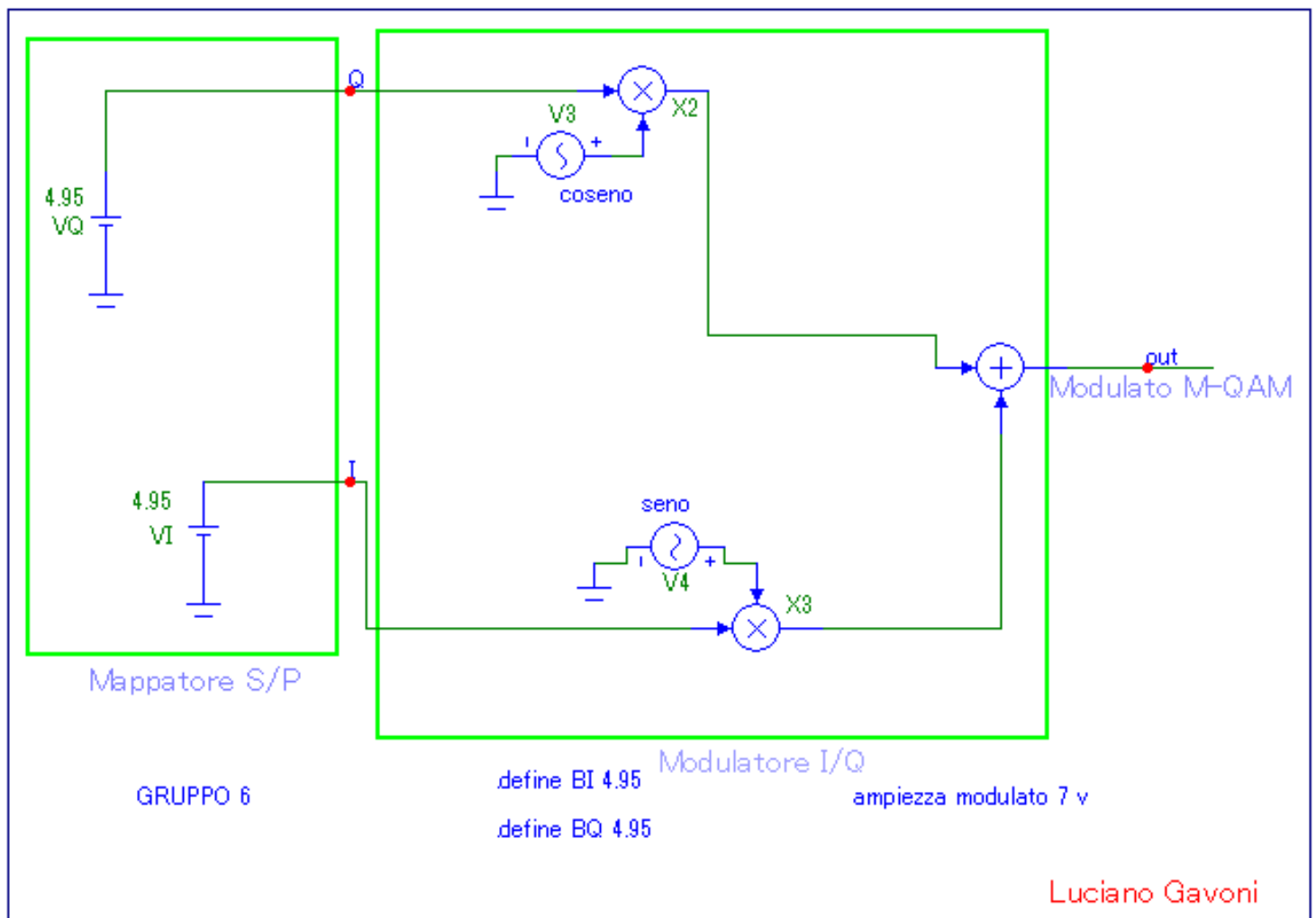


Modulazione uplink

Esperienza di laboratorio n 3

Luciano Gavoni - 28 gennaio 2014

modulazione uplink

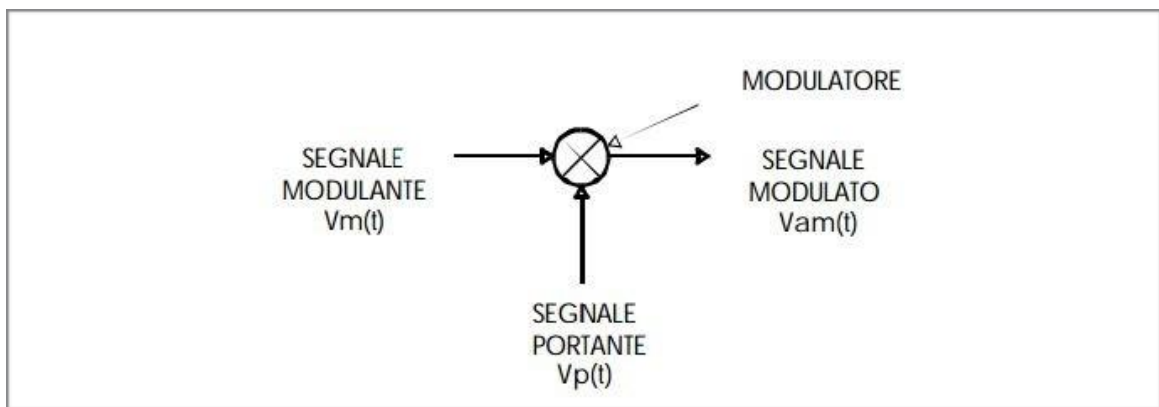


Cenni teorici

Modulazione: Modulare un segnale (**in fsk**), significa traslarlo in frequenza e quindi modificando l'intensità di questa traslazione è possibile trasmettere segnali senza che vengano sovrapposti. La modulazione viene effettuata da un circuito noto come modulatore, che in linea di principio può essere considerato come un circuito avente due ingressi e un'uscita. Indipendente dal tipo di modulazione adottata, la denominazione che assumono i segnali in un modulatore è la seguente:

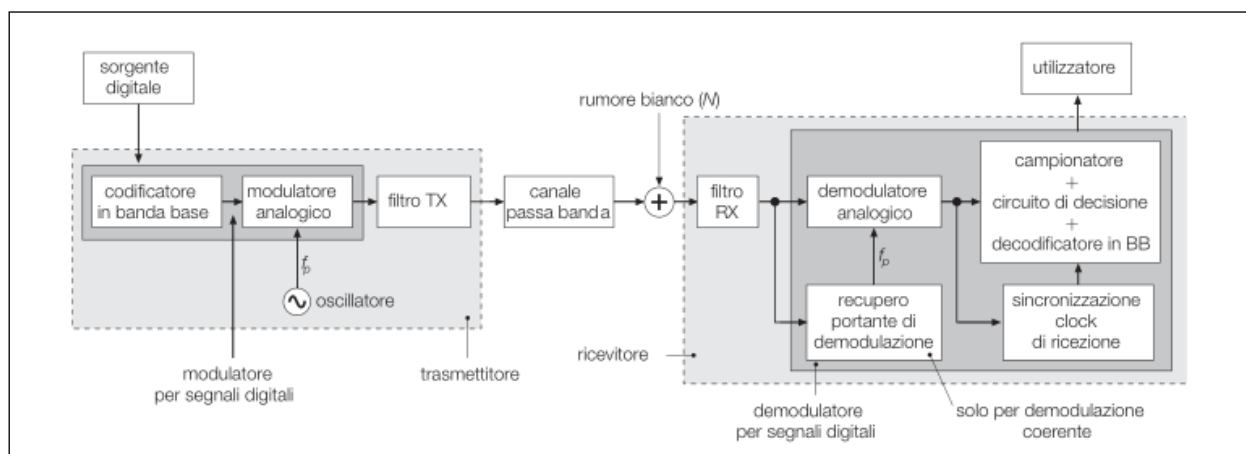
- Modulante: è il segnale informativo che si deve trasmettere, normalmente di bassa frequenza; può essere un segnale vocale, musicale o video:
- Portante: è un segnale sinusoidale avente frequenza elevata; è di norma generato da un oscillatore.
- Modulato: è il segnale risultante del processo di modulazione; ha una frequenza elevata e contiene in qualche suo parametro l'informazione da trasmettere.

Segnale digitale: un segnale che può assumere solo un numero limitato



di valori; un caso particolare si ha quando i valori possibili sono due: in tal caso si parla di segnale digitale binario.

Trasmissione digitale: In sostanza la necessità della modulazione deriva dal fatto che su un canale passa banda posso viaggiare in modo efficiente solo sinusoidi modulate. I metodi di modulazione adottati nell'ambito dei sistemi digitali vanno sotto il nome di modulazioni digitali. Ecco una rappresentazione di un generico sistema di trasmissione digitale su Canale passa banda (fa passare soltanto una determinata frequenza, per esempio 2,4Khz. e taglia tutte le altre al di sopra e al di sotto di questa.)



Modulazioni digitali:

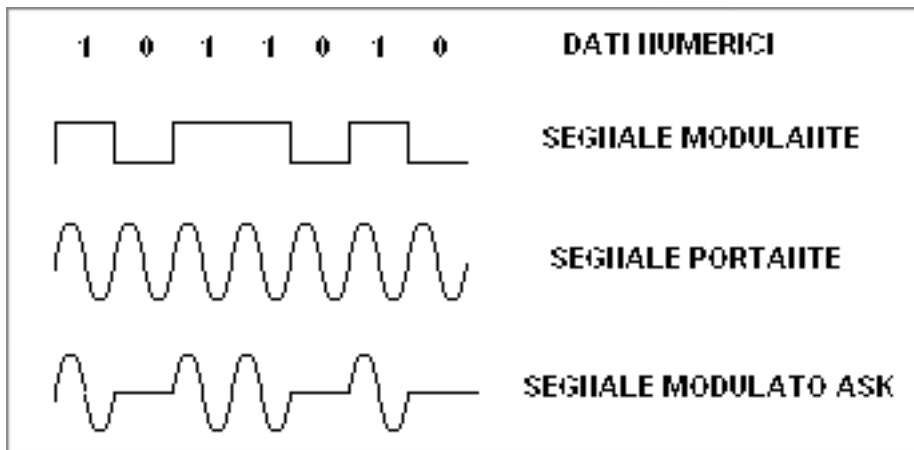
Si chiamano modulazioni numeriche o digitali, quel tipo di modulazioni in cui il segnale modulante è di tipo numerico e vengono impiegate nella trasmissione dati fra modem, nei ponti radio, nei cellulari, nei collegamenti via satellite.

Le modulazioni digitali si dividono in:

- ASK (Amplitude Shift Keying = modulazione a spostamento di ampiezza).

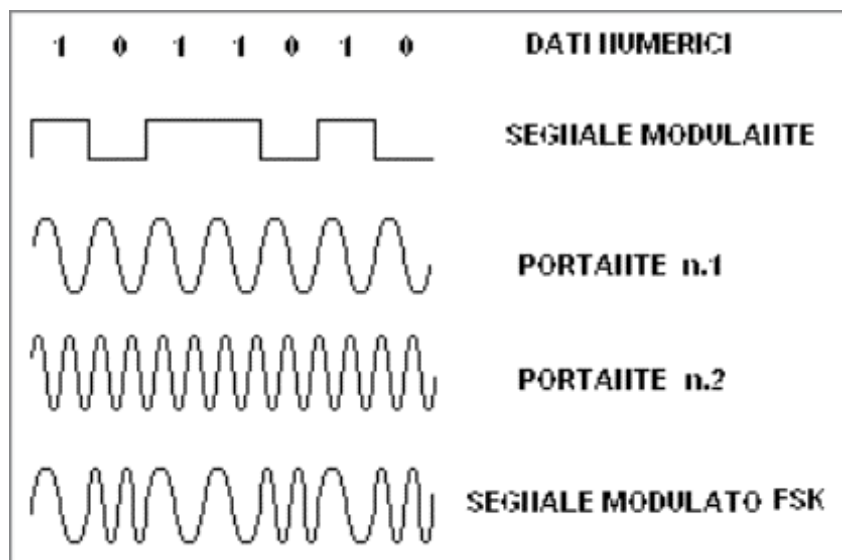
Nella ASK il segnale digitale, che costituisce l'informazione da trasmettere, va a modulare una portante sinusoidale facendone variare l'ampiezza.

La più usata di questo tipo è la OOK in cui corrisponde all'uno logico la portante stessa e, allo zero logico l'assenza della portante, come in figura:



- FSK (Frequency Shift Keying = modulazione a spostamento di frequenza).

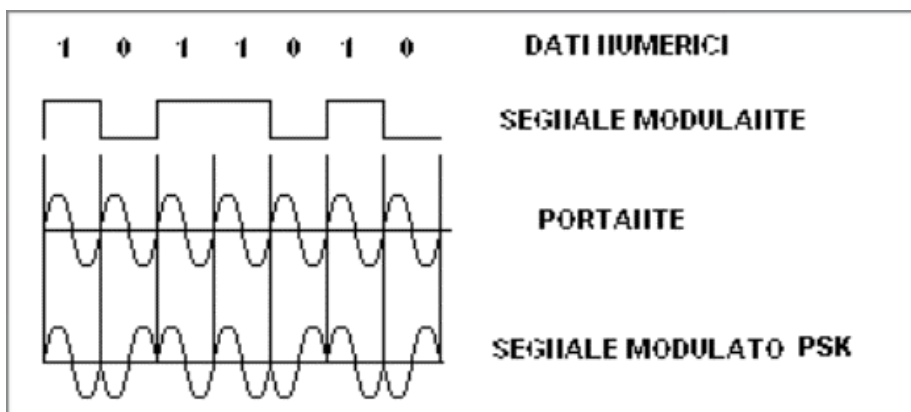
Nella FSK si hanno due possibili portanti a frequenze diverse che vengono abbinate ai due valori logici binari uno e zero.



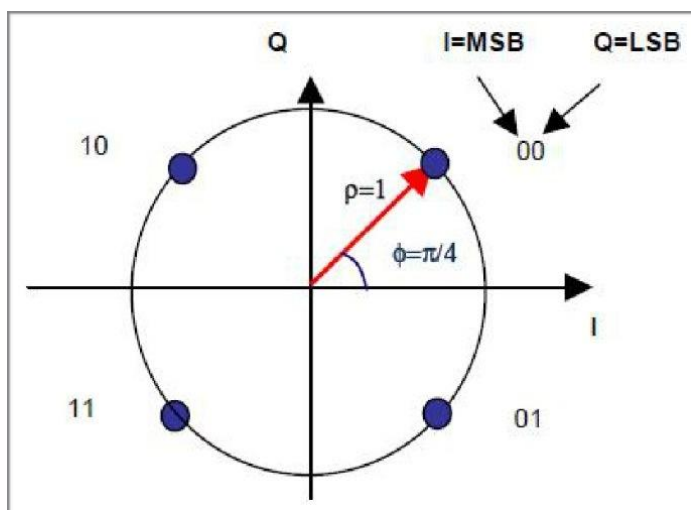
- PSK (Phase Shift Keying = modulazione a spostamento di fase).

Questo tipo di modulazione è stata usata nei primi modem, V21 e V23 molto lenti rispetto a quelli odierni, ed è tuttora usata nei ponti radio e nelle trasmissioni fra cellulari del tipo GSM. La modulazione numerica più moderna è certamente la PSK, nella quale si ha una

sola portante e quindi i due valori numerici uno e zero vengono fatti corrispondere a due fasi diverse della stessa frequenza: 0° e 180° rispettivamente, come nella seguente figura: Se anziché associare la variazione di fase solo a parole di un bit, come nel caso della BPSK, associa, per ipotesi, parole di due bit, avrò sì bisogno di di 22 livelli differenti di fase, ma riuscirò a trasmettere più velocemente. Questo è il più semplice esempio di modulazione PSK multifase, la situazione per un numero $M=4$ ed $M=8$ (quindi una costellazione formata da 8 punti)



QPSK: è una modulazione digitale in cui il segnale modulato può assumere 4 fasi diverse e ad ogni fase è associata a una coppia di bit. La differenza di fase tra due stati adiacenti è pari a 90° . Riporto una costellazione QPSK(4-PSK) nella seguente immagine:



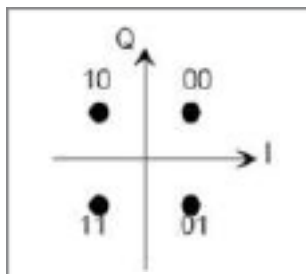
Costellazione:

Quando la modulazione ammette più di due stati (posizioni) invece di disegnare la fondazione del segnale modulato si preferisce utilizzare una rappresentazione vettoriale ottenuta importando sul piano noto con piani o l'opposizione socialista che il vettore associato sentiamo dopo posso assumere era loro associazione con il bit in ingresso modulatore. Con costellazione si indica il grafico che riporta sul piano I-Q i punti corrispondenti agli M stati che possono essere assunti dal segnale modulato, a ciascuno dei quali sono associati $n = \log_2(M)$ bit.

Descrizione della prova

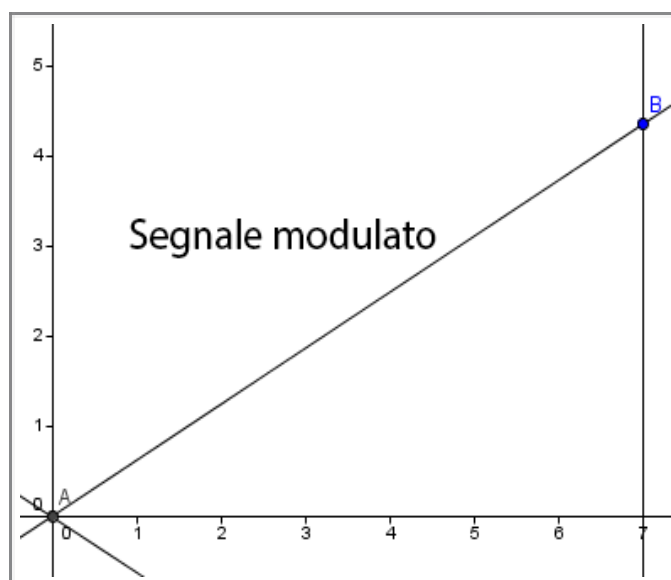
Al nostro gruppo composto da due persone, Gentile e il sottoscritto, hanno assegnato le seguenti caratteristiche da cui abbiamo dovuto attenerci per la realizzazione del circuito:

- Ampiezza modulato: 7v.
- QPSK con la seguente costellazione:

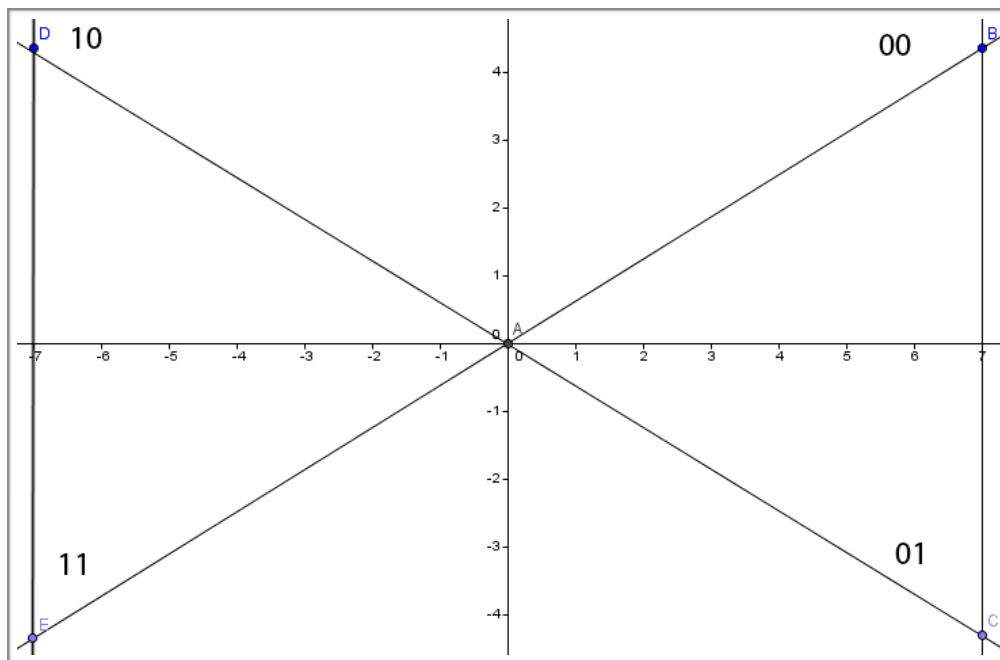


Grazie a queste caratteristiche a noi assegnate siamo stati in grado di trovare i valori da assegnare alle due batterie del circuito nel seguente modo:

Abbiamo disegnato su un grafico cartesiano l'ampiezza del modulato, utilizzando un vettore, dopo aver compreso che il vettore da noi creato, forniva un angolo di 45° , abbiamo potuto riscontrare l'ampiezza del cateto del triangolo formatosi con gli assi cartesiani e il punto estremo del vettore. Utilizzando la seguente formula: $cateto = 7 * \text{sena}$, dove sette corrisponde all' ampiezza del modulato e α corrisponde all'ampiezza dell'angolo. Il cateto corrisponde al valore da definire per entrambe le batterie. Come possiamo osservare nel seguente esempio:



Dopo di che abbiamo sfasato l'angolo del triangolo di $\pi/2$ ottenendo gli altri punti della costellazione, come possiamo notare nel grafico nella pagina seguente:



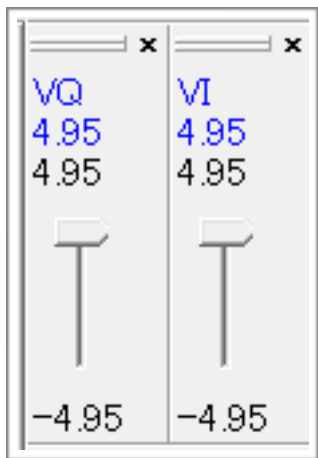
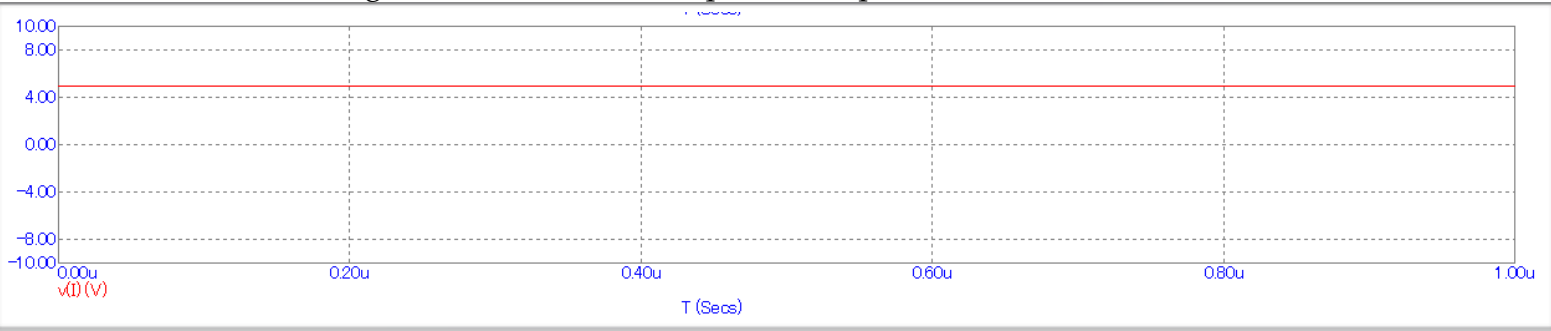
Coppia di bit ingresso	I	Q	Ap modulato	Fase
00	4,95	4,95	7	$\pi/4$
01	-4,95	4,95	7	$3/4\pi$
10	4,95	-4,95	7	$5/4\pi$
11	-4,95	-4,95	7	$7/4\pi$

Grazie a questa rappresentazione siamo riusciti a trovare i valori necessari per rappresentare i 4 punti della costellazione, che poi successivamente utilizzeremo nella realizzazione del circuito, così ottenendo la seguente tabella:

Dopo aver svolto i vari calcoli ritenuti utili per il procedimento del circuito, lo abbiamo realizzato utilizzando Microcap, con i seguenti componenti:

- Due batterie, eroganti 4,95V, valore applicato utilizzando la formula precedente descritta. Così facendo abbiamo creato il mappatore.
- Abbiamo utilizzato due generatori sinusoidali:
 - ❖ Il primo per il coseno, con ampiezza 1V, frequenza 100k e fase greco mezzi.
 - ❖ Il secondo per il seno, con ampiezza 1v, frequenza 100k e fase 0.

- Ogni segnale uscito da ogni singolo generatore verrà moltiplicato con il valore uscente dalla batteria assegnata. Utilizzando un moltiplicatore(Multiplier Macro).
- Questi due segnali uscenti dalla moltiplicazione precedente, verranno sommati



utilizzando un sommatore(Digital Filter 2 input sum block).

Dopo aver descritto i componenti utilizzati, ora andremo ad analizzare il funzionamento del circuito.

Dopo aver impostato correttamente le batterie con un voltaggio pari a 4,95V, potremo notare dal seguente grafico, che il valore delle due batterie coincidono, poichè entrambe hanno lo stesso valore:

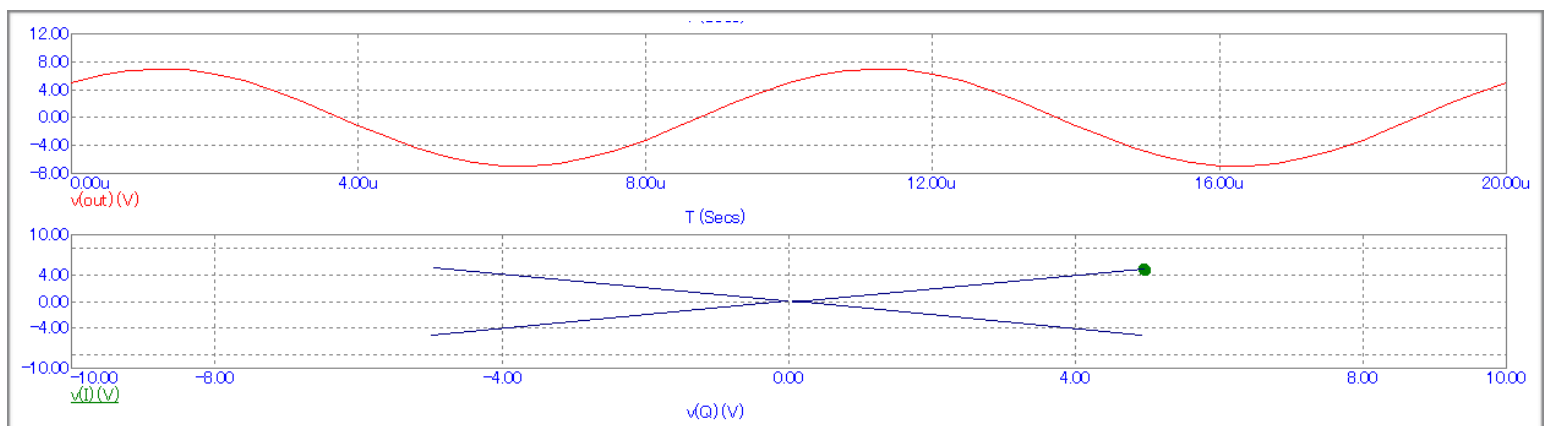
Successivamente il valore di ogni singola batteria verrà modificato attraverso uno slider, apposito per ogni batteria, in questo modo andremo

a verificare le modifiche del segnale uscente.

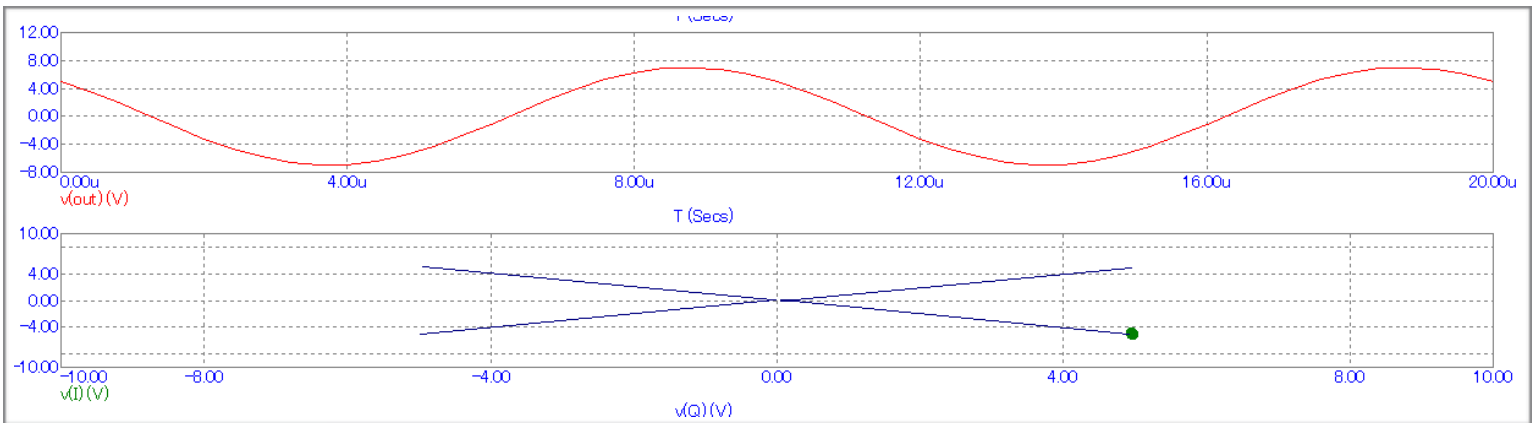
Ora andremo ad analizzare caso per caso i multiformi segnali uscenti e andremo ad analizzare le caratteriste singole.

Attraverso la tabella riportata in pagina 6, andremo a modificare i valori della batteria attraverso due slider, una per la prima batteria, e il secondo per la seconda batteria.

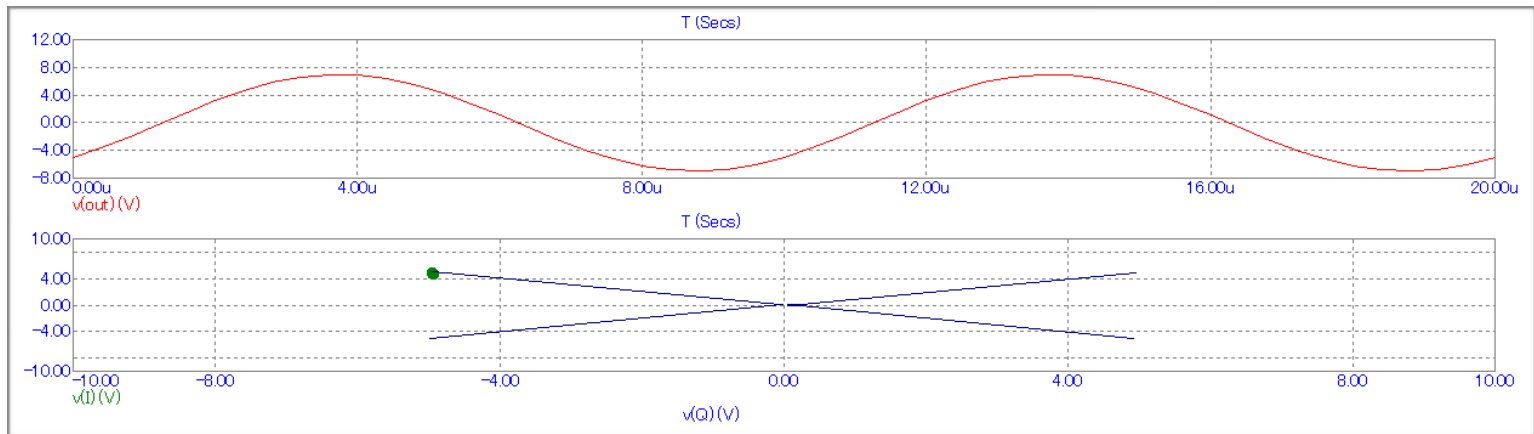
1. Il valore della prima batteria (I) è pari a 4,95, il valore della seconda batteria (Q) è pari a 4,95 con fase $\pi/4$.



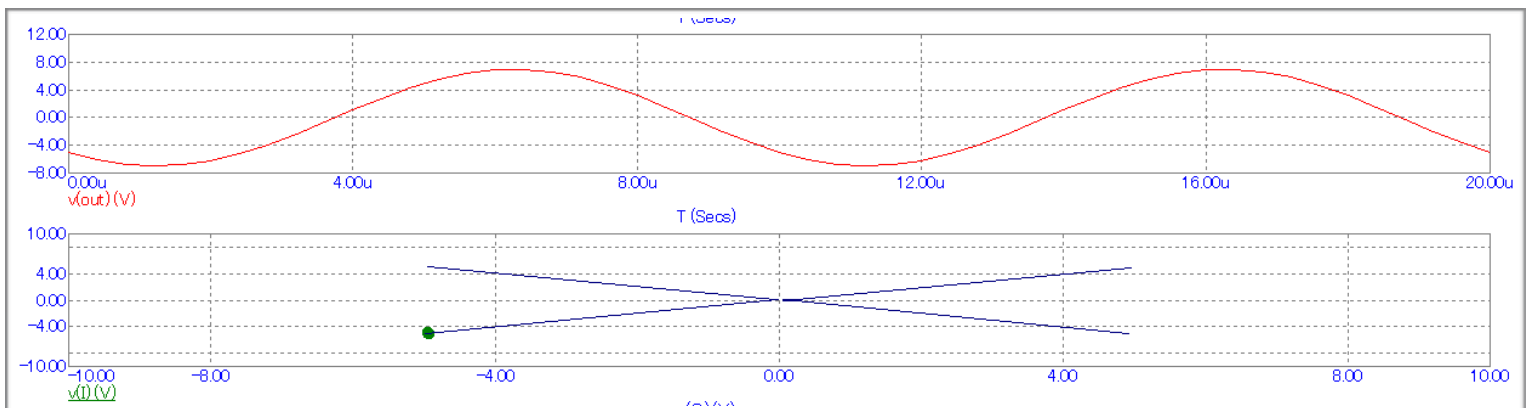
2. Il valore della prima batteria (I) è pari a $-4,95$, il valore della seconda batteria (Q) è pari a $4,95$ con fase $3\pi/4$.



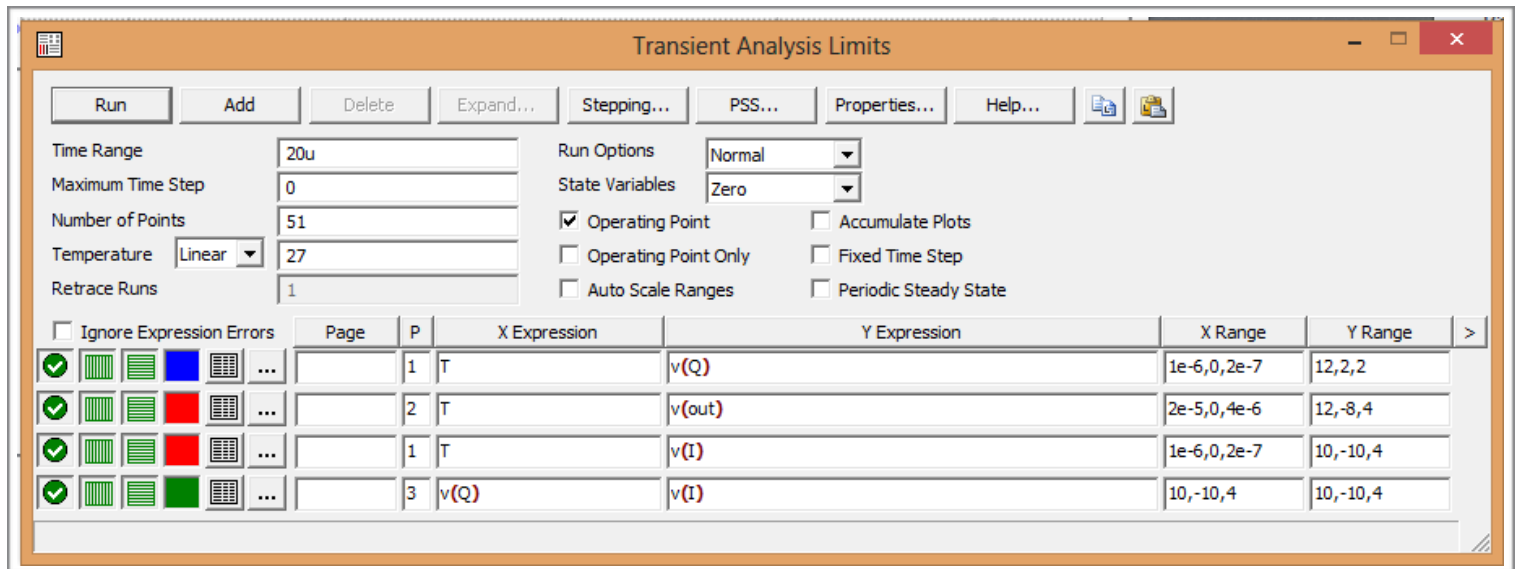
3. Il valore della prima batteria (I) è pari a $4,95$, il valore della seconda batteria (Q) è pari a $-4,95$ con fase $5\pi/4$.



4. Il valore della prima batteria (I) è pari a $-4,95$, il valore della seconda batteria (Q) è pari a $-4,95$ con fase $5\pi/4$.



Infine riportiamo i settaggi utilizzati per l'analisi transient del circuito:



Considerazioni finali:

L'obiettivo della prova era di osservare il comportamento del segnale modulato a seconda dell'ampiezza del valore delle batterie, così facendo si può constatare il cambiamento di fase causato dal continuo spostamento dei valori delle batterie, verificando la corretta modulazione PSK.

Dopo aver assegnato un valore di 4,95V ad entrambe le batterie, e dopo avere moltiplicato il proprio valore uscente con il seno o coseno a seconda dei casi, e successivamente abbiamo sommato i due segnali, creando un segnale modulato il quale variava a secondo dei valori delle batterie; siamo riusciti ad appurare il corretto funzionamento del circuito, e abbiamo rilevato uno sfasamento di $\pi/4$. Accertato questo fatto abbiamo cambiato il valore delle batterie astenendoci alla costellazione assegnataci precedentemente e abbiamo dimostrato attraverso i grafici rappresentati precedentemente, lo sfasamento del segnale uscente sfasato di $\pi/4$. Dopo vari tentativi abbiamo ottenuto i punti corretti che volevo ottenere data la nostra costellazione, mettendo sull'asse X $V(Q)$ e sull'asse Y $V(I)$ perciò siamo stati in grado di svolgere correttamente il circuito. Conseguentemente a ciò abbiamo compreso il funzionamento della modulazione 4-PSK.