



Instituut voor
Engineering en Applied Science

Naam deelnemer:

Studentnummer:

0							
---	--	--	--	--	--	--	--

Opleiding	:	Elektrotechniek
Cursusnaam	:	Digitale Systemen
Cursuscode	:	ELEDIS10
Tentamenperiode	:	T3 Online toets
Toetsdatum	:	di 21 april 2020
Begintijd	:	10:00
Duur (in minuten)	:	135 min
Docent	:	LogEH, BroJZ, StrJG
Collegiale review	:	BroJZ
Cesuur	:	Voldoende bij behalen van 30 van de 55 punten
Aantal pagina's	:	4 (exclusief voorblad)
Toetsen inleveren	:	Nee
Kladpapier inleveren	:	Nee

Toegestane hulpmiddelen:

- Normale rekenmachine.
- Mobiele telefoon uitsluitend om scan/foto van de uitwerking te maken.

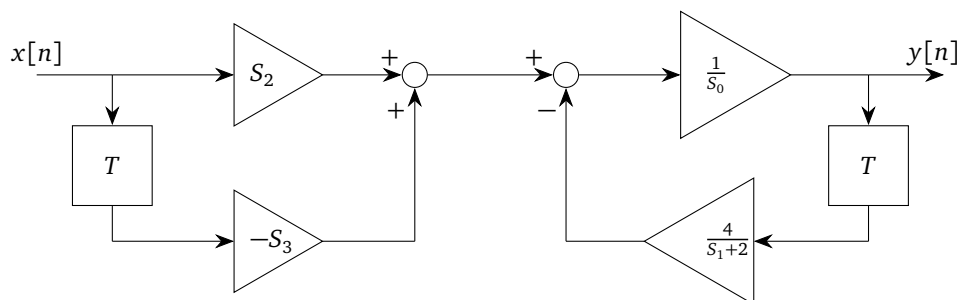
**Overige
opmerkingen:**

- Maak deze on-line toets individueel en NIET samen met iemand anders.
Het om hulp vragen tijdens de toets wordt als fraude aangemerkt.
- **Ook het geven van hulp tijdens de toets aan anderen, wordt als fraude gezien.**
- Scan/foto van de handgeschreven uitwerking inleveren in inlever-directory op de studentenschipf.
- Zie verder uitleg studentnummer op pagina 1 bovenaan.

UITLEG STUDENTNUMMER; je studentnummer bestaat uit 7 cijfers, bijv. 0978344. We gebruiken nu de volgende codering: $097S_3S_2S_1S_0$. Dus als je studentnummer 0978344 is, dan is $S_3 = 8$, $S_2 = 3$, $S_1 = 4$ en $S_0 = 4$. Als een van deze cijfers nul is, vervang deze dan door een vijf (5).

Tabel 1: Schrijf hier de door jou gebruikte cijfers. Deze worden gebruikt bij **ALLE** vragen

Code	Cijfer
S_3	
S_2	
S_1	
S_0	



Figuur 1: Een digitaal systeem

1. a. [3 punten] (Leerdoel 1) Bepaal de wiskundige formule van het digitale systeem gegeven in figuur 1 in de vorm van $y[n] = \dots$
- b. [7 punten] (Leerdoel 1) Bepaal de impulsresponsie $h[n]$ van het systeem uit figuur 1 tussen $0 \leq n \leq 5$.

-
2. [5 punten] (Leerdoel 2) Gegeven de volgende samples van een periodiek signaal met een periode van 8 samples:

$$x[0] = S_0 \quad x[1] = -S_1 \quad x[2] = S_2 \quad x[3] = -S_3 \quad x[4] = 1 \quad x[5] = S_0 - S_1 \quad x[6] = -S_2 - S_3 \quad x[7] = 1$$

Bepaal de complexe spectrale coëfficiënten a_0 en a_2 .

-
3. (Leerdoel 2) Een 4e orde FIR laagdoorlaatfilter moet aan de volgende kantelfrequentie voldoen:

$$f_c = 2 \text{ kHz}$$

De samplefrequentie is hierbij gelijk aan:

$$f_s = 8 \text{ kHz}$$

- a. [4 punten] Teken de (ideale) frequentieoverdracht van dit filter in het genormaliseerde frequentiedomein
- b. [8 punten] Bereken vervolgens de coëfficiënten van de impulsresponsie van dit filter

- c. [1 punt] Laat zien hoe je deze impulsresponsie causaal maakt
- d. [2 punten] Schets de causaal gemaakte impulsresponsie

4. (Leerdoel 3) Gegeven de volgende recurrente betrekking:

$$y[n] = -\frac{S_0}{10}y[n-1] - \frac{S_0^2}{100}y[n-2] + x[n-1] + x[n-2] + x[n-3]$$

- a. [5 punten] Bepaal $H(z)$, de Z-getransformeerde overdrachtsfunctie, van deze recurrente betrekking.
- b. [5 punten] Bereken de polen en de nulpunten van $H(z)$ en schets deze in het complexe vlak.
- c. [4 punten] Schets de versterkingsfactor van deze overdrachtsfunctie voor:

$$0 \leq \Omega \leq \pi$$

Geef hierin tenminste de frequentie(s) aan waar maximale onderdrukking plaatsvindt. Specifieke versterkingswaarden zijn niet nodig.

- d. [1 punt] Leg uit of dit een laagdoorlaat, hoogdoorlaat, bandstop of een banddoorlaat filter is.
- e. [1 punt] Leg uit waarom dit een FIR of een IIR filter is.

5. Gegeven de volgende overdrachtsfunctie:

$$H(z) = \frac{(z-1)(z-S_2)}{\left(z - \frac{S_1}{10} \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}j\right)\right) \left(z - \frac{S_1}{10} \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}j\right)\right) (z-S_2)}$$

- a. [4 punten] (Leerdoel 3) Leg uit of dit systeem stabiel is of niet.
- b. [4 punten] (Leerdoelen 1&2) Bepaal de eerste 5 waarden van de stapresponsie van deze overdrachtsfunctie.

Einde van dit tentamen.

Vraag:	1	2	3	4	5	Totaal
Punten:	10	5	15	16	8	54

Formuleblad voor DIS10

Eigenschappen van de Discrete Fourier Transformatie (DFT) of Discrete Fourier-reeks:

Eigenschap of operatie	Periodiek signaal	Discrete Fourier-reeks
Transformatie	$x[n]$	$a_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot e^{-j2\pi kn/N}$
Inverse transformatie	$x[n] = \sum_{k=0}^{N-1} a_k \cdot e^{j2\pi kn/N}$	a_k
Lineariteit	$A \cdot x_1[n] + B \cdot x_2[n]$	$A \cdot a_k + B \cdot b_k$
Tijdverschuiving	$x[n - n_0]$	$a_k \cdot e^{-j2\pi kn_0/N}$
Tijddifferentiatie	$x[n] - x[n - 1]$	$a_k \left\{ 1 - e^{-\frac{j2\pi k}{N}} \right\}$
Tijdintegratie	$\sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k], \quad a_0 = 0$	$a_k = \left\{ 1 - e^{-\frac{j2\pi k}{N}} \right\}^{-1}$
Convolutie	$\sum_{m=0}^{N-1} x_1[m] \cdot x_2[n - m]$	$N \cdot a_k \cdot b_k$

Eigenschappen van de Discrete Tijd Fourier Transformatie (DTFT):

Eigenschap of operatie	Niet-periodiek signaal	Fourier-transformatie
Transformatie	$x[n]$	$X(\Omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] \cdot e^{-j\Omega n}$
Inverse transformatie	$x[n] = \frac{1}{2\pi} \int_{2\pi} X(\Omega) \cdot e^{j\Omega n} \cdot d\Omega$	$X(\Omega)$
Lineariteit	$a \cdot x_1[n] + b \cdot x_2[n]$	$a \cdot X_1(\Omega) + b \cdot X_2(\Omega)$
Tijdverschuiving	$x[n - n_0]$	$X(\Omega) \cdot e^{-j\Omega n_0}$
Tijddifferentiatie	$x[n] - x[n - 1]$	$X(\Omega) \{1 - e^{-j\Omega}\}$
Convolutie	$x_1[n] * x_2[n]$	$X_1(\Omega) \cdot X_2(\Omega)$
Golfvorm	Niet-periodiek signaal $x[n]$	Spectrum $X(\Omega)$
Eenheidsimpuls	$\delta[n]$	1
Verschoven eenheidsimpuls	$\delta[n - n_0]$	$e^{-j\Omega n_0}$
Eenheidsstap	$u[n]$	$\{1 - e^{-j\Omega}\}^{-1}$
Macht	$a^n u[n], \quad a < 1$	$\{1 - a \cdot e^{j\Omega}\}^{-1}$
Rechthoekige puls	$x[n] = 1, \quad n \leq m$ $x[n] = 0, \quad n > m$	$\frac{\sin\left(\left(m + \frac{1}{2}\right)\Omega\right)}{\sin\left(\frac{1}{2}\Omega\right)}$

Eigenschappen van de eenzijdige Z-Transformatie:

Golfvorm	Niet-periodiek signaal $x[n]$	Spectrum $X(z)$
Eenheidsimpuls	$\delta[n]$	1
Eenheidsstap	$u[n]$	$\frac{z}{z-1}$
Helling	$r[n] = n \cdot u[n]$	$\frac{z}{(z-1)^2}$
Macht	$a^n \cdot u[n], \quad a < 1$	$\frac{z}{z-a}$
Inverse macht	$(1-a^n) \cdot u[n], \quad a < 1$	$\frac{z(1-a)}{(z-a)(z-1)}$
Cosinus	$\cos(n \cdot \Omega_0) \cdot u[n]$	$\frac{z(z - \cos(\Omega_0))}{z^2 - 2 \cdot z \cdot \cos(\Omega_0) + 1}$
Sinus	$\sin(n \cdot \Omega_0) \cdot u[n]$	$\frac{z \cdot \sin(\Omega_0)}{z^2 - 2 \cdot z \cdot \cos(\Omega_0) + 1}$
Gedempte sinus	$a^n \cdot \sin(n \cdot \Omega_0) \cdot u[n]$	$\frac{a \cdot z \cdot \sin(\Omega_0)}{z^2 - 2 \cdot a \cdot z \cdot \cos(\Omega_0) + a^2}$
Eigenschap of operatie	Signaal	z-Transformatie
Transformatie	$x[n]$	$X(z) = \sum_{n=0}^{\infty} x[n] \cdot z^{-n}$
Inverse transformatie	$\frac{1}{2\pi j} \oint X(z) \cdot z^{n-1} dz$	$X(z)$
Lineariteit	$a_1 x_1[n] + a_2 x_2[n]$	$a_1 X_1(z) + a_2 X_2(z)$
Tijdverschuiving	$x[n - n_0]$	$X(z) \cdot z^{-n_0}$
Convolutie	$x_1[n] * x_2[n]$	$X_1(z) \cdot X_2(z)$

Overige formules:

Bilineaire transformatie (BLT)	$s = \frac{2}{T_s} \cdot \frac{z-1}{z+1}$
Impuls Invariantie	$H(s) = 1 \Leftrightarrow H(z) = 1$ $H(s) = \frac{K}{s - p_1} \Leftrightarrow H(z) = \frac{K \cdot z}{z - e^{p_1 \cdot T_s}}$
Halveringsformules	$\cos(x) = \frac{e^{jx} + e^{-jx}}{2}$ $\sin(x) = \frac{e^{jx} - e^{-jx}}{2j}$