di taglio
- passa alto: **attenua** i segnali di frequenza **maggiori** della frequenza di taglio
- passa banda: **attenua** i segnali di frequenza **esterne** alla banda del filtro
- elimina banda: **attenua** i segnali di frequenza **interne** alla banda del filtro
- Se l'attenuazione di un filtro non è sufficiente si collegano più filtri identici **in serie**
- l'impedenza di un filtro passa-basso in rapporto all'impedenza della linea di trasmissione deve essere circa la stessa
- Nei trasmettitori l'ultimo circuito prima del collegamento con l'antenna è un filtro passa banda/adattatore di impedenza

dispositivi

- microfono: capta le onde sonore e le trasforma in corrente elettrica
- L'altoparlante converte segnali elettrici in onde sonore
- quarzo:
 - funziona grazie all'effetto piezoelettrico
 - alta stabilità di frequenza
 - Il fattore Q è molto alto
 - la frequenza di risonanza dipende dallo **spessore** del quarzo stesso

VALVOLE

- il filamento serve a scaldare il catodo
- la griglia controlla la corrente che scorre tra anodo a catodo
- la placca è anche detta anodo
- I tubi a vuoto sono particolarmente indicati per i circuiti ad **altissima potenza** o ad **altissima frequenza**
- numero di griglie:
 - diodo: 0
 - tetrodo: 2
 - pentodo: 3
- lo schermo del tetrodo serve a **diminuire** la **capacità parassita** tra griglia e anodo
- il pentodo ha 5 elettrodi +2 del filamento = 7
- l'elettrodo soppressore del pentodo serve a **sopprimere la corrente inversa** da placca a schermo

DIODI

- La tensione di **soglia** per un diodo al silicio vale approssimativamente 0,6V
- la caduta di tensione di un normale diodo al silicio è di 0,7V
- Una giunzione PN è un diodo
- Per polarizzare direttamente un diodo al silicio si collega una tensione **positiva** e **maggiore** di 0,6 V all'anodo
- diodo a giunzione: l'effetto valanga si verifica per una **polarizzazione inversa** pari a V_z (tensione zener)
- Un diodo polarizzato **inversamente** ha tensione al catodo maggiore di quella all'anodo
- un diodo al silicio ha 2 elettrodi
- la **tensione inversa di picco** caratteristica di un rettificatore rappresenta La **tensione inversa massima** che il rettificatore può sopportare senza subire danni
- diodo **varicap**:
 - diodo a capacità **variabile**
 - si usa di solito per modificare la frequenza di un oscillatore a frequenza variabile
- diodo Zener:
 - polarizzato inversamente
 - stabilizzatore di tensione in un alimentatore
 - 2 elettrodi
- led: Un diodo che emette luce
- Il diodo tunnel entro una porzione della caratteristica tensione/corrente presenta la particolarità di avere Una resistenza negativa

- diodi hot-carrier: hanno una giunzione tra metallo e semiconduttore

TRANSISTOR

- SEMICONDUTTORI
 - La barriera di potenziale in una giunzione P-N impedisce la totale ricombinazione degli elettroni con le lacune
 - In un semiconduttore drogato di tipo N le cariche libere sono **elettroni**
- tipi: PNP, NPN, MESFET (adatto a lavorare ad altissime frequenze), MOSFET, FET
- transistor bipolare
 - 2 giunzioni
 - 3 terminali
 - per condurre
 - * la base deve essere **positiva** rispetto all'**emettitore** e **negativa** rispetto al **collettore**.
 - * avere una tensione **tra base ed emettitore** maggiore di 0,6 V
 - L'impedenza di ingresso è **estremamente elevata**
- FET
 - La polarizzazione del gate è data da una tensione negativa
 - terminali: Gate, Drain, Source.
- MOSFET: un tipo di transistor ad effetto di campo
 - in molti dispositivi MOSFET è incorporato un diodo zener di protezione del gate per proteggere l'isolamento del gate da perforazioni dovute a piccole cariche statiche o a sovratensioni.
 - MOSFET A DOPPIO GATE: usato in Rivelatore a prodotto per la SSB, Mixer, Amplificatore
 - * **non** si usa come raddrizzatore

CIRCUITI LOGICI

- 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)
- CMOS: Complimentary Metal Oxide Semiconductor
 - vantaggio di consumo ridotto
- la sonda logica indica gli stati alto/basso di un circuito digitale

STRUMENTI/SICUREZZA

- sicurezza:
 - Anche un **decimo di ampere** (100 mA) attraversando il corpo umano può risultare **fatale**
 - Il **cuore** può essere danneggiato da una corrente elettrica anche di **bassa intensità**
 - Staccare l'energia elettrica e chiamare i soccorsi in presenza di qualcuno colpito da alta tensione
- strumenti:
 - portata: Il valore **massimo misurabile** della grandezza.
 - l'Ohmmetro misura resistenze
 - multimetro misura resistenza, capacità ed induttanza
 - Si potrebbe danneggiare la circuiteria del multimetro
 - * se commutate un multimetro sulla misura di **resistenza** quando è collegato ad un circuito per misurare la **tensione**
 - * se impostate un multimetro per misurare microA e lo collegate ad un circuito percorso da una corrente di 5 A
- voltmetro:
 - si collega in **parallelo** al circuito

- misura la tensione **tra due punti**
- resistenza interna **elevata**
- la portata si **aumenta** collegando una resistenza in **serie** allo strumento
- amperometro
 - si collega in **serie** al ramo in cui si vuol misurare la corrente
 - la portata si aumenta aggiungendo una resistenza in **parallelo** allo strumento (resistenza shunt)
- wattmetro
 - misura la potenza **diretta** e quella **riflessa**
 - * in rf collegare al connettore di uscita del trasmettitore
 - * tarato a 50 Ohm di impedenza di linea
- oscilloscopio
 - visualizza L'andamento nel tempo dei segnali
 - L'analizzatore di spettro opera nel dominio della frequenza; l'oscilloscopio opera nel dominio del **tempo**.

ANTENNE

- Caratteristiche delle antenne:
 - frequenza di lavoro, impedenza, guadagno, diagramma di irradiazione, potenza massima applicabile
- guadagno:
 - si misura in
 - * dBd (rispetto a un dipolo)
 - * dBi (rispetto ad un'antenna isotropica)
 - è il rapporto tra la potenza irradiata nella direzione di irradiazione massima dell'antenna stessa e la potenza irradiata da un'antenna di riferimento
 - Decibel
 - * minima differenza tra due livelli di suono che mediante un orecchio può percepire
 - * amplificatori collegati in cascata sommano i dB
 - * proporzionale al logaritmo dei due livelli
 - $0 = \times 1$
 - $3 = \times 2$
 - $6 = \times 4$
 - $10 = \times 10$
 - $20 = \times 100$
 - $30 = \times 1000$
- **riducendo** l'angolo di apertura del lobo d'irradiazione di un'antenna, il guadagno **aumenta**
- se si **accorcia** un'antenna si **aumenta** la sua frequenza di risonanza
- con una bobina in serie la **lunghezza elettrica** dell'antenna **aumenta** (Marconiana=verticale)
- la relazione fra la componente elettrica E e la componente magnetica H di un'onda elettromagnetica nello spazio libero è **730 Ohm** (impedenza dello spazio libero)
- antenna isotropica: Una antenna **teorica** (ideale, perfettamente omnidirezionale) usata come termine di paragone per gli altri tipi di antenna. * serve come riferimento per le misure di guadagno delle antenne (per confrontare i guadagni delle antenne direttive). * guadagna 0 in tutte le direzioni * è un carico non irradiante per i trasmettitori
- antenna artificiale (dummy load): * Un resistore non induttivo * trasforma l'energia a radiofrequenza in calore * riduce la possibilità di interferenze durante prolungate fasi di verifica e taratura di un trasmettitore * serve per fare prove su trasmettitori senza irradiazione di segnali
- dipolo (a mezza onda):
 - $l(1/2 \text{ onda}) = 150 / f$
 - * **notare** -> $L(\text{onda completa}) = 300/f$
 - si alimenta a **metà** della sua lunghezza
 - resistenza di irradiazione è circa 73 Ohm
 - guadagna circa 2,1 dB rispetto all'antenna isotropica
 - se estremi puntati a nord e sud irradia est e ovest
 - si usano le trappole per farlo risuonare a diverse frequenze
- antenna verticale
 - irradia ugualmente in tutte le direzioni sul piano orizzontale.
 - antenna a 5/8 onda ha più guadagno di una 1/4

- ground plane: ha un piano di terra fittizio alla base dello stilo
- antenne direttive (yagi, riflettore parabolico, ecc)
 - hanno la capacità di **concentrare** l'irradiazione in direzioni privilegiate
 - rapporto fronte-retro: è il rapporto tra la potenza irradiata nella direzione di massimo guadagno e quella irradiata in direzione opposta
 - lobo principale: La direzione in cui viene irradiata la massima intensità di campo
 - Yagi:
 - * Il direttore è normalmente il **più corto** degli elementi passivi
 - * radiatore:
 - il solo elemento è collegato alla linea di alimentazione
 - lungo circa $1/2$ onda.
 - * mediamente guadagna 5,3 dBd
 - * più elementi == più direttività
 - cubic quad: antenna con due o più avvolgimenti paralleli, su telaio a 4 lati, ciascuno lungo circa λ .
 - antenne paraboliche: utilizzate per le microonde
- antenne multibanda:
 - potrebbero irradiare armoniche indesiderate
 - Rende possibile operare su diverse bande impiegando la stessa linea di collegamento
 - Un accordatore d'antenna permette di utilizzare una antenna su una banda diversa da quella per la quale è stata progettata
- polarizzazione:
 - La polarizzazione di un'antenna è definita come il **piano in cui si propaga** il campo elettrico
 - polarizzazione **orizzontale**: Le linee di forza della componente elettrica sono **parallele** alla superficie terrestre
 - polarizzazione **verticale**: Le linee di forza della componente elettrica sono **perpendicolari** alla superficie terrestre
 - i ripetitori radioamatoriali in VHF hanno polarizzazione **verticale**

LINEE DI TRASMISSIONE

- L'impedenza d'uscita di un trasmettitore deve essere uguale a quella della linea/antenna a cui è collegato
- il cavo deve essere più corto possibile
- Nei radiotrasmettitori amatoriali l'impedenza d'uscita è 50 Ohm
- accordatore:
 - serve ad **adattare** l'impedenza all'uscita del cavo a quella nominale del trasmettitore
 - Consente l'accoppiamento fra l'impedenza di uscita del trasmettitore e l'impedenza del sistema d'antenna.
- linea a conduttori paralleli (piattina):
 - può sopportare un **ROS elevato** ed ha **perdite inferiori**
 - Due fili metallici affiancati tenuti separati con materiale isolante
 - impedenza circa **300 Ohm**
- cavo coassiale:
 - Un filo metallico centrale contenuto in un materiale isolante a sua volta coperto da una guaina metallica
 - miglior cavo ha l'**attenuazione di linea più bassa** possibile
 - funziona correttamente anche se scorre **interrata**
 - E' ben protetto dagli agenti atmosferici e può essere steso anche in prossimità di superfici metalliche
- L'attenuazione di linea si misura in **dB/m**
- Le perdite aumentano all'aumentare della lunghezza
- Una linea con un conduttore connesso a massa è **sbilanciata**
- Una linea con nessun conduttore connesso a massa è **bilanciata**
- rapporto d'onda stazionaria (ROS)(SWR: Standing Wave Ratio):
 - Il rapporto fra la **massima** e la **minima** tensione in una linea di trasmissione
 - rapporto fra l'impedenza caratteristica della linea e la resistenza del carico (o viceversa)
 - per evitare danni al trasmettitore deve essere circa 1 : 1
 - Un ROS basso rende **più efficiente** il trasferimento di energia dalla linea di trasmissione all'antenna
 - può essere misurato con un wattmetro direzionale
 - il misuratore di onde stazionarie deve essere collegato **fra la linea di alimentazione e l'antenna**.
 - ROS misurato ai capi di una linea di trasmissione cortocircuitata è infinito
- le perdite aumentano all'aumentare della frequenza

- BALUN (*balanced to unbalanced*)
 - serve per alimentare una antenna bilanciata con una linea sbilanciata
 - un nucleo toroidale, uno spezzone di linea di trasmissione, una coppia di bobine avvolte in aria
 - viene collegato tra il cavo coassiale e l'antenna
- potenza diretta: La potenza che transita dal **trasmettitore** all'**antenna**
- potenza riflessa: La potenza che transita dall'**antenna** al **trasmettitore**

PROPAGAZIONE

- propagazione ionosferica:
 - L'attività solare è l'elemento più importante che determina le caratteristiche della propagazione ionosferica
 - propaga le **onde corte** (HF) a lunga distanza
 - segnali che partono verticalmente dall'antenna e sono di frequenza **superiore** alla frequenza critica **attraversano** la ionosfera
 - La banda dei 28 MHz è usata per collegamenti a lunga distanza prevalentemente nelle ore **diurne**
 - 14MHz (20m) più adatta a collegamenti a lunga distanza sia di **giorno**, sia di **notte**
 - 1,8 MHz solo per collegamenti **nottturni**
 - La ionizzazione della regione D provoca l'**assorbimento** delle onde radio nella ionosfera
 - La ionizzazione è al minimo poco prima dell'alba
 - la regione E sopra un certa area della superficie terrestre è maggiormente ionizzata a **mezzogiorno**
 - la regione D:
 - * limita le comunicazioni nella gamma degli 80 m alle brevi distanze durante il giorno
 - * meno utile per le comunicazioni radio a lunga distanza
 - * si verifica principalmente l'**assorbimento** dei segnali nelle gamme MF/HF durante il giorno
- MUF (Maximum Usable Frequency):
 - la più **alta frequenza** che si può utilizzare per trasmettere un segnale ad una data destinazione
 - determinata dall'intensità delle radiazioni solari, specialmente le ultraviolette
 - le onde a frequenza **inferiore** della MUF vengono **rifratte** e ritornano verso la superficie terrestre
- troposfera: L'**attenuazione** cresce all'**aumentare** della frequenza
- Le onde lunghe si propagano prevalentemente per per onda di terra
- zona d'ombra: la fascia di territorio compresa tra il limite massimo cui giunge l'onda di terra ed il limite minimo cui giunge l'onda riflessa dalla ionosfera
- Ripetitori:
 - servono a facilitare i collegamenti alle stazioni mobili ed a quelle di bassa potenza estendendone la portata
 - come potreste fare per verificare se è possibile comunicare anche in **simplex**? Verificando se è possibile ricevere il proprio interlocutore sulla frequenza di **ingresso** del ripetitore
 - Perché è preferibile utilizzare comunicazioni in simplex, quando è possibile, anziché utilizzare i ripetitori? Il ripetitore non deve essere impegnato senza motivo
 - impegnare a lungo un ripetitore potrebbe impedirne l'utilizzo per comunicazioni d'emergenza
 - per inserirsi trasmettere il proprio nominativo nel corso della pausa fra un messaggio e l'altro
 - offset: La differenza fra la frequenza di trasmissione e quella di ricezione del ripetitore
 - * 2 metri: 600khz
 - * 70cm: 5MHz
- la fm è usata dalle VHF in su

MODULAZIONE

- modulazione: la combinazione di un segnale contenente un'informazione e un segnale a radiofrequenza
 - portante RF: Un segnale a **radiofrequenza** (di **ampiezza costante**) che viene modulato per produrre un segnale radiotelefonico
 - La FM occupa una banda piuttosto larga

- La AM occupa il **doppio** della banda rispetto alla SSB
- La SSB sfrutta la **potenza** del trasmettitore meglio delle altre modulazioni
- AM: L'**ampiezza** del segnale portante viene variato dal segnale modulante.
 - %/indice/profondità di modulazione: Il rapporto tra l'**ampiezza** della **modulante** e quella della **portante**
 - * Non può superare 100% perché si introdurrebbe distorsione e quindi armoniche indesiderate
 - * $m = \text{ampiezza_modulante} / \text{ampiezza_portante}$
 - * per 150W di potenza 100 W sulla portante e 25 W su ciascuna banda laterale
 - * la trasmissione di un segnale con $f_{max}=X$ occuperà una banda di larghezza pari a $X*2$
- SSB: La SSB è **migliore della AM** perché occupa **meno banda** e sfrutta meglio la **potenza** del trasmettitore
 - USB: La parte di un segnale a banda laterale unica che si trova al di **sopra** della frequenza della portante
 - LSB: La parte di un segnale a banda laterale unica che si trova al di **sotto** della frequenza della portante
 - la portante rispetto alla potenza di picco erogata da un buon trasmettitore a banda laterale unica deve essere attenuata di almeno 40dB
 - a parità di segnale modulante, la larghezza di banda di un'emissione SSB è la metà di quella di un'emissione AM
- FM: Nella modulazione FM **varia la frequenza** ma non l'ampiezza di picco della portante
 - La frequenza del segnale portante viene variato dall'ampiezza del segnale modulante.
 - Maggiore **immunità ai disturbi**
 - * l'audio non è disturbato dai rumori generati da macchine elettriche
 - grande larghezza di banda occupata
 - FORMULA DI CARSON: $2(\text{deviazione} + \text{freq_modulante})$
 - si ottiene una maggiore fedeltà nella riproduzione dei suoni
 - effetto della sovradeviiazione: Emissioni fuori dal canale
 - indice modulazione: $\text{deviazione} / \text{frequenza_modulante}$ (analogo ad indice modulazione per AM)
 - Quale tipo di emissioni produce un trasmettitore che usa un modulatore a reattanza (varicap): Telefonia a modulazione di fase
 - un segnale in modulazione di fase è uguale a modulazione di frequenza

BANDE E FREQUENZE

- In quante bande è suddiviso lo spettro delle frequenze radioelettriche: 9
- onda miriametrica: VLF (3-30kHz)
- onda ettometrica: MF (30-300 kHz)
- onda decametrica: HF (3-30 MHz)
- onde metriche: VHF (30-300 MHz)
- onda centimetrica: SHF (3-30GHz)
- onda millimetrica: EHF (30-300GHz)
- onda decimillimetrica: (300-3000GHz)
- Codici larghezza di banda:
 - tre cifre e una lettera.
 - La lettere occupa la posizione della virgola e rappresenta l'unità della larghezza di banda.
 - Il primo carattere non deve essere né la cifra zero né le lettere K - M - G.
 - * entro 0,001 e 999 Hz è espressa in Hz (lett. H)
 - * entro 1,00 e 999 kHz è espressa in kHz (lett. K)
 - * entro 1,00 e 999 MHz è espressa in MHz (lett. M)
 - * entro 1,00 e 999 GHz è espressa in GHz (lett. G).
 - 9G05: 9,05Ghz
 - 350H: 350Hz
 - 20H0: 20hz
 - 2k40: 2,40khz
 - 5G21: 5,21Ghz
 - 300H: 300Hz
 - 42K0: 42khz

- 6M25: 6,25Mhz
- 71M2: 71,238Mhz
- 6K50: 6,5Khz
- 5k65: 5,65Khz
- 2M00: 2Mhz
- 8K55: 8,55Khz
- 400H: 400Hz
- 181K: 181Khz
- H100: 0,1Hz
- 195H: 195Hz
- Classi di Emissioni
 - A3E: telefonia ad un solo canale analogico in AM, doppia banda laterale
 - C3F: video televisivo modulato a banda laterale vestigiale
 - H3E: banda laterale unica, portante intera, un solo canale analogico, telefonia
 - A1A: doppia banda laterale, telegrafia ad un solo canale, telegrafia per ricezione automatica
 - F3E: modulazione di frequenza, telefonia, un solo canale analogico
 - 300KF8E: emissione di radiodiffusione FM stereo con banda 300khz
 - 150HA1A: telegrafia ad interruzione di portante, codice morse, larghezza di banda 150Hz
 - 8k00A3E: radio diffusione sonora, doppia banda laterale, 8khz larghezza di banda
- TIPI DI EMISSIONE
 - ordine **crescente** di larghezza di banda: CW (filtri più selettivi), RTTY, telefonia SSB, telefonia FM

TRASMETTITORI

- uno stadio RF finale da 100W alimentato a 20V assorbe più di 5A
- la schermatura serve per evitare l'irradiazione di segnali spuri
- VOX: circuito che provoca il **passaggio automatico** dalla ricezione alla trasmissione quando l'operatore parla nel microfono
- un filtro (passa basso in HF tra il trasmettitore e l'antenna serve per ridurre l'emissione di armoniche
- profondità di modulazione, mai superare 100% perchè produce armoniche
- Amplificatore in classe C è usato come moltiplicatore di frequenza (per aumentare la deviazione di frequenza prodotta dal modulatore)
- FM
 - la frequenza della portante tipicamente viene variata tramite un diodo varicap
 - utilizzata la tecnica della preenfasi
 - lo stadio moltiplicatore in VHF a modulazione di frequenza seleziona ed amplifica una armonica del segnale modulato per produrre la frequenza di trasmissione
- SSB
 - si usa il modulatore bilanciato ad anello
 - si usa un filtro passa banda per lasciar passare una sola delle due bande laterali (tra il modulatore bilanciato e il mixer)
 - Il modulatore bilanciato: riceve i segnali dall'oscillatore che genera la portante e dall'amplificatore audio e li invia al filtro
 - è presente un *filtro passa banda* all'uscita del modulatore bilanciato per eliminare una delle due bande laterali
- Collegando dei moltiplicatori di frequenza in cascata all'oscillatore si possono ottenere frequenze molto elevate (VHF ed oltre) da semplici oscillatori al quarzo
- lo squelch non è presente in trasmissione (solo in FM e solo in ricezione per sopprimere il soffio)
- deviazione di frequenza: aumentando la frequenza aumenta anche la deviazione.
 - deviazione LO = Deviazione RF / (Frequenza RF / Frequenza LO)
 - * es. 12.21Mhz/146.52Mhz == 5000hz/x
- frequenza immagine: e' lontana $2 * IF$ dalla freq. sintonizzata... in piu' o in meno, dipende dall'oscillatore locale

RICEVITORI

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

- riceve i segnali dell'amplificatore RF e dell'oscillatore locale e li invia al filtro
- circuiti prescaler: dividono la frequenza di un segnale HF per visualizzarla con un frequenzimetro di bassa frequenza (es segnale da 20mhz per frequenzimetro a 10mhz)
- 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 $f_2 - f_1$
- BFO (beat freq oscillator): usato in SSB e CW (no AM)
- AGC (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
- La larghezza di banda e la figura di rumore determinano la sensibilità di un ricevitore
- AM
 - utilizza Mixer, Amplificatore RF, AGC
- SSB (single side band - banda laterale unica)
 - necessita di un BFO (oscillatore a frequenza di battimento) e di un rivelatore a prodotto (MOSFET doppio gate)
 - larghezza di banda è di 2-3 kHz
 - grado di selettività 2,4 kHz
- FM:
 - utilizza un limitatore e un discriminatore di frequenza per produrre un segnale udibile
 - utilizza la de-enfasi
 - per demodulare utilizza il Discriminatore Foster-Seeley
- CW:
 - larghezza di banda è 250 Hz
 - filtro IF più selettivo
 - utilizza BFO
- il grado di selettività è necessario nei circuiti a frequenza intermedia di un ricevitore radioamatoriale per RTTY è 300hz
- rumore è dato dall'agitazione termica dei componenti.
 - rumore di un ricevitore: il livello di rumore generato nello stadio di ingresso e negli stadi successivi del ricevitore
- selettività: La capacità di un ricevitore di “selezionare” un segnale fra quelli presenti nella banda
 - discrimina tra segnali di frequenze diverse ma vicine
 - si migliora usando filtri IF (preselettore) il più possibile selettivi (migliore Q)
 - alta selettività permette di ricevere in bande affollate di segnali
- sensibilità: minima tensione in ingresso che riesce a produrre un segnale d'uscita chiaramente distinguibile dal rumore generato dal ricevitore stesso
 - misurata in microvolt (μV)
 - limitata dal rumore di fondo
- Amplificatore RF/filtro passa banda è il primo circuito collegato all'antenna
- fenomeni legati al sovraccarico (interferenze causate da segnali troppo intensi):
 - Modulazione incrociata
 - Silenziamento
 - Distorsione da intermodulazione (forte segnale disturbante modulato sopra al debole segnale che si sta sintonizzando, dovuto al sovraccarico, compare in più posizioni della sintonia)
- clarifier: controllo del ricevitore usato per correggere il timbro di voce di un segnale ricevuto in SSB quando è troppo grave o troppo acuto

- gamma dinamica: Il rapporto fra l'intensità del minimo segnale intelligibile e l'intensità del massimo segnale tollerabile in ingresso.
- la banda passante degli stadi IF di un ricevitore deve essere leggermente più larga della larghezza di banda del segnale ricevuto.
- la frequenza immagine si elimina tramite l'uso di filtri passa banda e con una scelta accurata della prima IF
- Il rivelatore: combina il segnale di uscita dell'amplificatore IF con quello del BFO per produrre un segnale udibile
 - si trova in tutti i tipi di ricevitori
- nei ricevitori eterodina il segnale è convertito di frequenza una o più volte prima di essere demodulato

ALIMENTATORI

- resistenza “bleeder”:
 - Scarica i condensatori del circuito allo spegnimento dell'alimentatore
 - filtra la tensione e quindi riduce l'ondulazione
- alimentatore stabilizzato:
 - Gli stadi sono
 - * Trasformatore (serve ad abbassare la tensione in ingresso),
 - * raddrizzatore a onda intera (ponte di diodi),
 - * filtro (condensatori e induttanze),
 - * stabilizzatore (In un alimentatore è lo stadio in cui viene resa costante la tensione in uscita al variare del carico)
- la forma d'onda in uscita ad un rettificatore a *doppia* semionda (conduce 360 gradi) connesso ad un carico resistivo è una serie di impulsi a frequenza doppia della frequenza di alimentazione
- un rettificatore a *singola* semionda è in conduzione per 180 gradi
- per aumentare la portata di corrente di un rettificatore è bene collegare due o più diodi in parallelo per evitare che un solo diodo sopporti la maggior parte della corrente
- il transistor in un alimentatore è inserito nello stabilizzatore

AMPLIFICATORI

- La valvola termoionica:
 - usato per amplificare piccoli segnali ma necessita di tensioni elevate per funzionare
 - accetta carichi come una resistenza, un condensatore oppure un trasformatore.
- Controreazionando un amplificatore si ottiene:
 - Riduzione del rumore.
 - Allargamento della banda.
 - Maggiore linearità.
- Gli amplificatori compensati sono quelli utilizzati nella televisione (banda larga).
- il diodo non si usa per amplificare segnali
- Amplificatore a transistor (BJT)
 - il transistor bipolare (BJT) ad emettitore comune (CE) *non* è adatto a lavorare in alta frequenza
 - l'amplificazione di **corrente** di un transistor bipolare in configurazione a base comune (CB) è minore di 1
 - l'amplificazione di **tensione** di un transistor bipolare in configurazione a inseguitore di emettitore comune (CC o EF) è minore di 1
- per ottenere un guadagno molto elevato si collegano più stadi in cascata
- Negli amplificatori a radiofrequenza, per annullare l'effetto delle capacità interelettrodiche del componente attivo si usano circuiti risonanti all'ingresso e all'uscita dell'amplificatore
- L'amplificatore lineare: amplifica il segnale emesso in trasmissione, senza distorsione ed entro i limiti di legge
- amplificatore operazionale:
 - Un amplificatore **differenziale** le cui caratteristiche sono determinate da componenti esterni all'amplificatore.
 - caratteristiche ideali: Impedenza di ingresso altissima, impedenza di uscita bassissima, guadagno infinito, linearità in frequenza.
 - invertente: uscita 180°
 - non invertente: uscita in fase

- guadagno non varia al variare della frequenza.
- il fattore di amplificazione è dato Dal rapporto tra la tensione del segnale in uscita con la tensione del segnale in ingresso
- classe di funzionamento:
 - Indica quanti gradi (angolo di conduzione) di un periodo del segnale vi è circolazione di corrente nell'elemento attivo amplificante (valvola o transistor)
 - classe A:
 - * conduzione a 180°
 - * In un trasmettitore il primo stadio BF per amplificare il segnale microfonico
 - * In zona di funzionamento lineare e distante da interdizione e saturazione
 - * scarso rendimento
 - * bassissima distorsione
 - classe AB:
 - classe B:
 - * conduzione a 90°
 - * Alto rendimento e minima dissipazione anodica in assenza di pilotaggio.
 - * raddoppiando la tensione del segnale all'ingresso di un amplificatore in classe B la potenza d'uscita è quadruplicata, perché varia con il quadrato del potenziale di griglia.
 - classe C:
 - * conduzione $< 90^\circ$
 - * maggiore distorsione
 - * alto rendimento
 - * per alte frequenze, CW
- Amplificatore push-pull:
 - garantisce alto rendimento e bassa distorsione
 - bassa frequenza: cancella le armoniche pari.

IMPEDENZE DI INGRESSO USCITA

- Il FET ha impedenza di ingresso alta, il transistor ha impedenza di ingresso bassa.
- L'impedenza d'ingresso di un amplificatore a catodo comune è elevata
 - deve essere alta per non caricare eccessivamente lo stadio a monte
- un transistor bipolare in collettore comune ha impedenza di ingresso alta
- un FET a gate comune ha impedenza di ingresso alta

NORMATIVA / REGOLAMENTO INTERNAZIONALE

- La direttiva europea sulla 'compatibilità elettromagnetica' è la 2004/108/CE
- Se un'Amministrazione viene a conoscenza di un infrazione ai Regolamenti delle radiocomunicazioni commessa da una stazione dipendente accerta i fatti determina le responsabilità e adotta i provvedimenti necessari.
- la potenza di trasmissione di una stazione deve essere La minima necessaria per assicurare un servizio soddisfacente
- le larghezze di banda delle emissioni devono essere mantenute ai valori più bassi possibili consentiti dallo stato tecnico e dalla natura del servizio
- le stazioni obbligate a trasmettere il segnale di identificazione
 - del servizio d'amatore
 - del servizio mobile
 - del servizio di radiodiffusione
 - delle frequenze campione
 - dei segnali orari
- le stazioni **non** obbligate a trasmettere il segnale di identificazione
 - Radiofari di localizzazione dei sinistri
 - Stazione di salvataggio che emette automaticamente il segnale d'emergenza

- il nominativo deve essere ripetuto all'inizio ed alla fine delle trasmissioni ed a brevi intervalli nel corso delle stesse
- una stazione che effettui emissioni per prove, regolaggi o esperimenti deve trasmettere la propria identificazione lentamente e frequentemente.
- Nel caso che una stazione commetta infrazioni gravi, dovrà farsene rapporto all'Amministrazione del Paese da cui detta stazione dipende a cura delle Amministrazioni che le rilevino
- le irradiazioni provenienti da apparecchi destinati alle utilizzazioni industriali, scientifiche e mediche *NON* possono causare disturbi nocivi alle comunicazioni di radionavigazione o sicurezza
- le emissioni fuori banda delle stazioni trasmittenti non devono provocare disturbi pregiudizievoli ai servizi che funzionano nelle bande adiacenti.
- la tolleranza di frequenza è espressa in Parti per milione o Hz
- La frequenza assegnata ad una stazione di un dato servizio/La frequenza di trasmissione deve essere sufficientemente lontana dai limiti della banda assegnata a detto servizio.
- potenza dell'onda portante: media della potenza fornita alla linea d'alimentazione dell'antenna durante un ciclo di radiofrequenza in assenza di modulazione
- un privato o un'impresa che voglia installare o gestire una stazione trasmittente deve possedere una licenza rilasciata dal governo del paese da cui la stazione dipende
- il contenuto delle trasmissioni tra stazioni d'amatore è limitato a messaggi di carattere tecnico riguardanti esperimenti e ad osservazioni d'indole puramente personale
- sono vietate:
 - le trasmissioni inutili
 - Le trasmissioni di cui non sia data l'identità.
 - emissioni ad onde smorzate
 - messaggi a pagamento
 - trasmettere comunicazioni internazionali provenienti da terzi o destinate a terzi
 - trasmettere in FM sulla banda dei 14Mhz (20m)
 - trasmissioni con un Paese la cui amministrazione ha notificato la sua opposizione
 - intercettare senza autorizzazione le comunicazioni dei telefoni cellulari ETACS?
 - le comunicazioni intercettate diverse da quelle che la licenza autorizza a ricevere non devono essere né riprodotte, né comunicate a terzi e non se ne deve nemmeno rivelare l'esistenza
 - segnali codificati
 - Trasmissione di segnali falsi o disturbanti
- Nelle trasmissioni di prova o di regolaggio i segnali devono essere scelti tra quelli che non si confondano con i segnali presenti o definiti dal regolamento e dal codice internazionale.
- la licenza di una stazione trasmittente attesta che per quella stazione è stato concesso l'installazione e l'esercizio.
- il centro della banda di frequenza assegnata ad una stazione è definito come frequenza assegnata ad una stazione
- Una stazione d'amatore *NON* può ascoltare senza autorizzazione le comunicazioni tra aerei e torre di controllo
- La potenza utilizzabile dal titolare di una autorizzazione generale è sempre di 500 W
 - è fissata dalle amministrazioni interessate, tenendo conto dell'idoneità tecnica degli operatori e delle condizioni nelle quali dette stazioni debbono operare
- In Italia il nominativo di radioamatore è formato dalla lettera I seguita da una singola cifra e da un gruppo di più di tre lettere.
- l'autorizzazione dura 10 anni
- Con la patente di radioamatore è possibile ottenere **l'autorizzazione generale**.
- un radioamatore può segnalare di trovarsi in condizioni d'emergenza e chiedere assistenza con qualsiasi forma di radiocomunicazione

- Le apparecchiature radio utilizzate dai radioamatori possono essere modificate se rispettano i requisiti tecnici delle normative internazionali di settore.
- L'ubicazione della stazione in domicilio diverso deve essere preventivamente comunicato all'Ispettorato territoriale
- la stazione di radioamatore può essere usata da persona diversa dal titolare solo da persona munita di patente, sotto la diretta responsabilità del titolare
- Per trasferire temporaneamente la stazione di radioamatore in Italia *non* è necessaria nessuna autorizzazione preventiva.
- qualora una stazione di radioamatore intercetti involontariamente, una comunicazione di soccorso deve avvertire l'Autorità competente e proseguire l'ascolto.
- Il servizio di amatore può utilizzare satelliti spaziali
- le Amministrazioni devono Evitare che gli apparati elettromedicali non causino disturbi pregiudizievoli per i servizi di radiocomunicazione
- per evitare i disturbi
 - deve essere scelta La banda laterale
 - usare nel migliore dei modi le proprietà delle antenne direttive
- Ogni disturbo nocivo causato da prove ed esperimenti deve essere eliminato al più presto possibile.
- Nella pianificazione delle stazioni utilizzare antenne direttive per evitare i disturbi
- Una stazione che riceve un disturbo nocivo deve dare alla stazione disturbata tutte le informazioni per identificare la causa e le caratteristiche di disturbo e comunicarlo all'Amministrazione da cui dipende la stazione disturbatrice.
- il mondo è stato suddiviso in 3 Regioni, l'Europa è nella regione 1