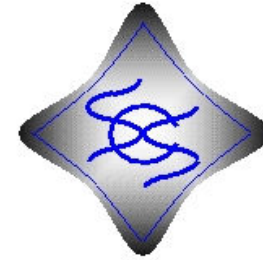




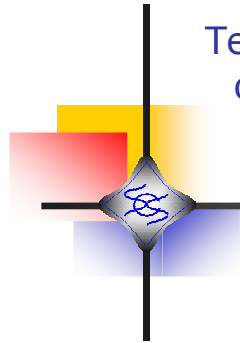
Technical University
of Iasi, Romania



Faculty of Electronics and
Telecommunications

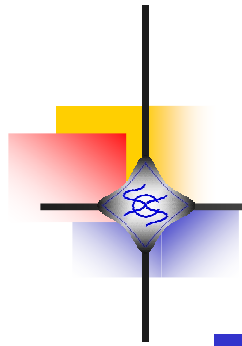


Signals, Circuits and
Systems laboratory



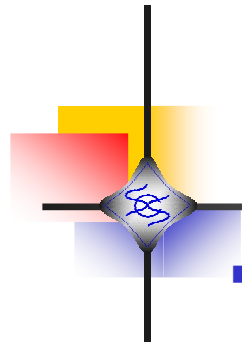
GENERATOARE DE SEMNAL DIGITALE

Prof. Victor Grigoras



Cuprins

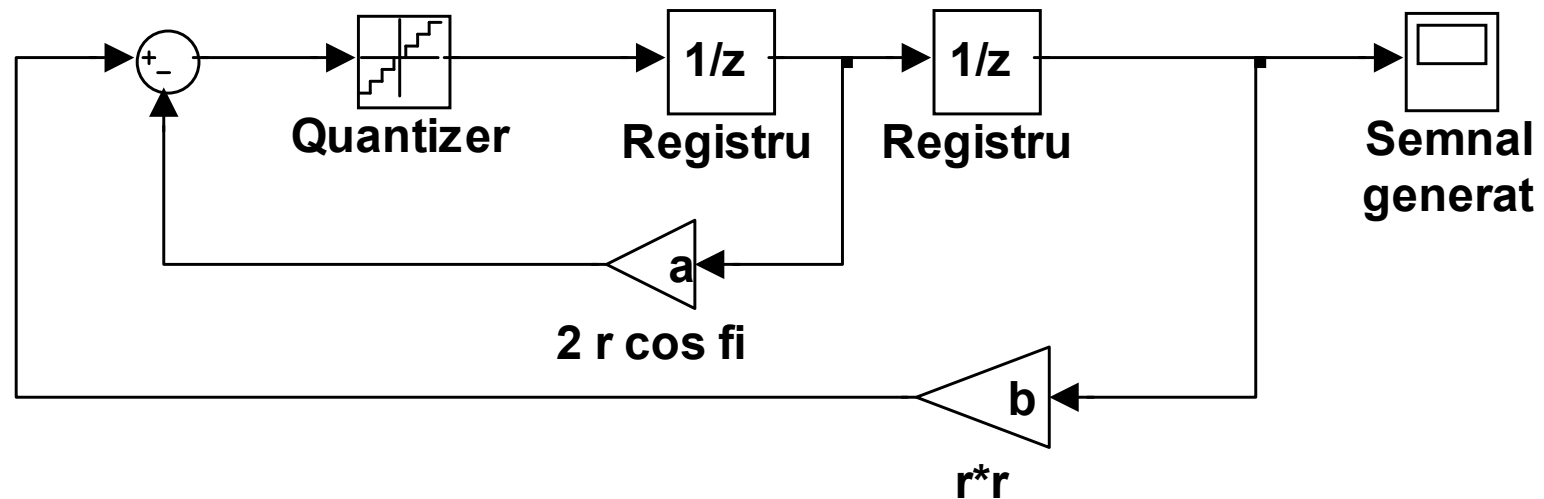
- Clasificarea generatoarelor
- Filtre reursive la limita de stabilitate
- Sintetizoare digitale directe
 - Principiu de functionare
 - Reducerea capacitatii de memorie
 - Puritatea spectrala
 - Aplicatii
- Bucle de calare a fazei numerice



Clasificare

- Generatoare de semnal armonic
 - Filtre recursive la limita de stabilitate
 - Sintetizoare digitale directe (DDS)
 - Bucle de calare a fazei digitale
 - Cerinte:
 - Rezolutie in frecventa
 - Puritate spectrala
- Generatoare de semnal arbitrar
 - Sintetizoare digitale directe (DDS)
 - Cerinte:
 - Precizie ridicata in timp si amplitudine
- Generatoare de zgomot
 - Registre digitale cu reactie
 - Sisteme digitale haotice
 - Cerinte:
 - Proprietati statistice "bune"

Filtre recursive la limita de stabilitate



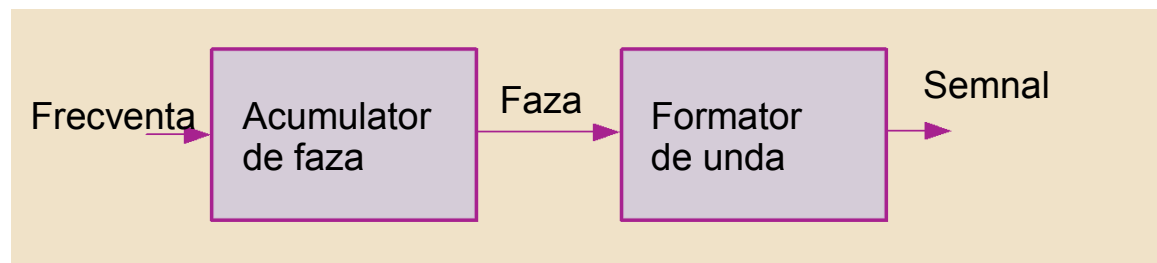
$$H(z) = \frac{1}{1 - (2\rho \cos \varphi)z^{-1} + \rho^2 z^{-2}} \quad z = \rho \cdot e^{\pm j\varphi} \quad \rho = 1$$

Limitari impuse de cuantizarea coeficientilor



Sintetizoare digitale directe (DDS)

- Principiul sintetizorului digital direct:

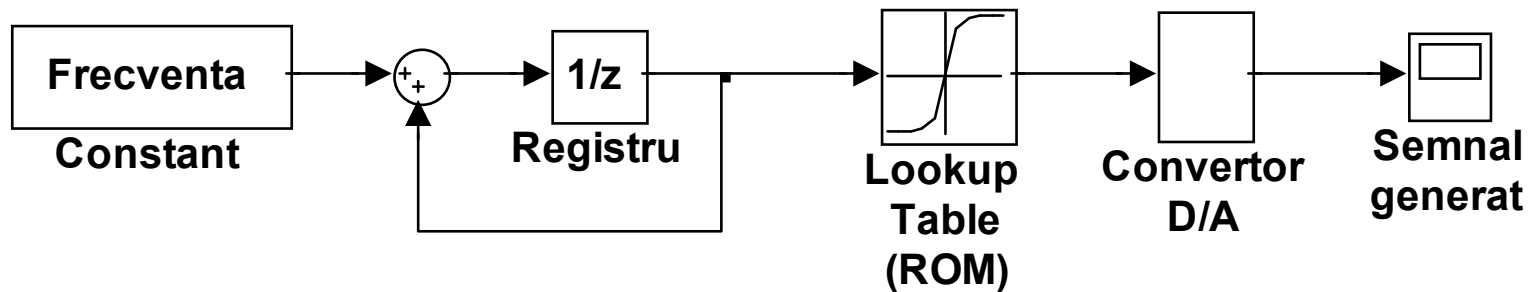


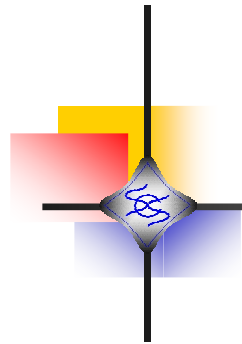
$$\phi[n+1] = (\phi[n] + \Delta\phi) \bmod N$$

$$s[n] = \sin(\phi[n])$$

Sintetizoare digitale directe (DDS)

- Implementare

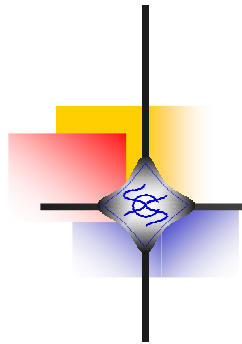




Reducerea volumului de memorie

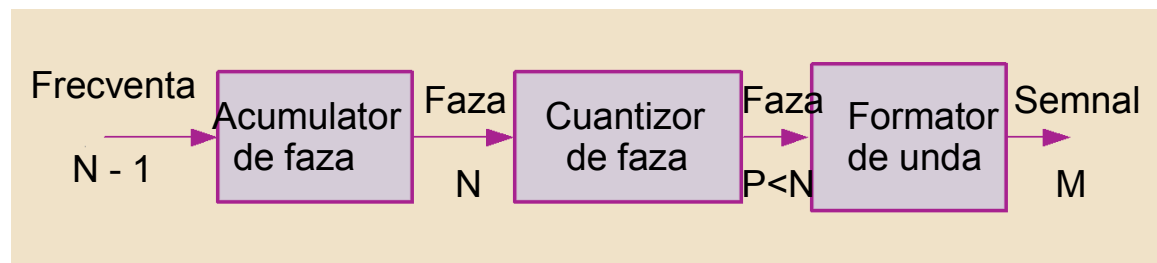
■ Metode

- Cuantizarea fazei (reducerea numarului de biti din reprezentarea fazei)
- Utilizarea simetriei semnalului generat
- Reducerea gamei dinamice a semnalului generat (a numarului de biti ai rezultatului)
- Aproximarea functiei neliniare prin partitionare



Cuantizarea fazei

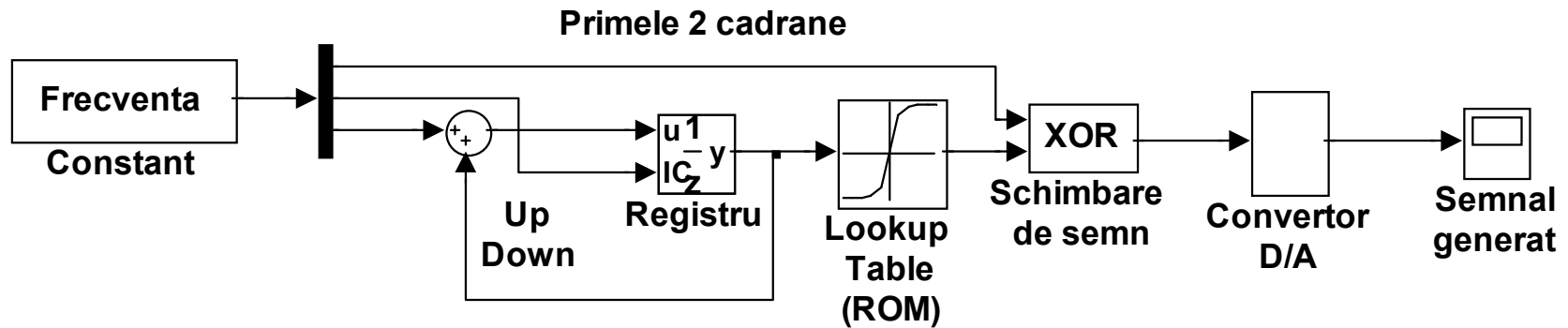
- Se reduce numărul de biți din reprezentarea argumentului funcției neliniare, deci numărul de locații de memorie



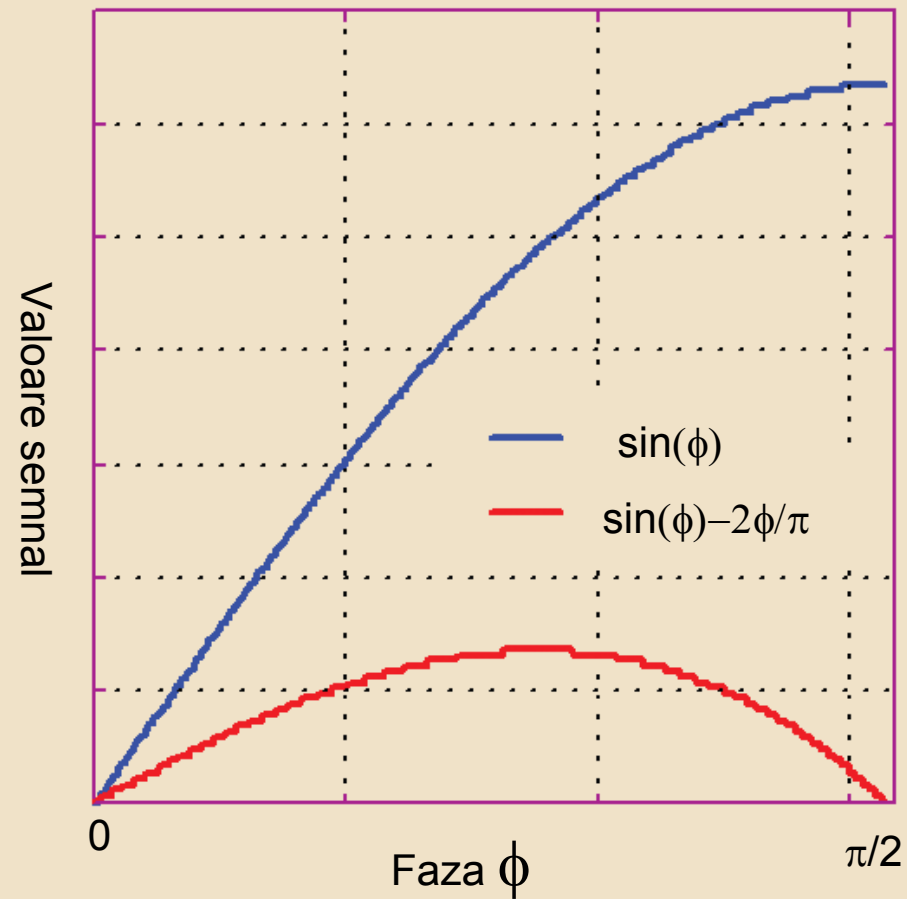
- Cuantizorul de fază nu este un circuit ci o modificare a conexiunilor, pentru a se lua în considerare numai biții cei mai semnificativi

Simetria functiei sinus

- Se reduce volumul de date necesar prin reducerea la primul cadran:



Reducerea gamei dinamice a valorilor

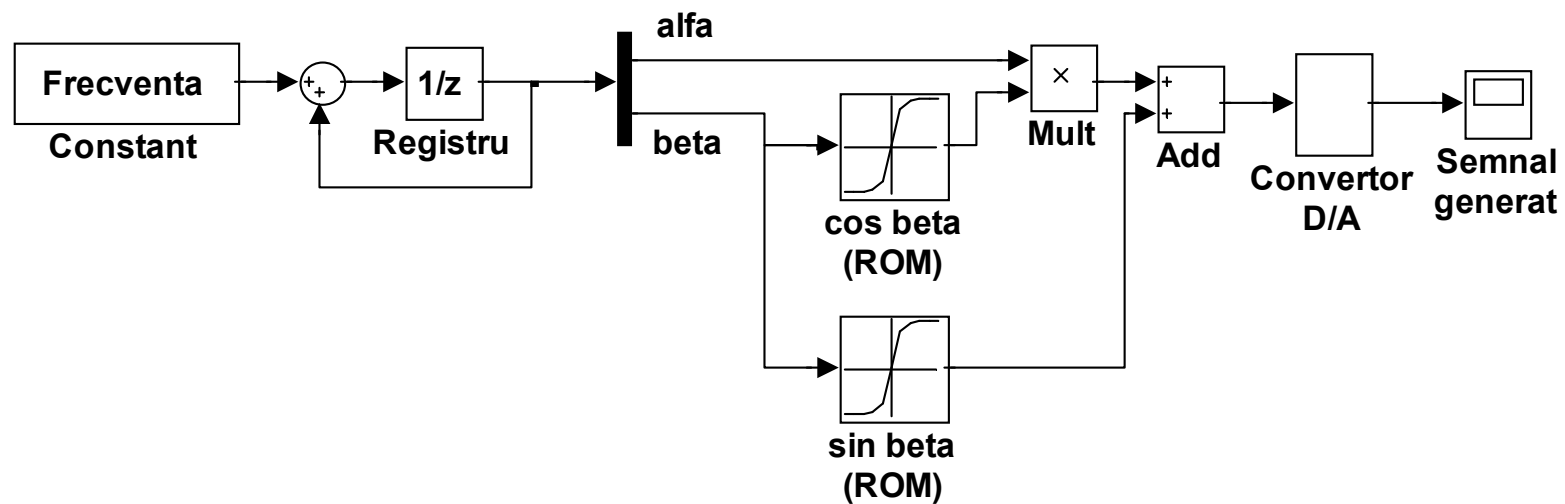


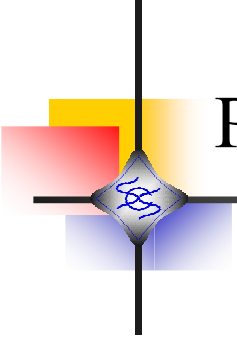
Aproximarea functiei neliniare prin partitionare

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin(\alpha)\cos(\beta) + \sin(\beta)\cos(\alpha)$$

$$\alpha \ll \beta \Rightarrow \sin(\alpha) \approx \alpha \quad \cos(\alpha) \approx 1$$

$$\sin(\alpha + \beta) \approx \alpha \cos(\beta) + \sin(\beta)$$





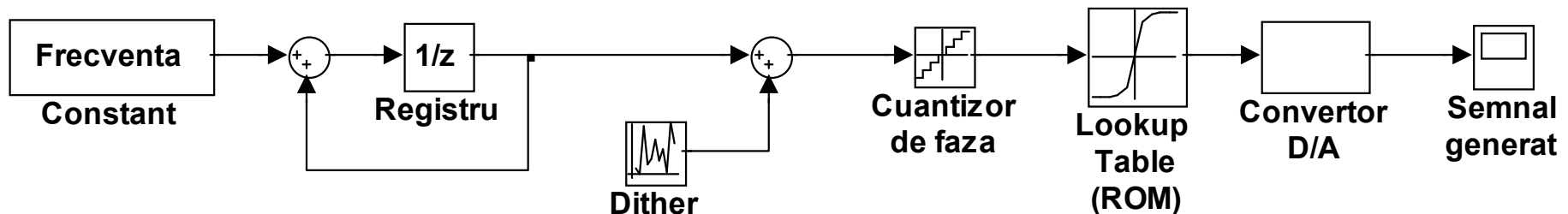
Puritatea spectrala

- Masuratori:
 - La distanta mare in frecventa
 - In apropierea frecventei generate
- Puritatea spectrala in apropierea frecventei generate este dominata de stabilitatea generatorului de tact si de functionarea sincrona a sistemului
- La mare distanta in frecventa, puritatea spectrala depinde de precizia de implementare a functiei neliniare
- Dominanta este cuantizarea fazei, gama dinamica fiind:

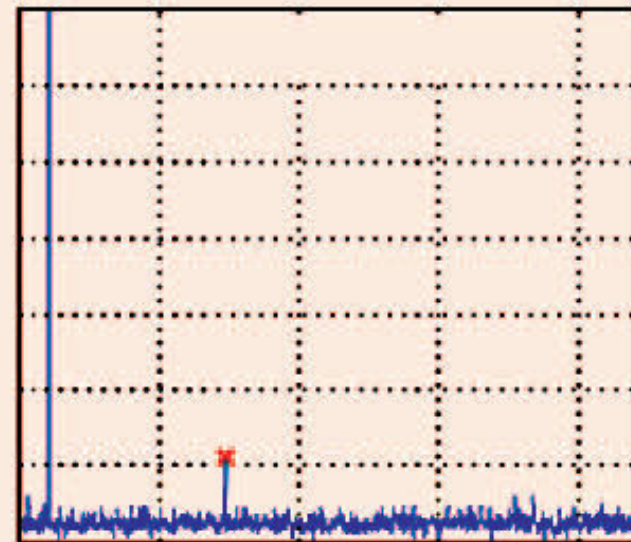
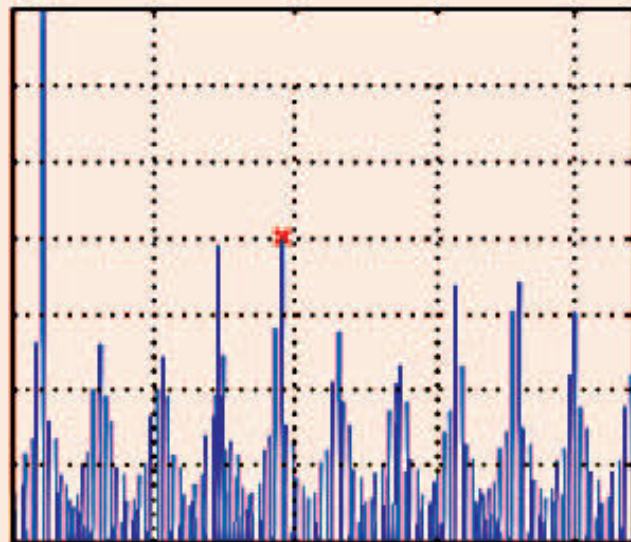
$$SFDR \approx 6,02P + 3,92 \text{ dB}$$

Metoda perturbării fazei (dithering)

- Prin afectarea celor mai puțin semnificativi biti cu un semnal (pseudo) aleator, spectrul devine mai larg, dar cu amplitudine mai mică
- Puritatea spectrală în banda îngustă se deteriorează

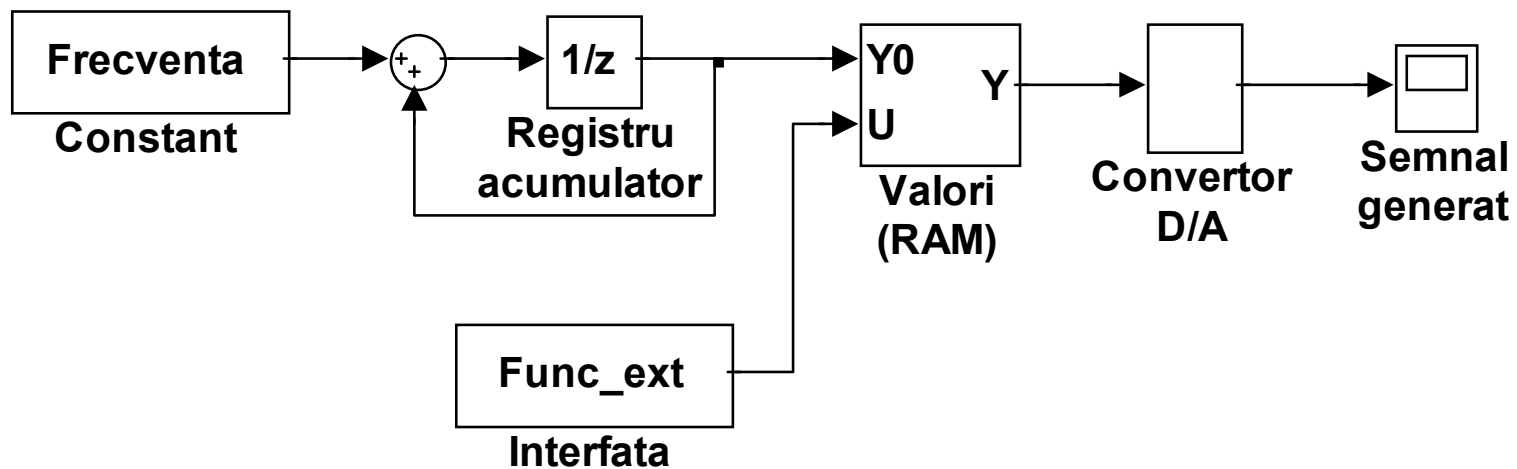


Exemplu de masuratoare (AD9854)



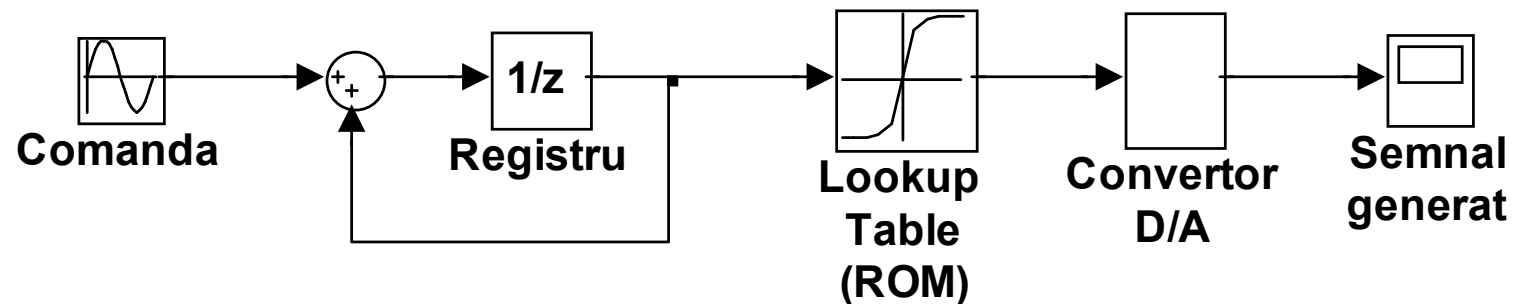
Aplicare ca generator de functii arbitrare

- Tabela de valori poate contine si alte functii
- Tabela de valori poate fi programata extern
- Tabela de valori implementata cu memorii RAM



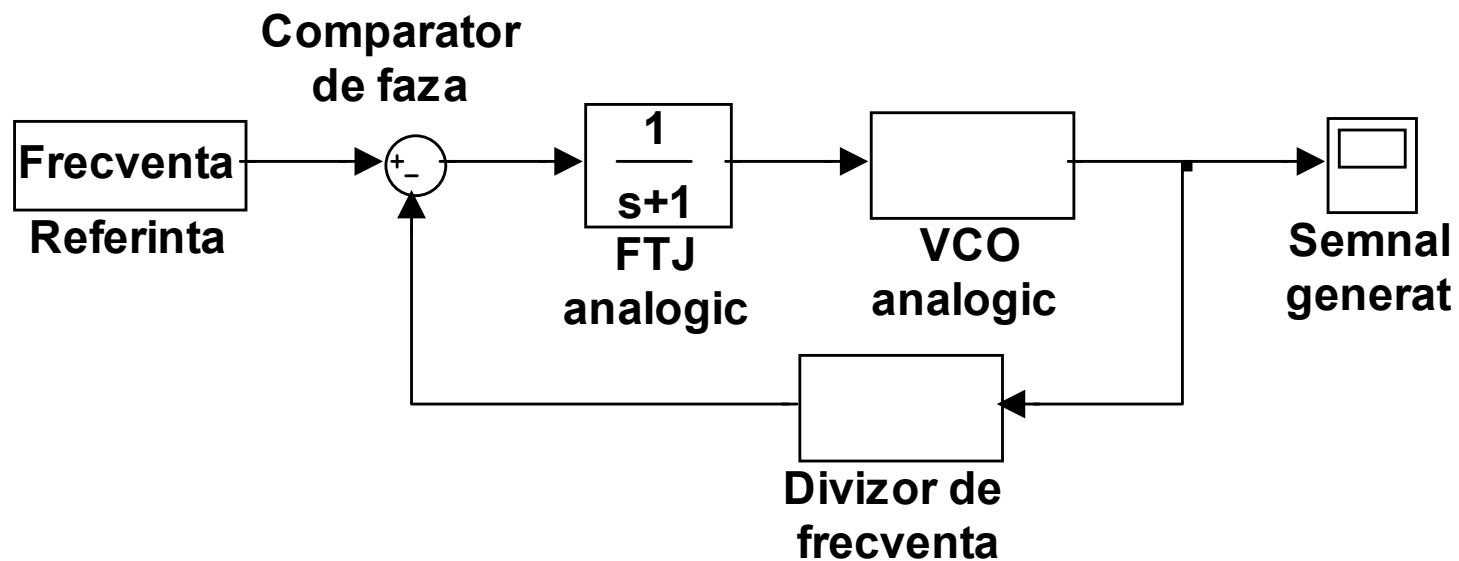
Aplicare ca oscilator comandat

- Valoarea acumulata, cu semnificatie de frecventa instantanee, poate fi variabila in timp



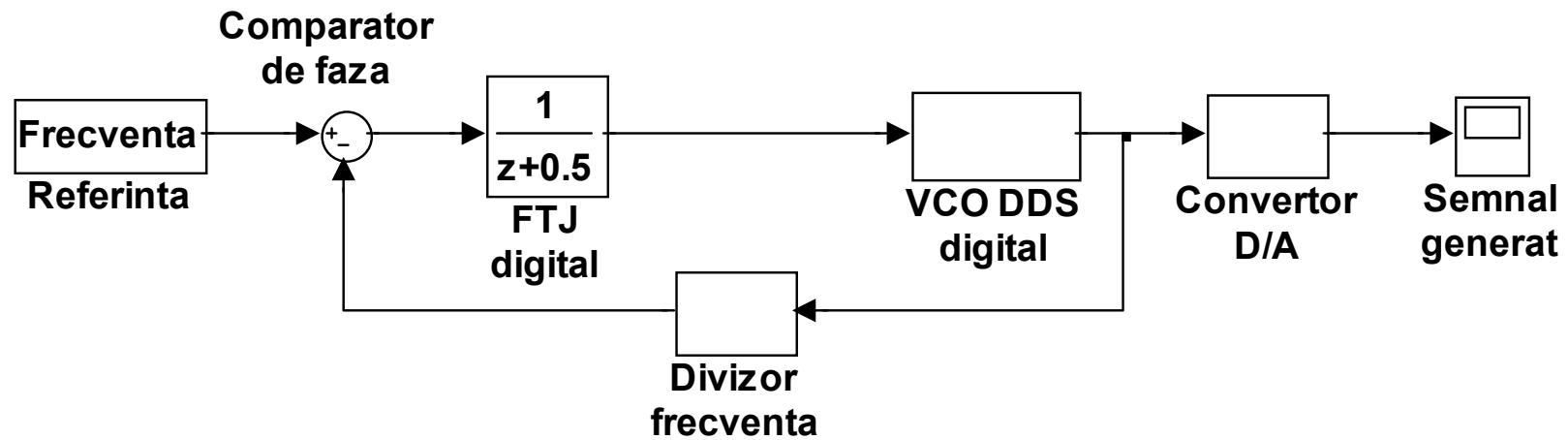
PLL analogic

- Cu exceptia divizorului (divizoarelor) de frecventa, toate celelalte blocuri constructive sunt analogice



Includerea DDS in PLL digital

- Toate blocurile constructive sunt digitale





Concluzii

- Varianta cea mai eficienta este DDS
- Aplicabilitate in comunicatii
- PLL digitale pentru banda mai larga de frecvente
- PLL mixte pentru frecvente mai ridicate