

Toetsvoorblad

Naam Student: _____

Studentnummer: _____

DE HAAGSE HOGESCHOOL

FACULTEIT TECHNOLOGIE,
INNOVATIE & SAMENLEVING

Locatie: **Delft**

Opleiding: Elektrotechniek	Toetsnaam: DIGTEC (proeftoets CT4)
Opsteller: J.E.J. op den Brouw Tweede lezer: M.F. van der Vlugt	Datum: 1 januari 1970 Tijd: 0:00 – 1:30
Groep: EP21, EP22 Cursuscode: E-DIGTEC-th1	Aantal bladzijden: 6 (inclusief voorblad) Aantal vragen: 3

Bij deze toets worden verstrekt:

- Gelineeerd papier
- Ruitjes papier
- Kladpapier
- Omslag voor gemaakt tentamen
- Overig: _____
- Bijlage(n): _____
- Opgavenbladen met ruimte om de vragen te beantwoorden
- Antwoordformulier ABCDE
- Antwoordformulier Ja/Nee
- Antwoordformulier Ja/Nee/Vraagteken

Toegestane eigen hulpmiddelen bij het maken van deze toets:

- Eenvoudige rekenmachine
- Grafische rekenmachine
- Computer
- Formuleblad(en): _____
- Eigen aantekeningen: _____
- Boeken/dictaten: zie Opmerkingen

Opmerkingen:

Bij deze toets mogen het boek "Digitale Techniek" en slides van het vak gebruikt worden

Cesuur (voorlopig):

niet van toepassing

In te leveren door student bij surveillant:

- Alle documenten voorzien van naam en studentnummer, per document gesorteerd
- Alle documenten voorzien van naam en studentnummer, per student gesorteerd (in omslag)

Belangrijk:

Voor dit tentamen gelden de regels uit de toetsregeling van het Onderwijs- en Examenreglement. Dit document is aanwezig in het toetslokaal;

Je dient zelf te controleren of je alle pagina's en vragen van dit tentamen hebt ontvangen;

Dit tentamen is dubbelzijdig geprint;

Schrijf je naam en studentnummer op alle documenten.

Let op:

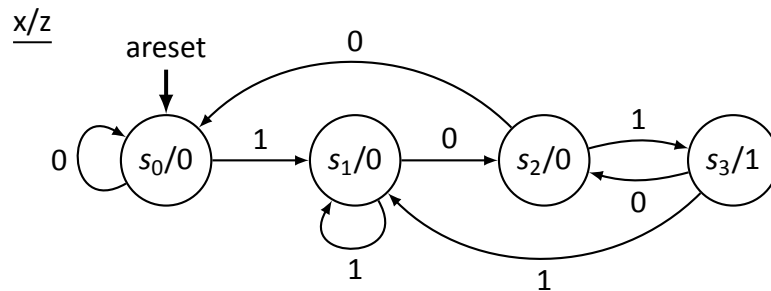
- de toets bestaat uit 3 vragen met in totaal 7 deelvragen.
- laat bij het beantwoorden van de vragen de uitwerking of motivatie zien, antwoorden zonder uitwerking of motivatie leveren geen punten op.
- als je een vraag niet (geheel) snapt, geef dan op papier aan hoe je de vraag interpreteert.
- er zijn maximaal 40 punten te behalen.

Opgave 1 (10 pt)

Een patroonherkenner moet in een serieel aangeboden bitstream het patroon 001 herkennen. Het patroon moet doorlopend worden herkend. Als het patroon is herkend, moet de patroonherkenner een 1 afgeven, in alle andere gevallen geeft de patroonherkenner een 0 af. De patroonherkenner wordt als een Moore-machine ontworpen. Ontwerp het toestandsdiagram voor de Moore-machine.

Opgave 2 (10 pt)

Gegeven is de onderstaande machine voor het overlappend herkennen van 101 (figuur 1).

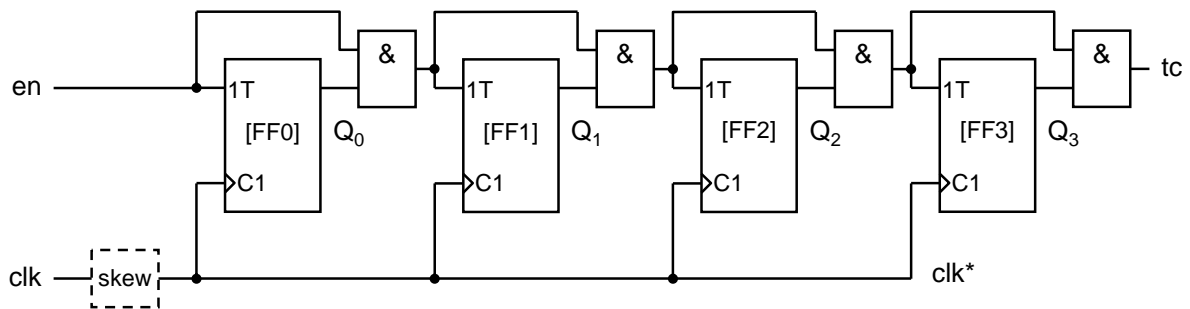


Figuur 1: Herkenner voor het overlappend herkennen van het patroon 101 (Moore).

- Geef de toestandsfuncties en de uitgangsfunctie indien one-hot codering wordt gebruikt. (6 pt)
- De machine staat in toestand s_0 . Aan de machine wordt de bitreeks 00111010 aangeboden, beginnend met de linker 0. Bepaal de doorlopen toestanden en de uitgangswaarden. Stel een overzichtelijke tabel op.

Opgave 3 (20 pt)

Gegeven is de 4-bits teller in figuur 2.



Figuur 2: 4-bits teller opgebouwd uit 1-bit tellersecties.

Van de componenten zijn de volgende timingparameters gegeven:

Flipflops: $t_{su}/t_h/t_{p(min)}/t_{p(max)} = 2/1/4/7$ ns

AND: $t_{p(min)}/t_{p(max)} = 3/5$ ns

Skew: $t_p = 4$ ns

In dit systeem zijn meerdere paden te ontdekken waarlangs data wordt getransporteerd.

a) Geef alle paden waarlangs data van flipflop naar flipflop wordt getransporteerd. (4 pt)

Van dit systeem moet de maximale frequentie berekend worden.

b) Teken een timingdiagram met alleen relevante parameters waarmee de maximale frequentie berekend kan worden (hint: je hoeft niet alle paden te tekenen. Even goed kijken en je vindt het langste pad). (4 pt)

c) Bereken de maximale frequentie van dit systeem. (4 pt)

Het signaal *en* (enable) wordt vertraagd aangeboden aan de ingang van de flipflops. Dat heeft invloed op de setup-tijd van signaal *en* t.o.v. het kloksignaal *clk*.

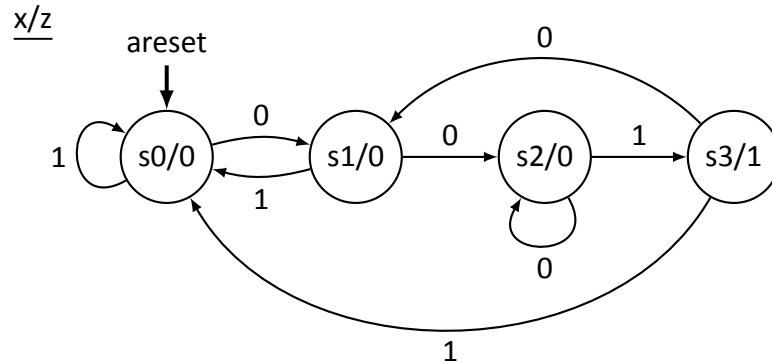
d) Teken een tijddiagram met alleen relevante timingparameters waarmee de setuptijd van *en* (enable) t.o.v. de actieve flank van *clk* berekend kan worden. (4 pt)

e) Bereken de setuptijd van *en* (enable) t.o.v. de actieve flank van *clk*. (4 pt)

Uitwerkingen

Opgave 1

Hieronder is het toestandsdiagram van de machine gegeven.



Figuur 3: Herkenner voor het doorlopend herkennen van het patroon 001 (Moore).

Opgave 2

De toestandsfuncties en de uitgangsfunctie:

$$\begin{aligned}
 Q_0^{n+1} &= Q_0^n \cdot \overline{x^n} + Q_2^n \cdot \overline{x^n} \\
 Q_1^{n+1} &= Q_0^n \cdot x^n + Q_1^n \cdot x^n + Q_3^n \cdot x^n \\
 Q_2^{n+1} &= Q_1^n \cdot \overline{x^n} + Q_3^n \cdot \overline{x^n} \\
 Q_3^{n+1} &= Q_2^n \cdot x^n \\
 z^n &= Q_3^n
 \end{aligned} \tag{1}$$

De machine begint in toestand s_0 , de uitgang is dus ook 0. Daarna wordt de bitreeks 00111010 aangeboden, beginnend met de linker 0. De doorlopen standen en de uitgang zijn dan:

Tabel 1: De doorlopen toestanden van de machine.

x^n	toestand	opvolger	uitgang
0	s_0	s_0	0
0	s_0	s_0	0
1	s_0	s_1	0
1	s_1	s_1	0
1	s_1	s_1	0
0	s_1	s_2	0
1	s_2	s_3	0
0	s_3	s_2	1

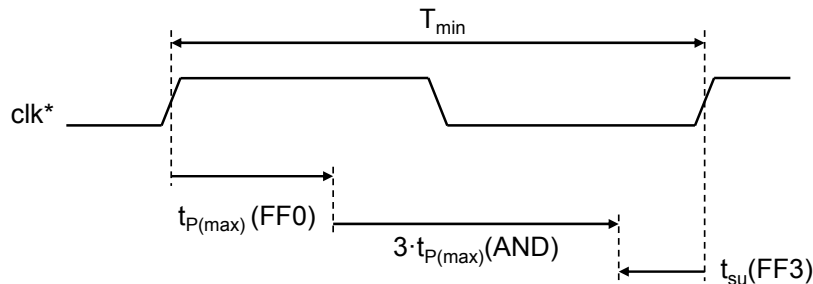
Opgave 3

In de schakeling zijn de volgende zes paden te ontdekken:

- FF0 → 1x AND → FF1
- FF0 → 2x AND → FF2
- FF0 → 3x AND → FF3

FF1 → 1x AND → FF2
 FF1 → 1x AND → FF3
 FF2 → 1x AND → FF3

De flipflops hebben onderling geen last van klokskew, er kan uitgegaan worden van kloksignaal clk*. Het langste pad in tijd is onmiskenbaar FF0 → 3x AND → FF3. Hiervan is een timingdiagram te maken, zie figuur 4.



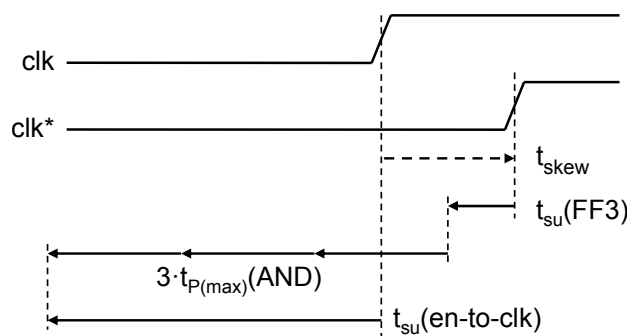
Figuur 4: Timingdiagram voor berekening van de minimale periodeduur.

De bijbehorende formule voor de berekening van de minimale periodetijd is

$$\begin{aligned}
 T_{min} &= t_{P(max)}(FF0) + 3 \cdot t_{P(max)}(AND) + t_{su}(FF3) \\
 &= 7 + 3 \cdot 5 + 2 \\
 &= 24 \text{ ns}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

De frequentie is dan 41,67 MHz.

Om de setuptijd van signaal enable t.o.v. van de data-ingang van een willekeurige flipflop te berekenen, moet eerst gekeken worden wat het langste pad (in tijd) is van enable tot aan een flipflop. Dat is onmiskenbaar de data-ingang van FF3. Het is logisch dat hier het langste pad (in tijd) gekozen moet worden want een verandering op enable komt op z'n laatst bij FF3 aan. Het signaal op de data-ingang moet één setuptijd voor de klokflank stabiel zijn. Het betreft hier natuurlijk het kloksignaal clk*. De AND-poorten leveren na een maximale vertragingstijd zeker een definitieve waarde. T.o.v. van clk* moet signaal en dus één setuptijd en drie vertragingen van de AND-poorten eerder stabiel zijn. Nu wordt echter als referentie het signaal clk gebruikt en niet clk*. Het enable-signaal moet dus één skewtijd later stabiel zijn. Zie figuur 5.



Figuur 5: Timingdiagram voor berekening van de setuptijd.

Uit het bovenstaande kunnen de setuptijd berekend worden.

$$\begin{aligned}t_{su}(\text{en-to-clk}) &= t_{su}(\text{FF3}) + 3 \cdot t_{p(\text{max})}(\text{AND}) - t_{skew} \\ &= 2 + 3 \cdot 5 - 4 \\ &= 13 \text{ ns}\end{aligned}\tag{3}$$