

Găyăneanu Nicoleta Monica

433E

1. (a) Un osciloscop numeric are frecvența maximă de eșantionare $F_{smax} = 25 \text{ MHz}$. Numărul de eșantioane aflat pe ecran este $N_s = 500$, iar nr. de div. pe orizontală este $N_x = 10 \text{ div}$. Să se calc. frecv. de eșantionare pentru coef. de deflexie $C_{x1} = 20 \mu\text{s/div}$, $C_x = 1 \mu\text{s/div}$.

$F_{smax} = 25 \text{ MHz}$, $N_s = 500$, $N_x = 10 \text{ div}$.

$$F_{s1} = \frac{1}{T_{s1}}, \quad T_s = \frac{N_x \cdot C_x}{N_s}$$

$$\text{Pentru } C_{x1} = 20 \mu\text{s} \Rightarrow F_{s1} = \frac{N_s}{N_x \cdot C_{x1}} = \frac{500}{20 \cdot 10^{-6} \cdot 10} = \frac{5}{2} \cdot 10^6 \text{ Hz} = 2,5 \text{ MHz} < F_{smax} \Rightarrow \boxed{F_{s1} = 2,5 \text{ MHz}}$$

$$\text{Pentru } C_{x2} = 1 \mu\text{s} \Rightarrow F_{s2} = \frac{N_s}{N_x \cdot C_{x2}} = \frac{500}{10 \cdot 10^{-6}} = 50 \cdot 10^6 \text{ Hz} = 50 \text{ MHz} > F_{smax} \Rightarrow \boxed{F_{s2} = 25 \text{ MHz}}$$

(b) Un semnal cu $f_x = 4 \text{ MHz}$ este vizualizat cu un osciloscop care folosește $f_s = 5 \text{ MHz}$. Frecvența la care va fi afișat semnalul este ... ?

$$f_x = 4 \text{ MHz}, \quad f_s = 5 \text{ MHz}$$

$$f_x \in \left(\frac{f_s}{2}, f_s \right) \Rightarrow f'_{s \min} = \frac{f_s}{2} = 2,5 \text{ MHz}$$

$$f'_{s \max} = f_s = 5 \text{ MHz}$$

$$f_x \in (2,5; 5) \text{ MHz}$$

$$\text{Pentru } f_x = 4 \text{ MHz} \Rightarrow \overset{\uparrow F_{\text{Nyquist}}}{f'_{s \min}} = 8 \text{ MHz} \quad \left. \vphantom{f_x = 4 \text{ MHz}} \right\} \Rightarrow$$

$$\text{La } f_s = 5 \text{ MHz}$$

$$\Rightarrow \text{apare fenomenul de aliere} \quad \boxed{f_s < f'_{s \min}} \Rightarrow$$

\downarrow
 F_{Nyquist}

$$\Rightarrow f_{s \text{ afișat}} = f_s - f_x = 1 \text{ MHz} = \boxed{f_{s \text{ afișat}} = 1 \text{ MHz}}$$

(c) În modul FFT coef. de deflexie pe orizontală este de 50 kHz/div , iar nr. de div. pe oriz. este de $N_x = 10 \text{ div}$.

Det. facv. de esonționare a osciloscopului.

$$C'_x = 50 \text{ kHz/div}, \quad N_x = 10 \text{ div}, \quad N_s = 500 \text{ es.}$$

$$F_{\text{os}} = \frac{1}{T_s} = \frac{N_s}{C_x \cdot N_x} = \frac{500}{50 \cdot 10^3 \cdot 10} = \frac{1}{C_x} = \frac{1}{50 \cdot 10^3} = \frac{10^3 \cdot 10^6}{50} = 20 \mu\text{s/div}$$

$$C_x = 20 \mu s \Rightarrow f_s = \frac{500}{20 \cdot 10^{-6} \cdot 10} = 2.5 \text{ MHz} \Rightarrow \boxed{f_s = 2.5 \text{ MHz}}$$

* mod FFT - ecranul osciloscopului pe 10 div cu frecv. pt semnalul vizualizat între $(0, \frac{f_s}{2}) \text{ Hz}$.

(d) Cât trebuie să fie frecv. min. de eșantionare pentru a vizualiza corect un semnal sinusoidal de frecv. $f = 1 \text{ MHz}$?

$$\boxed{f_s \geq 2f} \text{ teorema eșantionării}$$

$$\hookrightarrow \Rightarrow f_s \geq 2 \text{ [MHz]} \Rightarrow \boxed{f_{s \text{ min}} = 2 \text{ MHz}}$$

(e) Același enunț ca la (d), dacă semnalul este dreptunghiular sau triunghiular.

număr de
sinusoide

* semnal \square și \triangle \Rightarrow avem nevoie de 3, 5, 7 armonice pentru a forma semnalul \Rightarrow

\Rightarrow pt. frecv $f = 1 \text{ MHz}$ la semnalul sinusoidal, cea mai mare frecv din spectru va fi semnalului dr. sau tr., va fi la $3f, 5f, 7f$.

(f) Cînd este nevoie ca osciloscopul să fol. interpolarea?

$$\left(\begin{array}{l} f_s > f_{s \text{ max}} \\ T_s < T_{s \text{ min}} \end{array} \right) \Rightarrow C_x < C_{x \text{ min}}$$

\rightarrow osciloscopul lucrează la $f_{s \text{ max}} \Rightarrow$ folosește mai puțin eșantionare

$\Rightarrow M_s \downarrow \Rightarrow$ umplerea golurilor se face prin interpolare.

(g) Când apare fenomenul de diere spectrală?

Fenomenul de diere spectrală apare atunci când frecvența de eșantionare nu este cel puțin egală cu dublul frecvenței maxime a semnalului analogic.

(nu se respectă teorema de eșantionare)

(h) Calculați N_s necesar - dimensiunea memoriei osciloscopului pentru ca f_s să nu scadă sub valoarea 1 G / Sa / s la $C_x \leq 2,5 \text{ ns/div}$.

$$1 \text{ G Sa/s} \Rightarrow 1 \text{ ns}$$

$$C_x = \frac{N_s \cdot T_s}{N_x} \stackrel{10^{-9}}{\leq} 2,5 \text{ ns/div} \Rightarrow N_s \leq \frac{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{10^{-9}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N_s \leq 25 \cdot 10^6 \text{ eșantioane.}$$

(i) Ce semnificație are pentru un osciloscop digital valoarea $C_{x \min}$?

$C_{x \min}$ - coef. de deflexie pe orizontală la frecvență de eșantionare maximă.

* Dacă $C_x < C_{x \min} \Rightarrow$ osciloscopul lucrează la $f_{s \max}$,
dar N_s scade

(j) Dacă imaginea afisată pe ecranul unui osciloscop numeric cu eșantionare nu poate fi stabilizată pe ecran, indiferent de Trigger Level, care este cauza?

În acest caz apare fenomenul de aliere spectrală, adică osciloscopul nu eșantionează semnalul îndeajuns de repede pentru a înregistra corect forma de undă.

2. (a) Ce avantaje are un DPO față de un DSO?
(arhitecturi osciloscop, exemple [5] și [6] pdf. Quiz3 Moodle)

Avantajele unui DPO, comparativ cu un DSO sunt:

- lățime de bandă mai mare : 20 GHz
- reprezentare mai precisă a formei de undă
- timp de debug mai mic (identificare mai rapidă a semnelor cu probleme).

* osciloscopul DPO este cea mai bună soluție pentru inginerii care se ocupă cu verificare, testare, debugging de circuite pe parte de design. (wiki)
↓
electronic

(b) ~~TDS~~ baze fiind cele 3 osciloscopie de mai jos :

TDS1001 (DSO entry-level) : 180 wfms/s

TDS3000 (DPO entry-level) : 3600 wfms/s

DPO7000 (DPO cu DPX®) : 250000 wfms/s

Aplicatie 1 : Un defect într-un bus serial se manifestă cu probab. 10^{-5} . Calc. timpul de așteptare pt. detectarea defectului pentru cele 3 osciloscopie.

TDS1001 : $t_1 = \frac{10^5}{180} = 555,55 \Rightarrow t_1 = 556 \text{ s}$ → după 10^5 wfms văd defectul

TDS3000 : $t_2 = \frac{10^5}{3600} = 27,77 \Rightarrow t_2 = 28 \text{ s}$

DPO7000 : $t_3 = \frac{10^5}{250000} = 0,4 \text{ s} = 400 \text{ ms}$ $t_{1,2,3}$ - timp de așteptare.

Aplicatie 2 : Calculați ce fracțiune (procentaj) din serial este achiziționată de osciloscopie 1 și 3, considerând că o formă de undă are $N_s = 2500$ puncte, $f_s = 1 \text{ GSa/s}$

$$T_x = N_x \cdot C_x$$

T_x = perioada semnalului (tot)

$$T_x = N_s \cdot T_s = 2500 \cdot \frac{1}{10^9} = 2,5 \mu\text{s}$$

TDS1001 : $\frac{180 \text{ wfms/s}}{400000 \text{ wfms/s}} = 0,00045 = 0,045\%$

$\frac{1}{2,5 \mu\text{s}} \leftarrow 400000 \text{ wfms/s}$

DPO700 : $\frac{250000 \text{ wfms/s}}{400000 \text{ wfms/s}} = \frac{5}{8} = 0,625 = 62,5\%$

3. (a) Cu osciloscopul numeric al cărui ecran este rep. în fig. 1 (pdf. word) se măsoară frecvența unui semnal periodic având componente spectrale la 4 frec.

$f_1 = 0,7 \text{ MHz}$ (20dB), $f_2 = 1,5 \text{ MHz}$ (10dB), $f_3 = 6 \text{ MHz}$ (7dB),
 $f_4 = 7,25 \text{ MHz}$ (3dB). Frecvențele afișate?

CH1 10dB

M 125 Ksa/s

⇓

$$C_x = 125 \text{ Ksa/s} = 125 \text{ kHz/div}$$

$$F_{s\max} = N_x \cdot C_x = 10 \cdot 125 = 1250 \text{ kHz} = 1,25 \text{ MHz}$$

* domeniul de frecvență : $\left[0; \frac{F_{s\max}}{2}\right] \Rightarrow [0; 625] \text{ (MHz)}$

$$f_1 = 0,7 \text{ MHz} \notin D \Rightarrow f_{1\text{afisat}} = 1,25 - 0,7 = 0,55 \text{ MHz} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{f_{1\text{afisat}} = 0,55 \text{ MHz}}$$

$$f_2 = 1,5 \text{ MHz} > F_{s\max} \Rightarrow f_{2\text{afisat}} = 1,5 \bmod 1,25 = 0,25 \in D \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{f_{2\text{afisat}} = 0,25 \text{ MHz}}$$

$$\in \left[\frac{F_{s\max}}{2}, F_{s\max}\right]$$

$$f_3 = 6 \text{ MHz} > F_{s\max} \Rightarrow f_{3\text{afisat}} = 6 \bmod 1,25 = 1 \notin D \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f_{3\text{afisat}} = 1,25 - 1 = 0,25 \Rightarrow \boxed{f_{3\text{afisat}} = 0,25 \text{ MHz}}$$

$$f_4 = 7,25 \text{ MHz} > F_{s\max} \Rightarrow f_{4\text{afisat}} = 7,25 \bmod 1,25 = 1 \notin D \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{f_{4\text{afisat}} = 0,25 \text{ MHz}}$$

(b) Dacă pe întreg ecranul osciloscopului este vizualizată o singură perioadă din semnal, calculați frecvența maximă a unui semnal sinusoidal care să poată fi afișat fără interpolare.

$$f_{x\max} = \frac{f_{s\max}}{2} = \frac{1,25}{2} = 0,625 \text{ MHz} = 625 \text{ KHz}$$

respectând teorema esențierii, adică

$$f_{s\max} \geq 2 f_x, \text{ numită și condiția lui } \downarrow \text{ (teorema)}$$

Nyquist-Shannon.