



LUNDS
UNIVERSITET

Elektro- och informationsteknik

Tentamen i Digitalteknik, EIT020

13 januari 2017, kl. 8-13

- ▶ Skriv anonymkod och identifierare, eller personnummer, på alla papper.
- ▶ Börja en ny uppgift på ett nytt papper. Använd bara en sida av pappret.
- ▶ Lösningarna skall tydligt visa tillvägagångssättet.
- ▶ Minimering av funktioner, var och en för sig, ses som en naturlig del av lösningen. Minimalt antal tillstånd i tillståndsgrafer förväntas. Metoder för bra tillståndskodning behöver ej användas om det inte efterfrågas i uppgiften.
- ▶ Om det efterfrågas skall kopplingar för realiseringar ritas.
- ▶ Hjälpmedel: kursboken, föreläsningbilder och föreläsninganteckningar (allt under fliken "föreläsningar"), samt enkel miniräknare.

Lycka till!

Uppgift 1

Ge den booleska funktionen $f(x_1, x_2, x_3, x_4)$ definierad ur

$$f^{-1}(1) = \{0, 2, 6, 7, 8, 10, 14\},$$

i följande former (x_1 mest signifikant):

- (a) Disjunktiv Normal Form (DNF),
- (b) Minimal Disjunktiv Form (MDF),
- (c) Minimal Konjunktiv Form (MCF).

- (d) Ange funktionen f med hjälp av addition och multiplikation i \mathbb{Z}_2 .
- (e) Bygg funktionen $f(0, 0, x_3, x_4)$ (två variabler) med transistorer i CMOS-teknik. Rita!

(2+2+2+2+2=10p)

Uppgift 2

Peter ansvarar för en digital konstruktion som skall detektera ett visst insignalbeteende. Insignalen vid varje tidpunkt består av två binära värden x_1, x_2 . När insignalen under de tre senaste tidsenheterna har haft sammanlagt exakt fem ettor så ska utsignalen y vara ett, annars skall den vara noll. Utsignalen vid tidsenhet 0 och 1 ska vara nollställd.

Exempelvis så ger insignalen 11, 01, 11, 10, 11, 01, 11, 01, 00, ... utsignal 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, ... Eftersom 11, 01, 11 innehåller exakt fem ettor blir $y = 1$ vid tidsenhet 2, medan 01, 11, 10 har fyra ettor och därför blir $y = 0$ vid tidsenhet 3, etc.

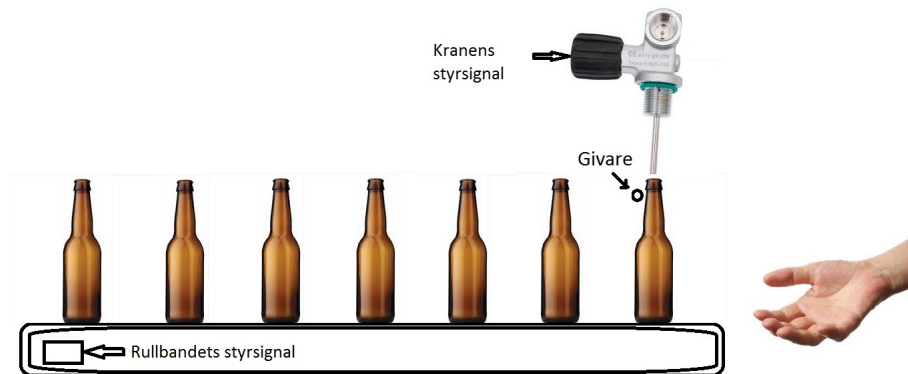
- (a) Hjälp Peter att ta fram en tillståndsgraf för problemet. Minimera grafen.
- (b) Realisera ett sekvensnät med minimalt antal D-vippor som implementerar den givna detektorn. Realiseringen ska vara baserad på en tillståndsgraf med minimalt antal tillstånd. Ange funktioner i minimal form. Rita sekvensnätet!

(5+5=10p)

Uppgift 3

Du ansvarar för en digital konstruktion som ska styra påfyllning av ölflaskor. Tomma flaskor kommer på ett rullband och på ett ställe på rullbandet finns en kran för påfyllning av dryck i flaskor. För att veta när en flaska kommit fram till kranen finns en givare som vi betecknar x . När flaskhalsen på en flaska står framför givaren är $x = 1$ annars är $x = 0$. Om man stannar rullbandet omedelbart efter att flaskhalsen passerat givaren kommer flaskan att stå precis under kranen. Rullbandet står stilla om dess styrsignal y är noll och går framåt om $y = 1$.

Påfyllningen går till så att kranen ska vara öppen i exakt 2.8 sekunder för att rätt mängd dryck ska hamna i flaskan. Kranen styrs av styrsignalen z . Kranen är öppen om $z = 1$ och sluten om $z = 0$. Konstruktionen klockas med en 5Hz klocka. Konstruktionen ska använda sig av en räknare, 74FCT163, enligt datablad längst bak i tentan, samt valfria grindar och D-vippor. Rita upp konstruktionen i detalj!



(10p)

Uppgift 4

Ett linjärt återkopplat skiftregister med kopplingspolynom $C(D) = 1 \oplus D \oplus D^5 \oplus D^6$ genererar sekvensen s . De första symbolerna i sekvensen s är $s = 011100 \dots$

- (a) Skriv upp ett uttryck för D -transformen av sekvensen s .
- (b) Bestäm kopplingspolynomet för kortast lineärt återkopplade skiftregister som genererar den periodiska sekvensen s .
- (c) Bestäm perioden för $C(D)$.
- (d) Vilken är den maximala perioden för en sekvens genererad av ett LFSR av längd 6?

(3+4+2+1=10p)

Uppgift 5

Att kunna räkna på vanligt vis med mängder som innehåller ett ändligt antal element är viktigt i många digitala system. Låt oss betrakta ringen \mathbb{Z}_{22187} , med addition och subtraktion modulo 22187. Vi noterar också att $22187 = 2017 \cdot 11$.

- (a) Lös ekvationen $53x = 2018$ i \mathbb{Z}_{22187} .
- (b) Ge ett exempel på ett element $\neq 0$ som inte har invers i \mathbb{Z}_{22187} .
- (c) Antag att en ALU kan utföra addition av två 15-bitars tal x och y och placera resultatet i 16-bitars vektorn $\mathbf{u} = u_0u_1 \dots u_{15}$. Om vi tänker oss att x och y representerar två element i \mathbb{Z}_{22187} så är vi intresserade av att veta om ALU resultatet $\mathbf{u} = u_0u_1 \dots u_{15}$ är större än 22186, eftersom då måste vi subtrahera bort 22187 för att få rätt element i \mathbb{Z}_{22187} . Implementera en flagga "GEQ22187" som indikerar om resultatet \mathbf{u} svarar mot ett tal ≥ 22187 . Vektorn \mathbf{u} är din funktions input. Bygg flaggan som ett iterativt kombinatoriskt nät, dvs som en kaskadkoppling av ett antal mindre block som är sammankopplade. Rita en bild över nätet!

(5+1+4=10p)

God Fortsättning på 2017!



FAST CMOS SYNCHRONOUS PRESETTABLE BINARY COUNTER

IDT54/74FCT163T/AT/CT

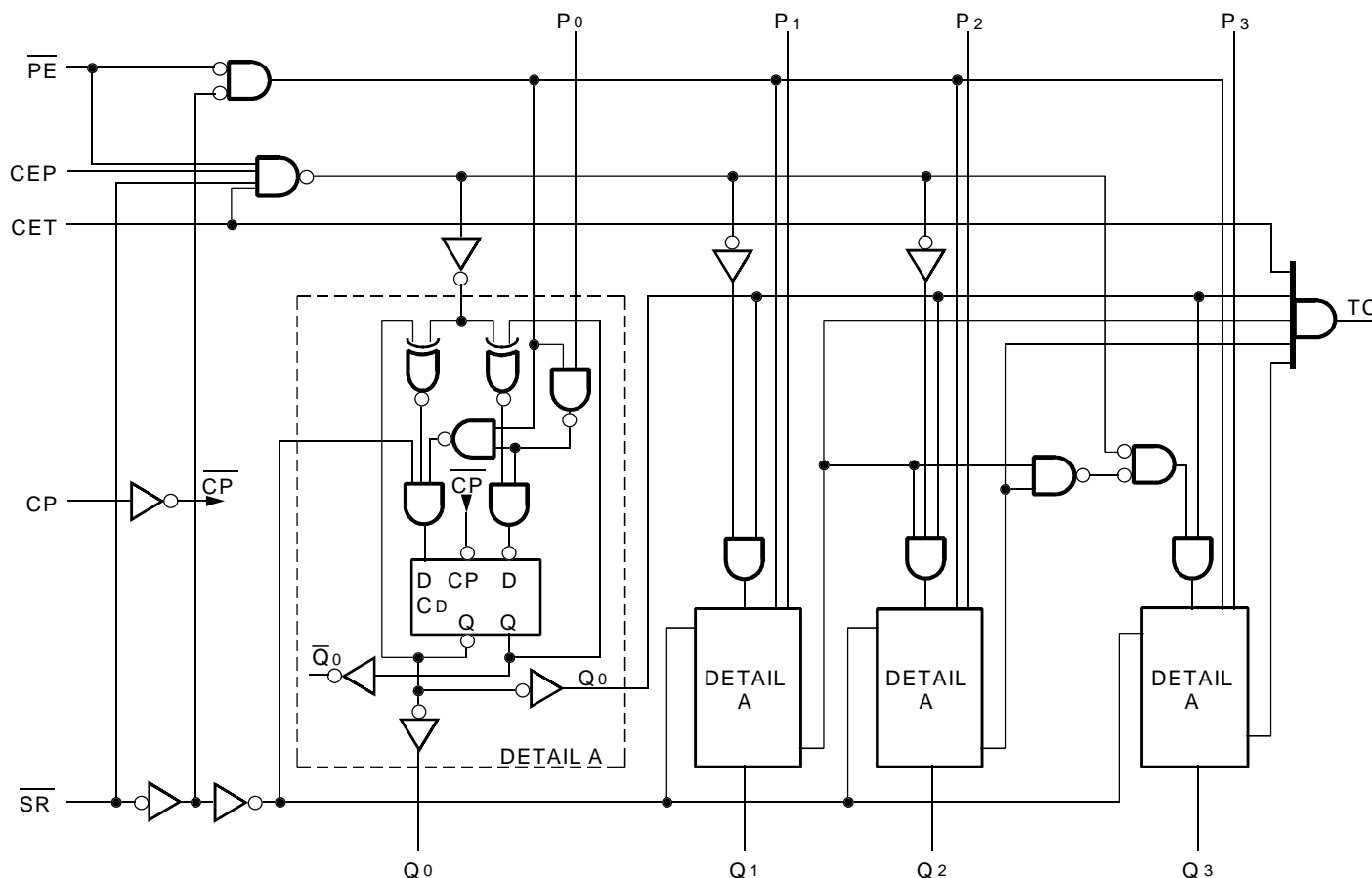
FEATURES:

- Std., A and C speed grades
- Low input and output $\leq 1\mu\text{A}$ (max.)
- CMOS power levels
- True TTL input and output compatibility
 - - $V_{OH} = 3.3\text{V}$ (typ.)
 - - $V_{OL} = 0.3\text{V}$ (typ.)
- High drive outputs (-15mA IOH, 48mA IOL)
- Meets or exceeds JEDEC standard 18 specifications
- Military product compliant to MIL-STD-883, Class B and DESC listed (dual marked)
- Power off disable outputs permit "live insertion"
- Available in the following packages:
 - Industrial: SOIC, QSOP
 - Military: CERDIP, LCC, CERPACK

DESCRIPTION:

The FCT163T is a high-speed synchronous modulo-16 binary counter built using an advanced dual metal CMOS technology. They are synchronously presettable for application in programmable dividers and have two types of count enable inputs plus a terminal count output for versatility in forming synchronous multi-stage counters. The FCT163T has Synchronous Reset inputs that override counting and parallel loading and allow the outputs to be simultaneously reset on the rising edge of the clock.

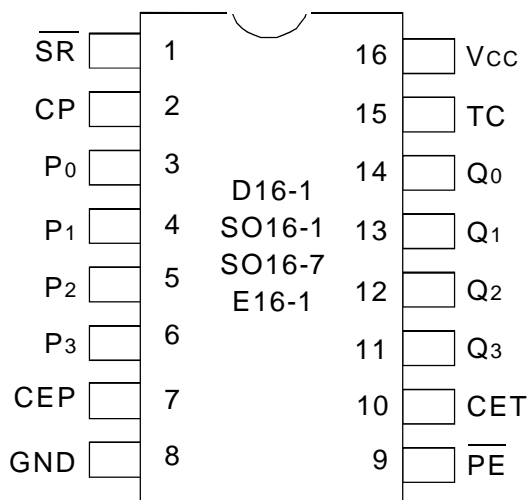
FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



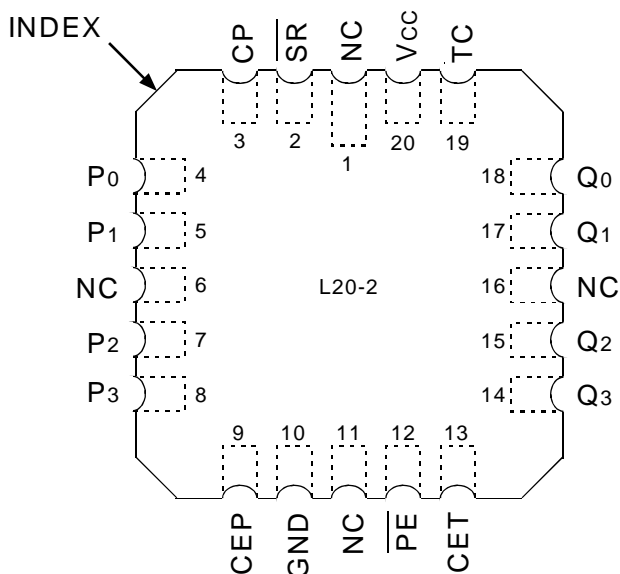
MILITARY AND INDUSTRIAL TEMPERATURE RANGES

AUGUST 2000

PIN CONFIGURATION



CERDIP/ SOIC/ QSOP/ CERPACK
TOP VIEW



LCC
TOP VIEW

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS⁽¹⁾

Symbol	Rating	Max.	Unit
V _{TERM} ⁽²⁾	Terminal Voltage with Respect to GND	-0.5 to +7	V
V _{TERM} ⁽³⁾	Terminal Voltage with Respect to GND	-0.5 to V _{CC} +0.5	V
T _{STG}	Storage Temperature	-65 to +150	°C
I _{OUT}	DC Output Current	-60 to +120	mA

8T-link

NOTES:

- Stresses greater than those listed under ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect reliability. No terminal voltage may exceed V_{CC} by +0.5V unless otherwise noted.
- Inputs and V_{CC} terminals only.
- Outputs and I/O terminals only.

CAPACITANCE (T_A = +25°C, f = 1.0MHz)

Symbol	Parameter ⁽¹⁾	Conditions	Typ.	Max.	Unit
C _{IN}	Input Capacitance	V _{IN} = 0V	6	10	pF
C _{OUT}	Output Capacitance	V _{OUT} = 0V	8	12	pF

8T-link

NOTE:

- This parameter is measured at characterization but not tested.

PIN DESCRIPTION

Pin Names	Description
CEP	Count Enable Parallel Input
CET	Count Enable Trickle Input
CP	Clock Pulse Input (Active Rising Edge)
\overline{SR}	Synchronous Reset Input (Active LOW)
P0-3	Parallel Data Inputs
\overline{PE}	Parallel Enable Input (Active LOW)
Q0-3	Flip-Flop Outputs
TC	Terminal Count Output

FUNCTION TABLE⁽¹⁾

\overline{SR}	\overline{PE}	CET	CEP	Action on the Rising Clock Edge(s)
L	X	X	X	Reset (Clear)
H	L	X	X	Load (P _n → Q _n)
H	H	H	H	Count (Increment)
H	H	L	X	No Change (Hold)
H	H	X	L	No Change (Hold)

NOTE:

- H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Don't Care