

Processament Digital del Senyal

Prova Final. 20 de gener de 2021

Temps per a la resolució: 3 hores. Publicació de resultats: 31 de gener.

- (1 punt) Es disposa d'un Arduino UNO amb un ADC de 8 bits i tensió de referència 3.3V. Es vol mostrejar un senyal sinusoidal de 2 V d'amplitud i 1 V d'offset.
 - Quina és la resolució que s'obindrà del mostreig?
 - Quin és el soroll de quantificació?
 - Com ho faríeu per millorar la resolució?
 - Quant ha millorat la relació entre la resolució i el soroll de quantificació en els dos casos? És un canvi significatiu?
- (1 punt) Proposeu un exemple de sistema que sigui:
 - Lineal, invariant en el temps, causal i estable
 - Lineal, invariant en el temps, no causal i inestable
 - No lineal, variant en el temps, no causal i inestableJustifiqueu cadascuna de les propietats.
- (2 punts) Considereu el senyal $x_a(t) = (1 + 2\cos(2000\pi t) + 3\cos(6000\pi t) + 4\cos(8000\pi t)) u(t)$ mostrejat amb un convertidor A/D ideal i interpolat amb un DAC ideal. Calculeu la sortida $y_a(t)$ per les següents freqüències de mostreig:
 - $F_s = 10$ kHz
 - $F_s = 5$ kHz
 - $F_s = 4$ kHz
- (2 punts) Considereu el sistema definit per:
$$y(n) = 0.2y(n-1) + x(n) - 0.7x(n-1) \quad (1)$$
 - Determineu la funció de xarxa del sistema.
 - Estudieu i raoneu l'estabilitat del sistema.
 - Calculeu la resposta $y(n)$ per $x(n) = (0.5)^n * u(n)$.
 - Estudieu i raoneu l'estabilitat de la sortida $Y(z)$.
- (2 punts) Un estudiant TIC vol analitzar un senyal d'àudio en un microcontrolador de baix cost. Està implementant un programa per detectar freqüències DTMF, però es troba amb un problema: l'àudio que envia al microcontrolador té una interferència a 50 Hz. L'estudiant compta amb una freqüència de mostreig de 10 kHz, un filtre antialiasing i el seu enginy.
 - Quin filtre hauria de fer servir l'estudiant per eliminar la interferència mentre minimitza la distorsió de la resta de freqüències?
 - Representeu el filtre amb un diagrama de pols i zeros

- c. Escriviu la funció de transferència en RPS $H(e^{j\omega})$ del filtre amb el paràmetre r .
 - d. Si el microcontrolador només pot fer càlculs amb dos decimals (en base 10), quina freqüència estarà eliminant realment el filtre?
 - e. I si $r = 0.99$, quina freqüència eliminarà?
 - f. Per tal de millorar els resultats, es millora la precisió dels càlculs per treballar amb 4 decimals. Quina freqüència d'eliminarà ara?
 - g. És un resultat acceptable? Quins problemes pot tenir?
6. (2 punts) Responen a 7 de les següents 10 preguntes:
- a) Quin és el nombre màxim de components freqüencials únics que pot tenir la representació en sèrie de Fourier d'un senyal discret amb període fonamental N ?
 - b) Justifica analíticament per què $c_{k+N} = c_k$ on c_k és un coeficient de la sèrie de Fourier d'un senyal discret.
 - c) És fàcil representar la transformada de Fourier d'un senyal discret en la memòria d'un computador? Per què?
 - d) En quina zona del pla complex Z es pot veure una transformada Z com una transformada de Fourier?
 - e) Si es mostreja un senyal analògic a $F_s = 5B$ i es realitza *downsampling* per quedar-nos amb una de cada 4 mostres, què passarà a l'espectre del senyal resultant?
 - f) Quina és la relació entre la durada temporal d'un senyal i l'amplada de banda en freqüència? Es pot aconseguir un senyal *bandlimited* d'un senyal infinitèsimament curt en el temps? Posa un exemple de transformada que recolzi l'argument.
 - g) És cert que un senyal periòdic té un espectre discret? I que un senyal discret té un espectre aperiòdic? Raoneu la resposta.
 - h) Què és $x_p(n)$? Quin avantatge comporta la seva definició?
 - i) Quina relació de longituds han de tenir $x_p(n)$ i $x(n)$ per obtenir una DFT sense *aliasing*?
 - j) Què és el *zero padding* i en que ens beneficia?