



Digitala kretsars dynamiska egenskaper

Namn

Datum

Handledarens sign.

Varför denna laboration?

Mycket digital elektronik arbetar med snabb dataöverföring och strömförsörjs genom batterier.

Det är därför viktigt att känna till de grundläggande skillnader som finns mellan kretsfamiljerna just med hänsyn till effektförbrukning och förmågan att klara höga datahastigheter.

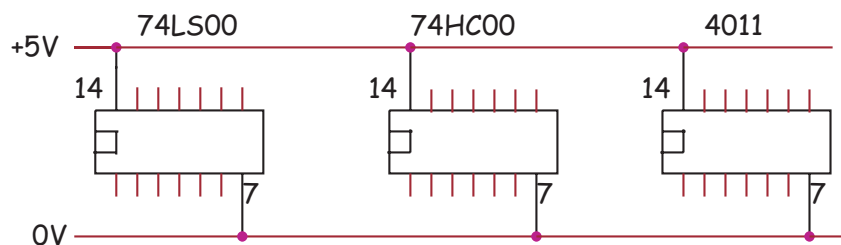
I den här laborationen skall du undersöka strömmar och effektförbrukning hos logikkretsar av typen 74LS00, 74HC00 samt 4011 som alla innehåller fyra st NAND-grindar men tillhör tre olika kretsfamiljer. Du skall undersöka vilka strömmar som finns på kretsarnas ingångar, statisk och dynamisk effektförbrukning samt undersöka hur utsignalens utseende påverkas vid hög frekvens på indata.

Inkoppling av spänningsmatning

För inkoppling av spänningsmatningen behöver du den digitala kopplingsplattan, multimeter, 74LS00, 74HC00 samt 4011B.

Placera **samtliga tre kretsar** efter varandra på kopplingsplattan och anslut 5V spänningsmatning till samtliga kretsar. **Utnyttja den fasta 5V spänningen på spänningsaggregatet.**

Grundkopplingen för spänningsmatningen är denna (jämför med databladet):



Kontrollmät spänningsmatningen över varje krets – den skall vara 5V.

Utrustning mm

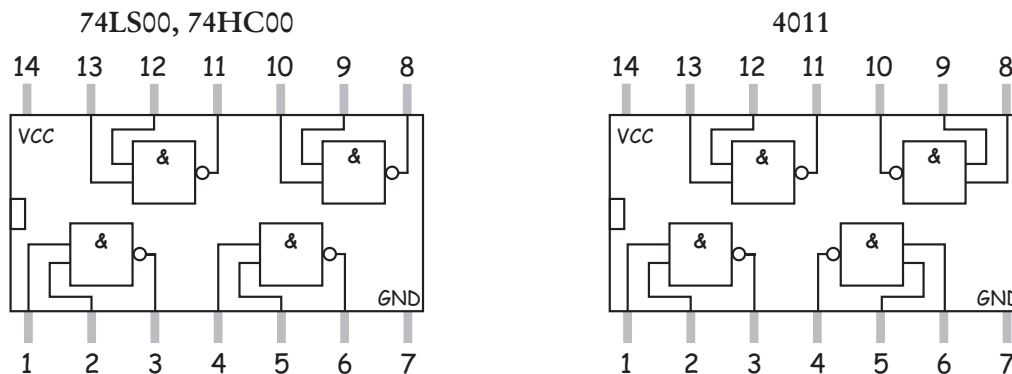
- * Analog eller Digital multimeter
- * Oscilloskop
- * Spänningsaggregat som ger 5V DC
- * Kopplingsplatta
- * Diverse: Kopplingsladdar för spänningsaggregat , flera färger isolerad enkelledare till kopplingsplattan samt avbitartång
- * Komponentssats: Dioder 1N4148 (2st), motstånd 1k (1st), kondensator 100pF (12st)
IC: 74LS00, 74HC00 samt 4011 (Komponentssats: ELK103A)
- * Datablad: 74LS00, 74HC00 och CD4011 (finns i bilaga till läroboken)

Mätning av inströmmar

Dags att koppla in kretsarna

Nu har du spänningsmatning till kretsarna och en variabel spänningskälla för 0 - 5V.

Som framgår av databladet och bilden nedan skiljer sig kretsarnas benkonfiguration. För 74LS00 och 74HC00 gäller samma koppling (nedan t.v) medan 4011-serien har sin egen koppling (nedan t.h).

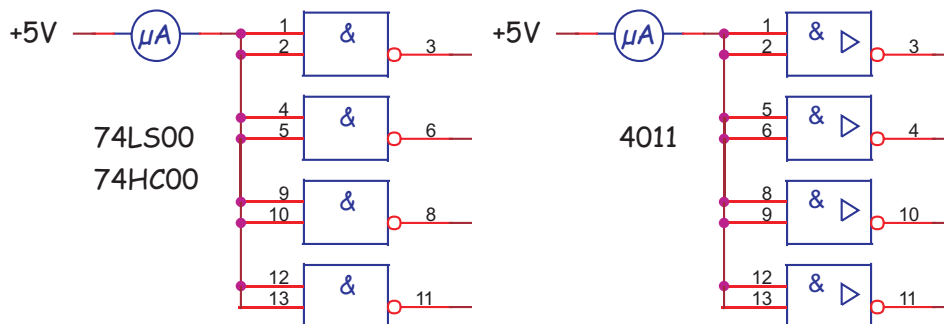


Strömmen för 1:a in

Du skall först undersöka hur mycket ström som de olika kretsarna drar på ingången. Eftersom ingångar på IC-kretsar inte bör lämnas oinkopplade väljer vi att mäta strömmen till **alla ingångarna**.

Vi mäter först **strömmen vid hög signal in**.

Koppla efter det här schemat:



Obs: den totala strömmen på ingångarna kan vara mycket låg.

Anteckna mätvärdet i tabellen nedan.

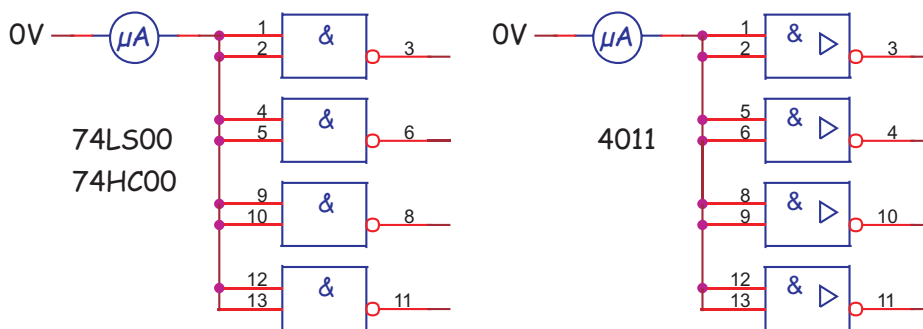
Observera att strömmar räknas som positiva om de går in i kretsen och negativa om de går ut från kretsen. Anteckna strömmarna med rätt tecken!

Krets	I_{IH} (alla ingångar)	I_{IH} /ingång	I_{IH} enl datablad
74LS00			
74HC00			
4011			

Strömmen för 0:a in

Du skall nu fortsätta med att undersöka vilken ström de olika kretsarna drar på ingången vid låg insignal. Kopplingen är samma som tidigare. Det är bara insignalen som ändras.

Koppla efter det här schemat:



Obs: den totala strömmen på ingångarna kan vara mycket låg.

Anteckna strömmarna med rätt tecken!

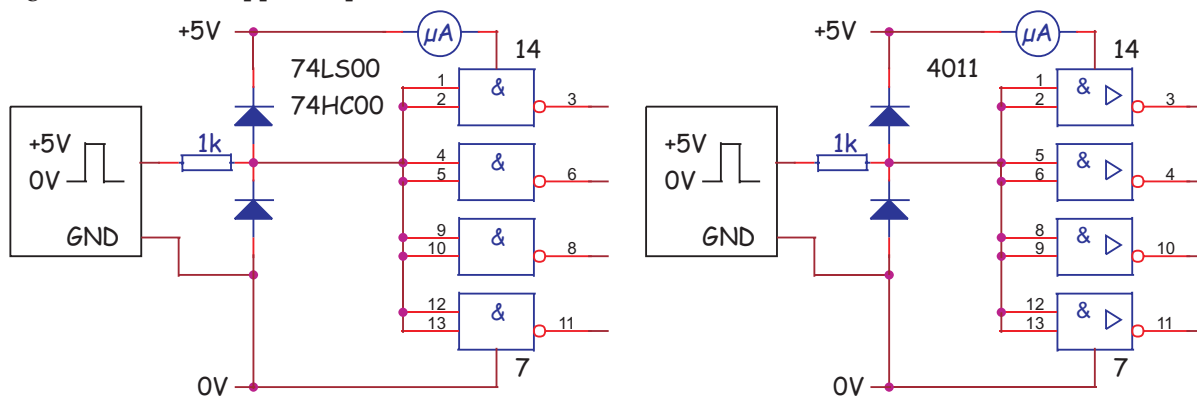
Krets	I_{IL} (alla ingångar)	I_{IL} /ingång	I_{IL} enl datablad
74LS00			
74HC00			
4011			

Dynamisk strömförbrukning utan last

Ovan har du undersökt hur mycket ström kretsarna drar på sina ingångar.

Du skall nu gå vidare och se vad som händer med hela kretsens strömförbrukning i såväl statiskt som dynamiskt tillstånd. (Dynamiskt betyder att kretsen arbetar - switchar mellan hög och låg.)

En generator skall kopplas in på det här viset:



Kretsens strömförbrukning skall mätas så som kopplingsschemat ovan visar. Använd en analog eller digital multimeter med låg inre resistans.

Pulsgeneratorn skall lämna 5V:s pulser som inte får vara negativa. (Detta innebär att du kan behöva justera såväl "DC-offset" som "level" på pulsgeneratorn.) Se till att pulsgeneratorn har korrekta nivåer innan du kopplar in den på kretsarna. (Dioderna finns där enbart för säkerhets skull och skall inte användas för att fixa till nivåerna!)

Pulserna ut från generatorn skall ha 50% dutycycle. (pulslängden = halva periodtiden).

Använd oscilloskopet för att kontrollera pulsernas nivåer ut från generatoren.

Mät på en krets i taget. Variera frekvensen från 1Hz och upp till 1MHz enligt tabellen. 1Hz (gärna lägre) motsvarar statiskt tillstånd.

Anteckna strömmen vid varje frekvens. Beräkna effekten (P_D) /grind som $V_{CC} \cdot I$.

Dynamisk effektförbrukning för 74LS00

74LS00/ Frekvens	I_{CC} (hela)	I_{CC} / grind	P_D /grind
1Hz			
100Hz			
1000Hz			
10kHz			
100kHz			
1MHz			

Dynamisk effektförbrukning för 74HC00

74HC00/ Frekvens	I_{CC} (hela)	I_{CC} / grind	P_D /grind	Kalkylerat P_D (se nedan)
1Hz				-----
100Hz				-----
1000Hz				-----
10kHz				-----
100kHz				-----
1MHz				

För en CMOS typ 74HC00 (och 4011) kan den dynamiska effektförbrukningen utan last ungefärligt beräknas som:

$$P_D = C_{PD} \cdot V_{CC}^2 \cdot f$$

Hämta värdet på C_{PD} för 74HC00 från databladet:

Räkna ut teoretisk dynamisk effekt (P_D) per grind vid frekvensen 1MHz och skriv in det i tabellen ovan.

Visa uträkningen här:

Dynamisk effektförbrukning för 4011

4011/ Frekvens	I_{CC} (hela)	I_{CC} / grind	P_D /grind	Kalkylerat P_D
1Hz				-----
100Hz				-----
1000Hz				-----
10kHz				-----
100kHz				-----
1MHz				

Hämta värdet på C_{PD} för 4011 från databladet:

Räkna ut teoretisk dynamisk effekt ($P_D = C_{PD} \cdot V_{CC}^2 \cdot f$) per grind vid frekvensen 1MHz och skriv in det i tabellen ovan.

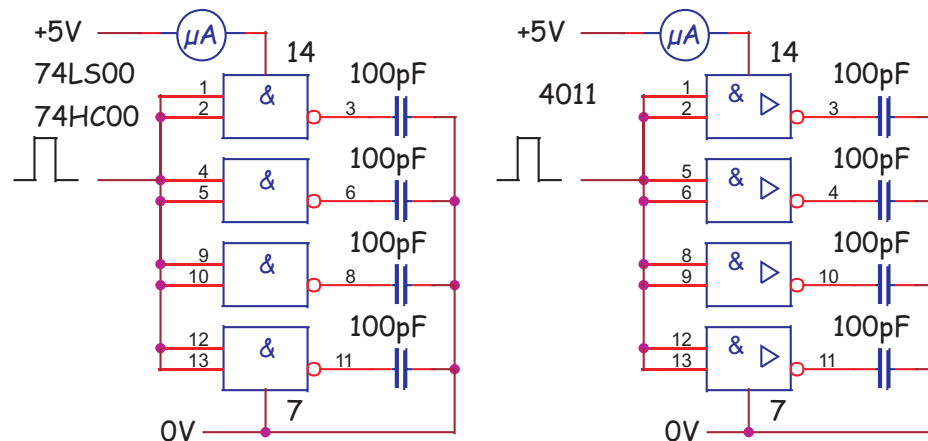
Visa uträkningen här:

Dynamisk strömförbrukning vid kapacitiv last

Vid kapacitiv last tillkommer den ström som krävs för att ladda upp och ur den kapacitiva lasten.

Du behåller samma koppling som i föregående experiment med kopplar nu in kapacitiva laster (100pF) på samtliga grindar.

Kopplingsschemat kommer då att se ut så här:



Kretsens strömförbrukning mäts.

Pulsgeneratoren skall lämna 5V:s pulser som inte får vara negativa och pulserna ut från generatoren skall ha 50% duty cycle (pulslängden = halva periodtiden).

Mät på en krets i taget. Gör endast en mätning vid frekvensen 1MHz. Anteckna strömmen vid varje frekvens. Beräkna effekten (P_D) /grind som $V_{CC} \cdot I$.

Den effektförbrukning som tillkommer kan beräknas på samma sätt som den interna dynamiska effekten: $P_C = C_L \cdot V_{CC}^2 \cdot f$ där C_L är lasten, i detta fall 100pF.

Dynamisk effektförbrukning för 74LS00, 74HC00 och 4011 vid kapacitiv last och vid frekvensen 1MHz.

Krets	I_{cc} (hela)	I_{cc} /grind	P_{TOT} med last	P_D /grind utan last	P_c
74LS00					
74HC00					
4011					

Överföring av data vid hög frekvens

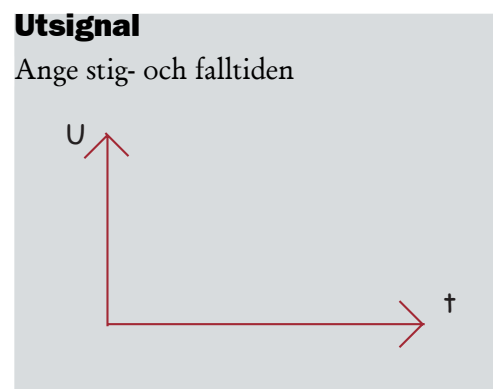
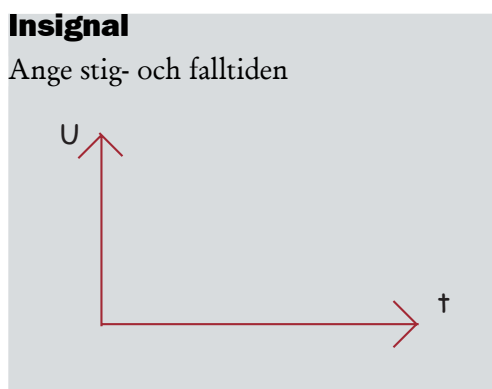
Du skall nu använda oscilloskopet för att undersöka hur väl kretsarna förmår överföra datasignaler vid hög frekvens. Kopplingen är samma som ovan.

Med oscilloskopet mäter du stig- (t_{TLH}) och falltid (t_{THL}) på såväl insignaler som utsignaler vid frekvensen 1MHz. Välj ut och mät på en av grindarna i varje krets.

OBS: Stig- och falltid mäts mellan 10 och 90% av hela svinget.

Krets	Insignal t_{THL}	Insignal t_{TLH}	Utsignal t_{THL}	Utsignal t_{TLH}
74LS00				
74HC00				
4011				

Visa hur in- och utsignalen ser ut för 4011:



Avslutande uppgifter

1. Vilken av de tre kretsarna som du laborerat på är den mest lämpliga för att överföra datasignaler vid hög frekvens (om man bortser från strömförbrukning) ?

2. Vilken av kretsarna är den minst lämpliga för att överföra datasignaler vid hög frekvens?

3. Undersök med hjälp av databladet för 74HC00 och/eller 4011 hur förmågan att överföra data med hög frekvens påverkas av matningsspänningen (V_{CC}).

4. Vilka av följande påståenden är riktiga:

- För CMOS-kretsar ökar strömförbrukningen med ökad frekvens på indata.
- Ju högre matningsspänning desto mindre är en IC-krets effektförbrukning.
- 74LS00 har större statisk effektförbrukning än 74HC00.
- 4011 har den lägsta statiska effektförbrukningen i jämförelse med 74LS00 och 74HC00.
- Man kan motverka hög effektförbrukning vid höga frekvenser genom att istället sänka matningsspänningen (V_{CC}).
- Stor kapacitiv last gör att kretsarnas strömförbrukning ökar.
- En 4011 har de kortaste stig- och falltiderna i jämförelse med 74LS00 och 74HC00.
- Man skall alltid välja en kretsfamilj som har kortast möjliga stig- och falltider.
- Man skall välja en kretsfamilj som har tillräckligt korta stig- och falltider med hänsyn till applikationen.

Mina synpunkter

Jag tycker den här laborationen var:

- Tråkig Jobbig Rolig
 Svår Lagom Lätt Lärorik och/eller: _____