

6

Generazione della portante sinusoidale

In questo capitolo vengono illustrati due metodi per la generazione di portante sinusoidale affetta da rumore di fase. Un metodo produce un segnale simulato quantizzato su codici di 8 bit con segno utilizzando un software scritto in linguaggio Labview, mentre il secondo produce un segnale emulato utilizzando un'apposita stazione di generazione costruita ad hoc per ottenere una portante affetta da rumore il cui andamento in frequenza segue la legge f^{-n} , con n intero, descritta nel capitolo 1. Entrambi i metodi producono almeno 525312 punti, ovvero 524288 punti per un intero ciclo d'elaborazione e 1024 punti di inizializzazione dei registri di stato del filtro FIR.

6.1 Segnale simulato tramite software Labview

Per ottenere il segnale sinusoidale simulato, è stato utilizzato un apposito software Labview, il quale produce i campioni del segnale quantizzato su codici di 8 bit con segno. Tale software è diviso in due parti: un'interfaccia, con il quale è possibile regolare i parametri di generazione del segnale, e una sezione dedicata al codice stesso.

In figura 6.1 viene riportata l'interfaccia grafica del software Labview. Mediante tale interfaccia, è possibile impostare i seguenti parametri:

- frequenza della portante sinusoidale;
- offset di frequenza;
- fase iniziale;
- deviazione standard della variabile aleatoria utilizzata per produrre il rumore di fase;
- numero di punti per periodo;
- numero di punti da generare;
- numero di periodi per punto casuale generato.

In due indicatori “Plot” è possibile visualizzare il rumore di fase generato e due periodi del segnale, in modo da poter visivamente controllare l’effetto del rumore di fase sugli attraversamenti per lo zero.

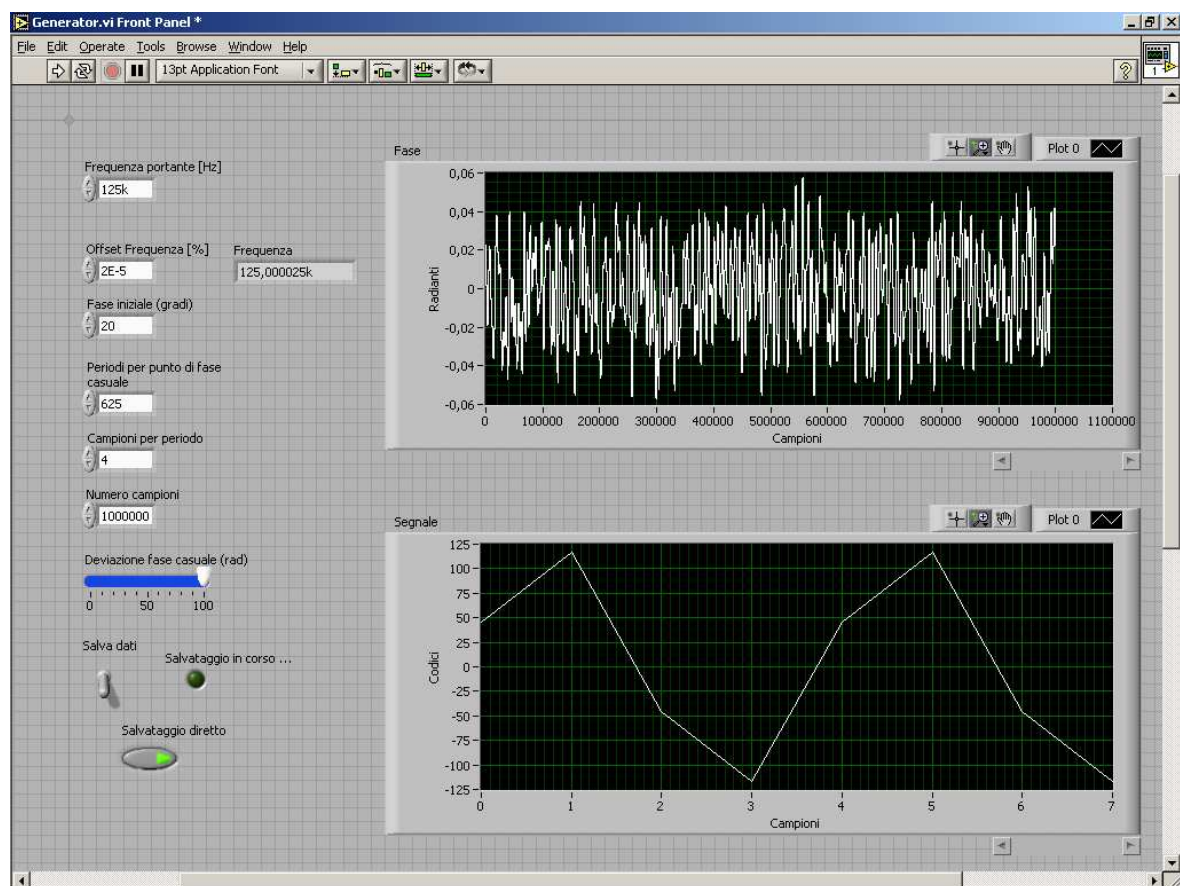


Fig. 6.1 – Interfaccia Labview del software di generazione

E’ possibile inoltre visualizzare unicamente i dati prodotti, oppure salvarli su file per essere successivamente trasportati nella memoria esterna del DSP.

In figura 6.2 viene riportato il codice Labview.

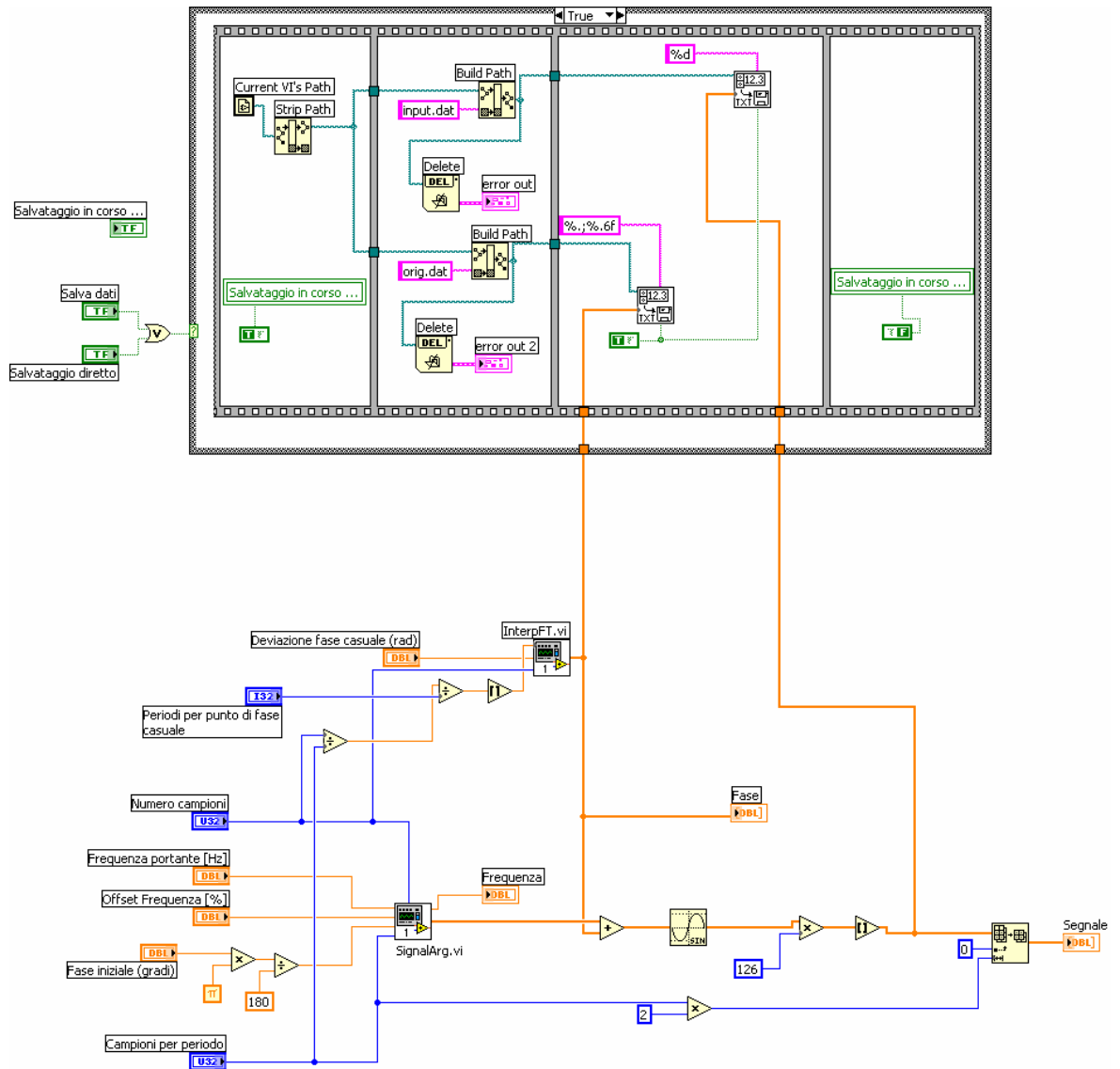


Fig. 6.2 – Codice Labview

In questa sezione vengono unicamente fissati i parametri con i quali viene generata la portante, affidando a due sub-VI il compito di generare l'argomento della funzione seno. Un primo sub-VI, chiamato *SignalArg*, genera la seguente quantità:

$$2\pi \left(f_0 + \frac{f_{dev} \cdot f_0}{100} \right) \cdot \frac{n}{N_p f_0} + \varphi_0$$

la quale viene sommata ad un secondo segnale, generato da *InterpFT*, dedicato alla produzione del rumore di fase. f_{dev} rappresenta la deviazione di fase (in percentuale)

rispetto alla portante, N_p il numero di campioni per periodo, f_0 e φ_0 sono rispettivamente la frequenza portante e la fase iniziale del tono sinusoidale.

In figura 6.3 è riportato il codice del sub-VI *SignalArg*.

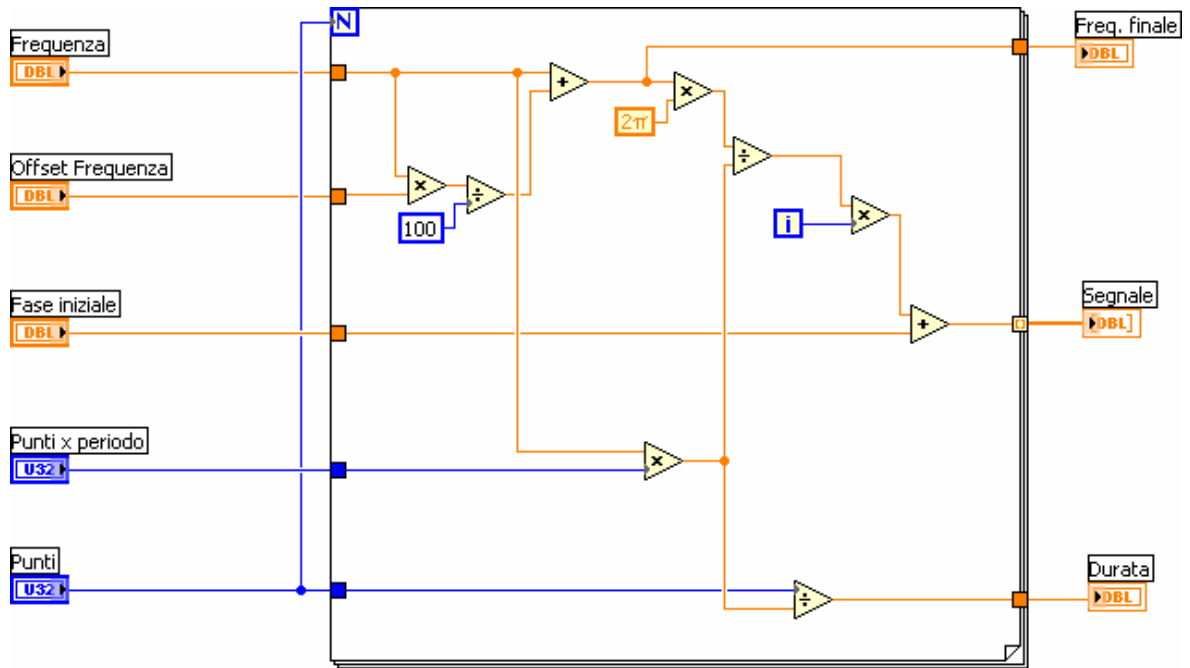


Fig. 6.3 – Sub-VI *Signal Arg*

Come è possibile notare, viene operato un banale campionamento del segnale. In figura 6.4, viene illustrato il sub-VI *InterpFT*. Tale sub-VI opera una interpolazione dei campioni di rumore di fase, riprodotti tramite una sequenza casuale distribuita uniformemente.

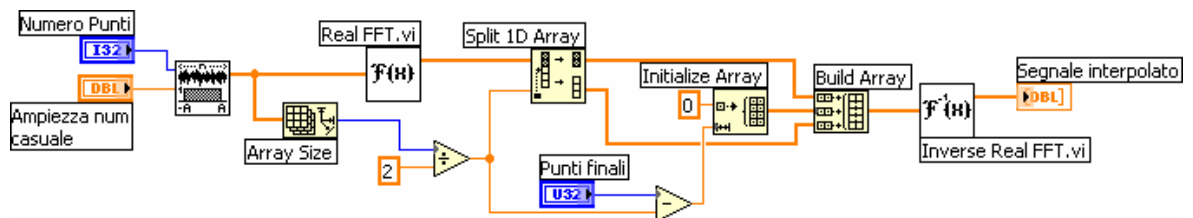


Fig. 6.4 – Sub-VI *InterpFT*

Tale interpolazione viene effettuata utilizzando una particolare proprietà della trasformata di Fourier, denominata *interpolazione periodica*. In pratica, viene operata una DFT su N_p punti (con $N_p < 1024$); i vettori dello spettro ottenuti vengono allungati con $1024 - N_p$ zeri (distribuiti sulle frequenze centrali dello spettro), e su tali vettori viene operata una IFFT. I campioni di fase vengono in tal modo interpolati con una funzione di tipo *sinc*. In figura 6.5 viene riportato un segmento del rumore di fase prodotto con tale metodo.

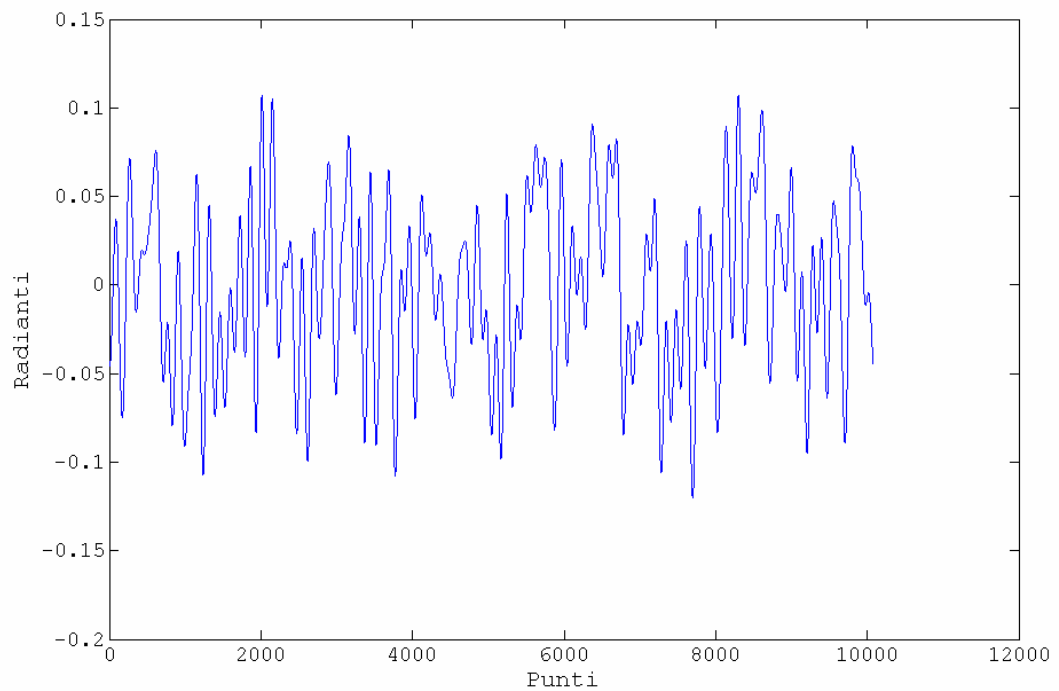


Fig. 6.5 – Rumore di fase simulato

6.2 Segnale emulato generato tramite strumentazione

Il segnale emulato viene generato tramite l'uso di strumenti opportunamente collegati tra loro. Tali strumenti sono:

- un generatore di segnali Agilent 33220A;
- un generatore di forma d'onda arbitraria Sony AWG2020;
- un generatore di segnale modulato Hewlett-Packard 8648B;

- un oscilloscopio LeCroy LC584AL;

La configurazione dei collegamenti è riportata in fig. 6.6. In una prima fase, vengono effettuate le seguenti impostazioni, su ciascuno degli strumenti:

- sul generatore 33220A, viene impostata la generazione di un'onda quadra con una determinata frequenza, modulata in FM con una modulante di tipo rumore e con una fissata deviazione in frequenza;
- sul generatore AWG2020, viene caricata una sequenza di 3256 campioni casuali distribuiti tra -1 e 1 con legge uniforme. Tale sequenza viene generata in maniera circolare;
- sul modulatore di segnali HP8648B, viene impostato l'indice di modulazione di fase sul segnale modulante in ingresso e la frequenza della portante;
- sull'oscilloscopio LeCroy viene impostata una frequenza di campionamento pari a 4 volte quella della portante, e viene configurato per acquisire 2,5M di punti.

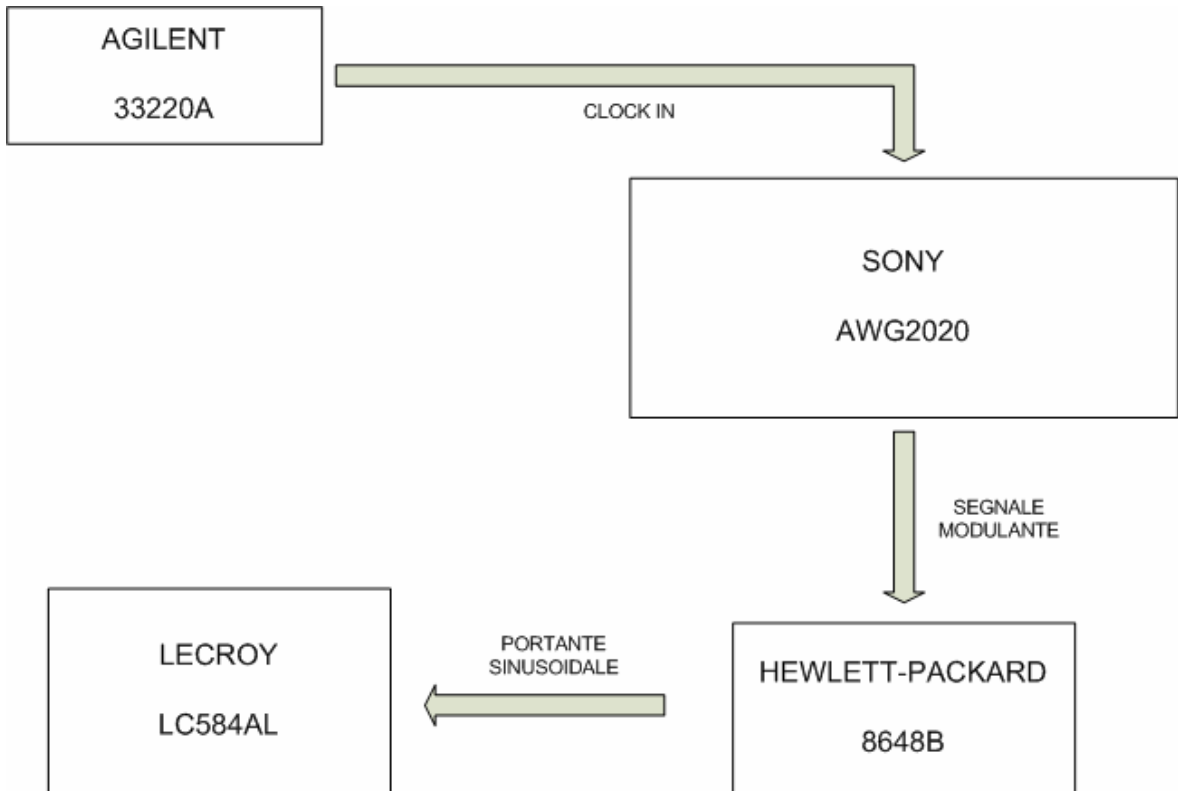


Fig. 6.6 – Schema di collegamento dei singoli apparati

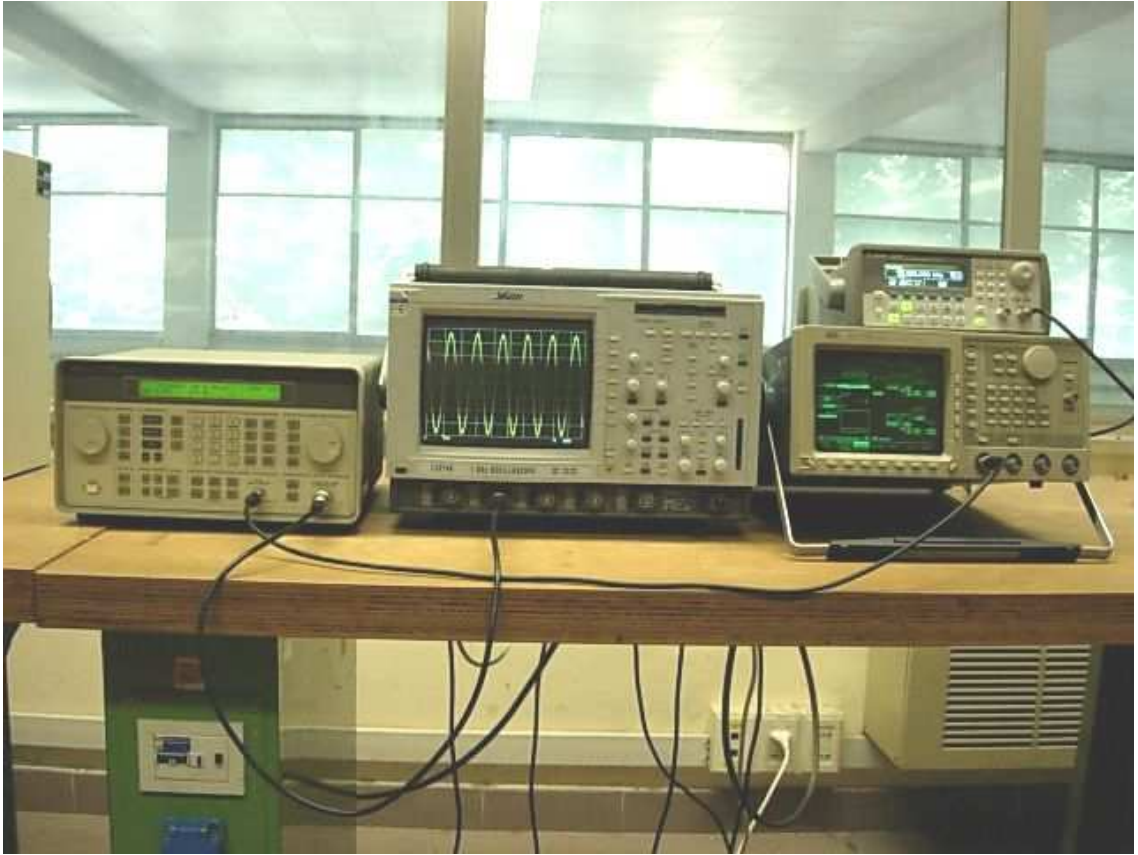


Fig. 6.7 – Stazione di generazione del segnale

Una volta impostati i parametri del segnale onda quadra sul generatore di segnali Agilent, dal morsetto *Output* viene generato il segnale riportato in fig. 6.8. L'onda quadra modulata in FM rappresenta il segnale di clock fornito al Sony AWG2020 per la produzione del segnale con forma arbitraria, il quale viene fornito tramite l'ingresso *CLOCKIN*. L'AWG viene caricato preventivamente con una sequenza di 3256 campioni casuali, i quali vengono generati ad ogni fronte di discesa del segnale di clock. Il risultato è un'onda quadra modulata in frequenza dal segnale di clock, e in ampiezza dalla sequenza casuale ciclica fornita dall'AWG. In figura 6.10 e 6.13 sono riportati i valori della sequenza casuale caricata nell'AWG e il segnale modulante generato dall'AWG. Tale segnale viene utilizzato come sorgente modulante per il generatore HP8648B, il quale produce in uscita una portante sinusoidale con fissata frequenza e modulante modulata in fase.

La scala delle seguenti figure è stata volutamente espansa per rendere visibile il comportamento dei segnali utilizzati.

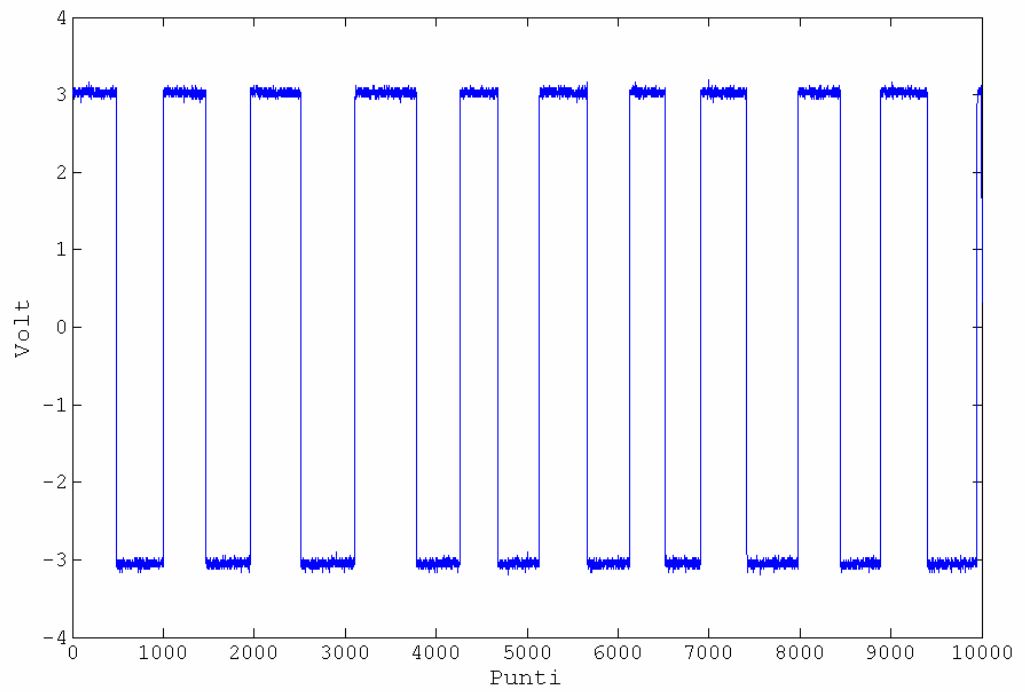


Fig. 6.8 – Onda quadra modulata in FM generata dall'Agilent 33220A



Fig. 6.9 – Generatore di segnali Agilent

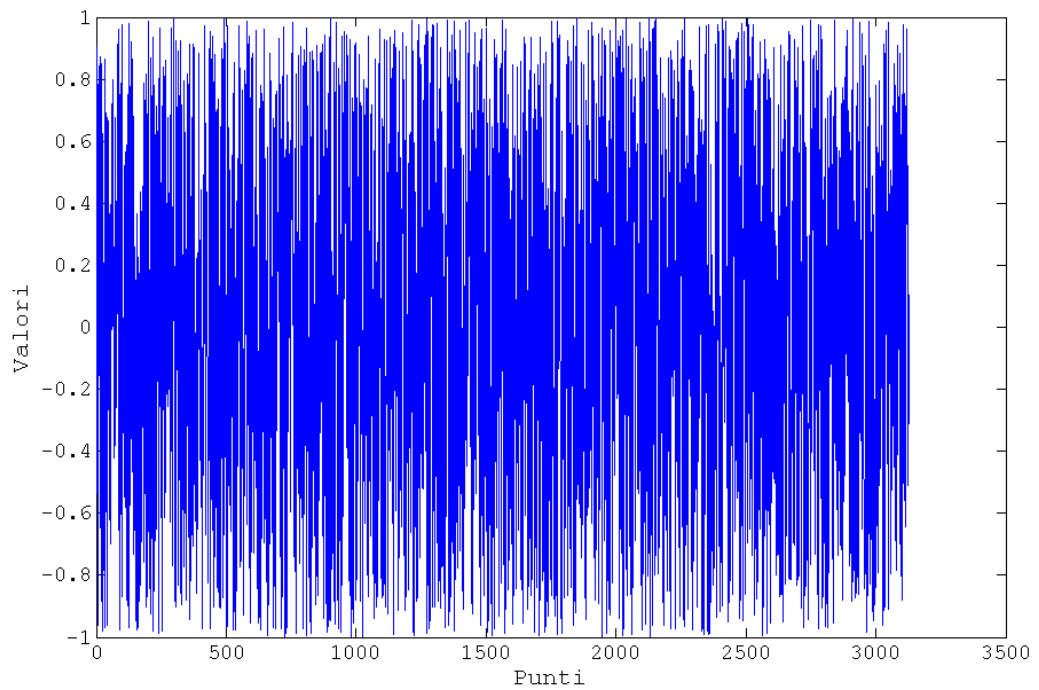


Fig. 6.10 – Sequenza casuale memorizzata nell'AWG2020

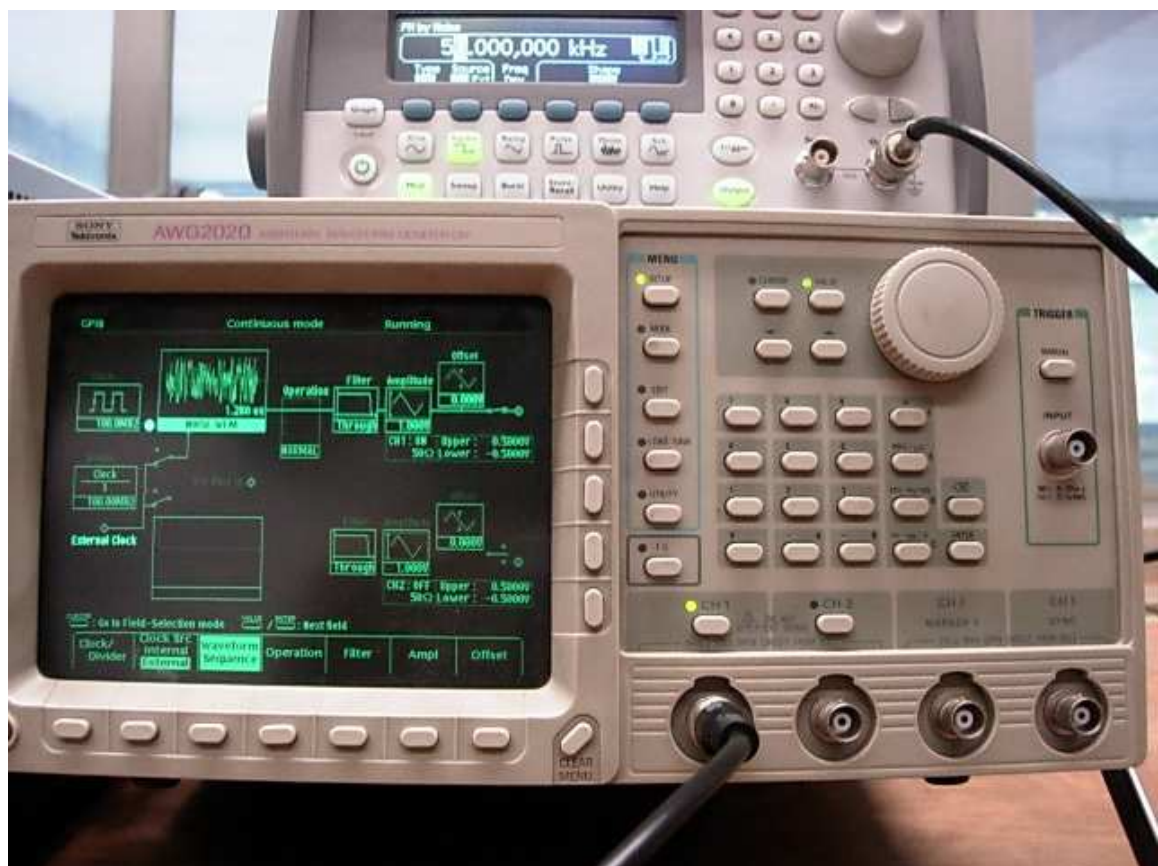


Fig. 6.11 – Generatore di forma d'onda arbitraria AWG2020



Fig. 6.12 – Ingresso del segnale di clock del generatore AWG

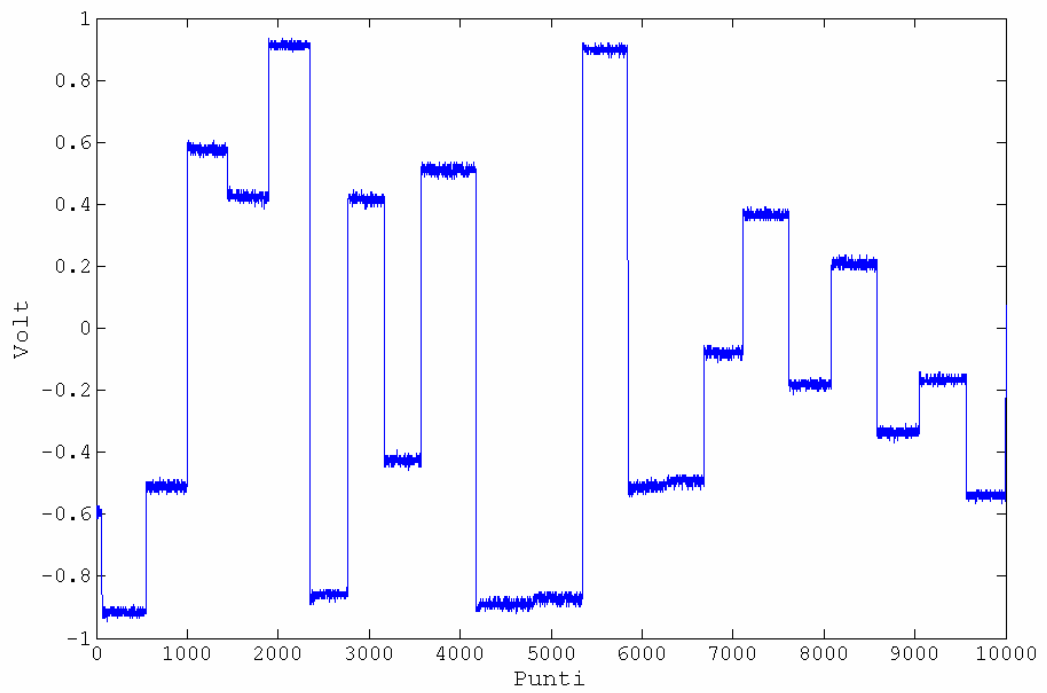


Fig. 6.13 – Segnale modulante generato dall'AWG2020



Fig. 6.14 – Modulatore HP8648B

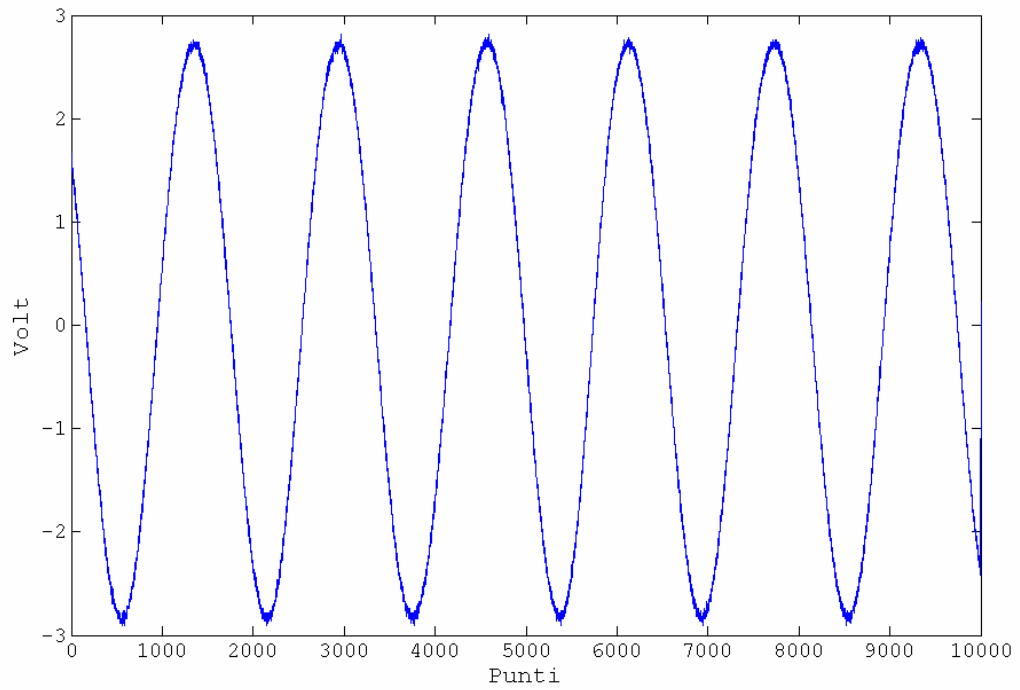


Fig. 6.15 – Segnale portante sinusoidale generato dall'HP8648B

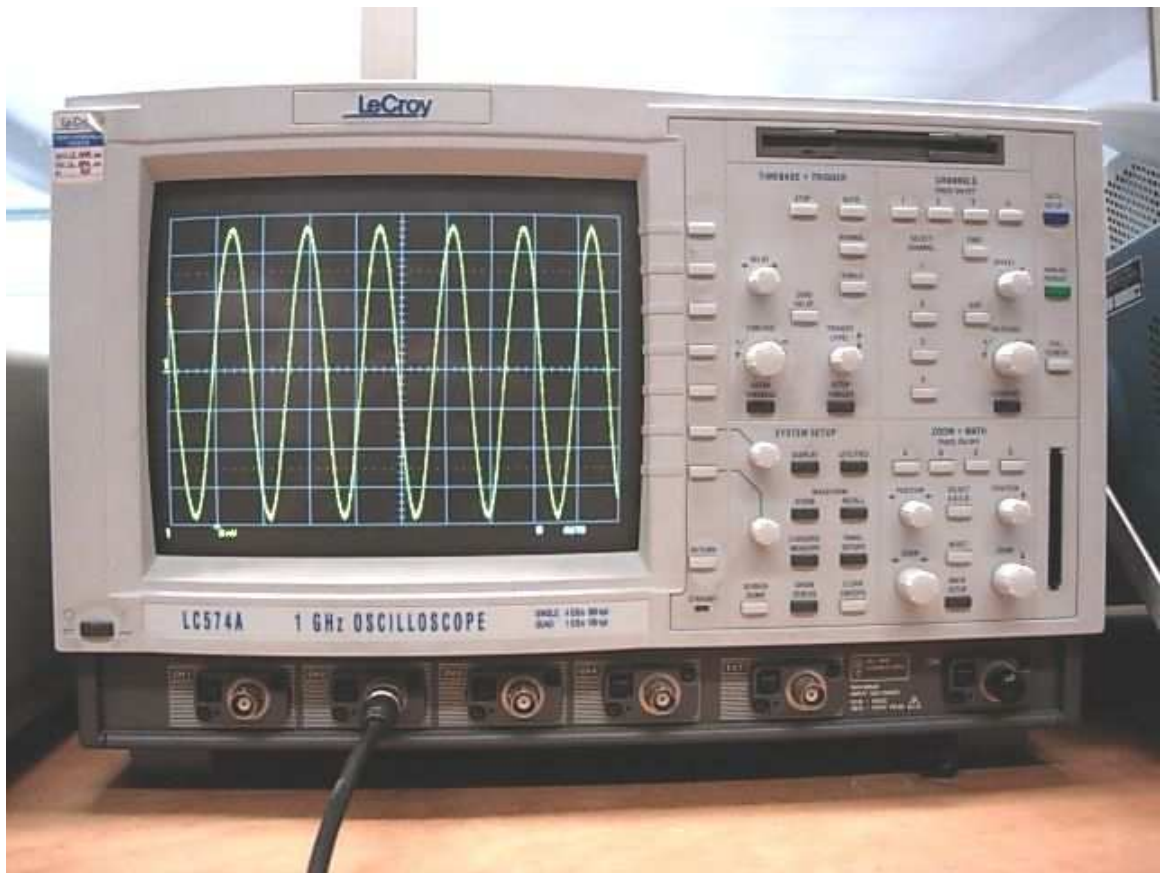


Fig. 6.16 – Oscilloscopio LeCroy LC574AL

A valle dell'oscilloscopio, i campioni vengono memorizzati e scaricati su memoria di massa tramite interfaccia GPIB e ambiente Labview.