



Designnotat

Tittel: Designnotat

Forfattere: Navn Navnesen

Versjon: 1.0

Dato: 01.01.2023

Innhold

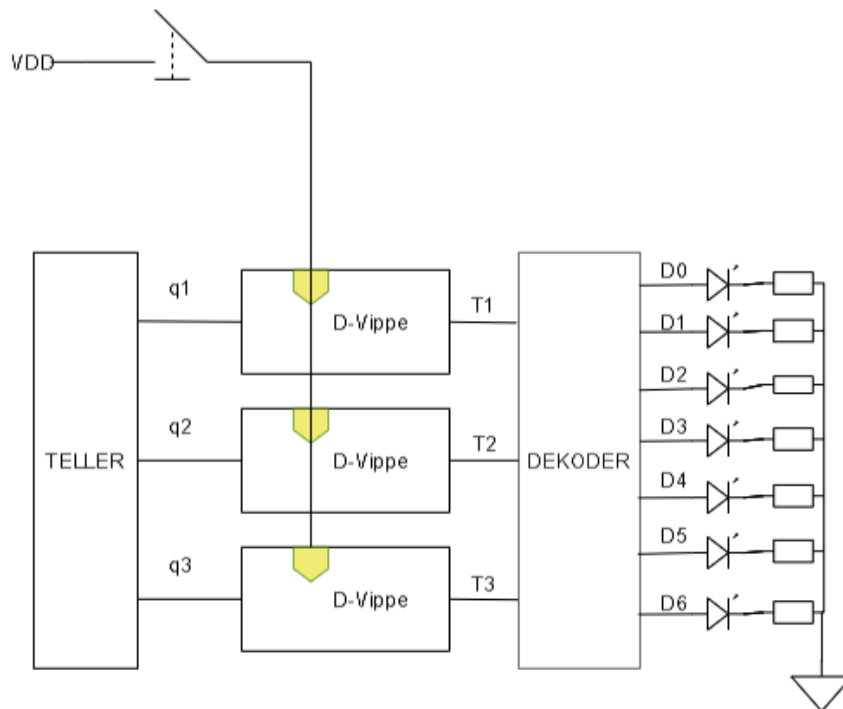
1	Problembeskrivelse	1
2	Prinsipiell løsning	1
3	Realisering og test	2
4	Konklusjon	5
5	Takk	5
	Referanser	6
A	Ekstra greier	6

1 Problembeskrivelse

I dette designnotatet så skal det designes en digital terning ved hjelp av en FPGA av typen Lattice ICE40. Terningen skal realiseres med LEDer som lyser opp i mønster som øynene på en terning. Det skal også undersøkes effektforbruket av lysdiodene med tilhørende motstander gitt forskjellige farger på diodene.

2 Prinsipiell løsning

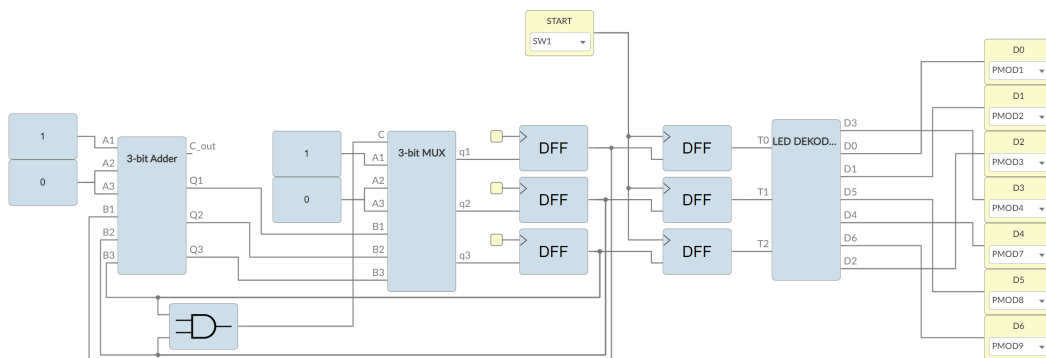
For å designe en terning må man ha et tilfeldig tall man kan dekode til øyne på en terning. Som sett i 1 så vil terningen i dette designnotatet bestå av en teller som teller fra 1 til 6 i klokkefrekvensen til FPGAen, den vil kun stoppe ved et signal som kommer fra en knapp brukeren kan trykke på. Dette vil ikke gi et helt tilfeldig tall, men hastigheten på systemet er så høy at man kan annta at systemet vil stoppe på en tilfeldig verdi. Som vist i 1 Så er det lagt inn register etter telleren for å lagre terningkastets verdi. For så ha en dekode som dekode signalet til LED matrisen.



Figur 1: Prinsipiell overordnet løsning

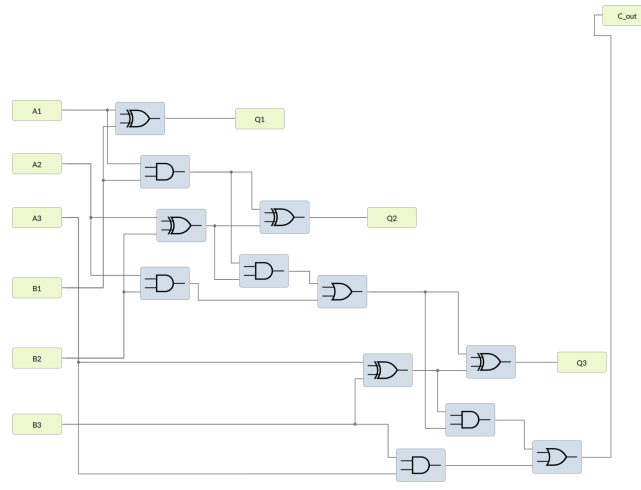
3 Realisering og test

Figur 2 viser den realiserte løsningen på et overordnet nivå. Telleren som er nevnt i den prinsipielle løsningen er realisert med en adderer som tar inn binære 3-bits tall fra d-vippene i slutten av kretsen og legger det sammen med et fast binært tall. Deretter går signalet inn i en 3-bit mux med to innganger, som vil resete kretsen til 001 dersom signalet blir 110. D-vippene lagrer dataen og sender det nåværende tallet tilbake til addereren og starter kretsen på nytt. Med denne oppkoblingen er det klokken til d-vippen som bestemmer hvor raskt telleren teller. Deretter er det et register med d-vipper som lagrer verdien til telleren ved en stigenede flanke og på den måten lagre et tilfeldig tall fra telleren og sende det videre til dekoderen. Dekoderen tar inn et 3-bit signal og bestemmer hvilke LEDs i matrisen som skal lyse.



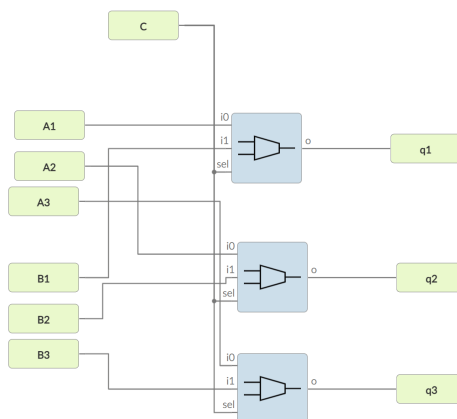
Figur 2: Overblikk over den realiserte kretsen

Figur 3 viser realiseringen av en 3-bits fulladderer. Den er realisert med tre XOR porter som legger sammen ingang A og B dersom de er ulike, og sender det til utgang q. Deretter brukes en kombinasjon av AND og OR porter for å sende bæretallet videre.



Figur 3: Fulladderer

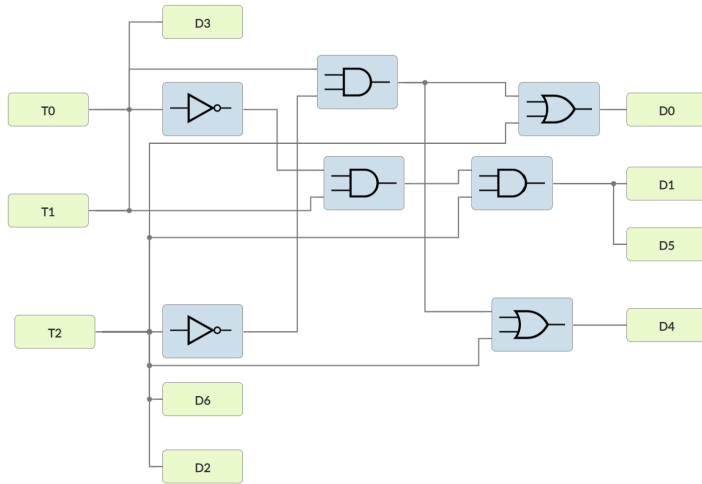
Figur 4 viser realiseringen av en 3-bits mux, hvor man utnytter FPGAen sine interne MUXer.



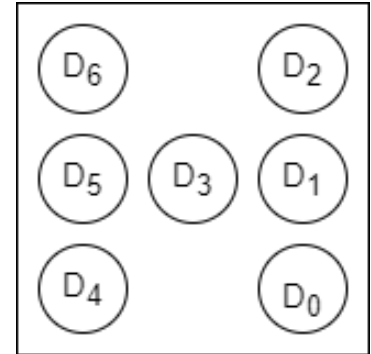
Figur 4: 3-bits mux

For at LED lysene skal lyse i et mønster som tilsvarer terningens øyne, må vi ha en dekode som kan dekode terningkastet til et mønster. I figur 5 viser vi realiseringen av en dekode og i tabell 1 vises sannhetstabellen for dekode. Figur 6 viser LED matrisen som er koblet opp til dekode med navnene utgangen av dekode i riktig mønster.

Telleren er designet på en slik måte at den aldri teller til mer en 6 (110) så man kan se bort ifra når ingagnssignalet er 111. Dette gjør at de boolske uttrykkene som er brukt til å designe dekode i figur 5 blir vesentlig mye enklere. De boolske uttrykkene som er brukt for å designe dekode er vist i likningene 1 - 5.



Figur 5



Figur 6

Tabell 1: Sannhetstabell for dekoderen

T_2	T_1	T_0	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1	0	1	1	1

$$D_0 = \overline{T_0}T_1T_2 \quad (1)$$

$$D_1 = D_5 = T_0T_1T_2 \quad (2)$$

$$D_2 = D_6 = T_2 \quad (3)$$

$$D_3 = T_0 \quad (4)$$

$$D_4 = \overline{T_2}T_1 + T_2 \quad (5)$$

For å måle effektforbruket til terningen så måler vi spenningen over hver av de 7 LEDene og regner strømmen gjennom motstandene for å beregne effektforbruket. I tabell 2 viser vi målingene av spenningen over hver av LEDene.

Vi regner ut strømmen gjennom motstandene ved å bruke formelen 6.

$$I = \frac{V}{R} \quad (6)$$

Der V er spenningen over motstanden og R er motstandens verdi. Vi regner ut strømmen gjennom hver av motstandene og regner deretter ut effektforbruket til hver av LEDene ved å bruke formelen 7.

Tabell 2: Målinger av spenningen over hver av LEDene

Terningkast	V_{LED0}	V_{LED1}	V_{LED2}	V_{LED3}	V_{LED4}	V_{LED5}	V_{LED6}
1	-	-	-	3.234	-	-	-
2	-	-	3.123	-	-	-	3.123
3	-	-	3.123	3.123	-	-	3.123
4	3.132	-	3.003	-	3.003	-	3.132
5	3.132	-	3.003	3.003	3.003	-	3.132
6	3.132	3.403	3.003	-	3.003	3.004	3.132

$$P = V * I \quad (7)$$

For å regne ut effektforbruket til hver av lysdiodene så må vi vite hvor ofte den lyser, i tillegg til strømmen gjennom den. Vi regner ut hvor ofte hver av LEDene lyser ved å se på sansynligheten til hver verdi terningen kan få og om LEDen lyser ved den verdien. Vi regner ut sansynligheten ved å bruke formelen 8.

$$P = \frac{\text{Antall gunstige}}{\text{Antall mulige}} \quad (8)$$

4 Konklusjon

5 Takk

Referanser

- [1] Navn forfatter, *Navn på bok*, Hvem har gitt ut, Hvilke utgave, År utgitt.

A Ekstra greier