T1-modulen

Lektionerna 10-12

Radioamatörkurs

Bearbetning och översättning: Thomas Anderssén, OH6NT
Original: Heikki Lahtivirta, OH2LH

OH6AG

Logikkretsar

- Logikkretsarna är digitala mikrokretsar.
- De har mycket stor betydelse, huvuddelen av dagens elektronik bygger i huvudsak på digital teknik.
- Logikkretsarna använder i huvudsak av två typer av byggteknik:
  - TTL (Transistor-Transistor-Logic) som är byggda av bipolära transistorer, drivspänning 4,75 - 5,25 V
  - CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) byggda av MOS-transistorer, drivspänning ca. 5 - 15 V.

Logikkretsar

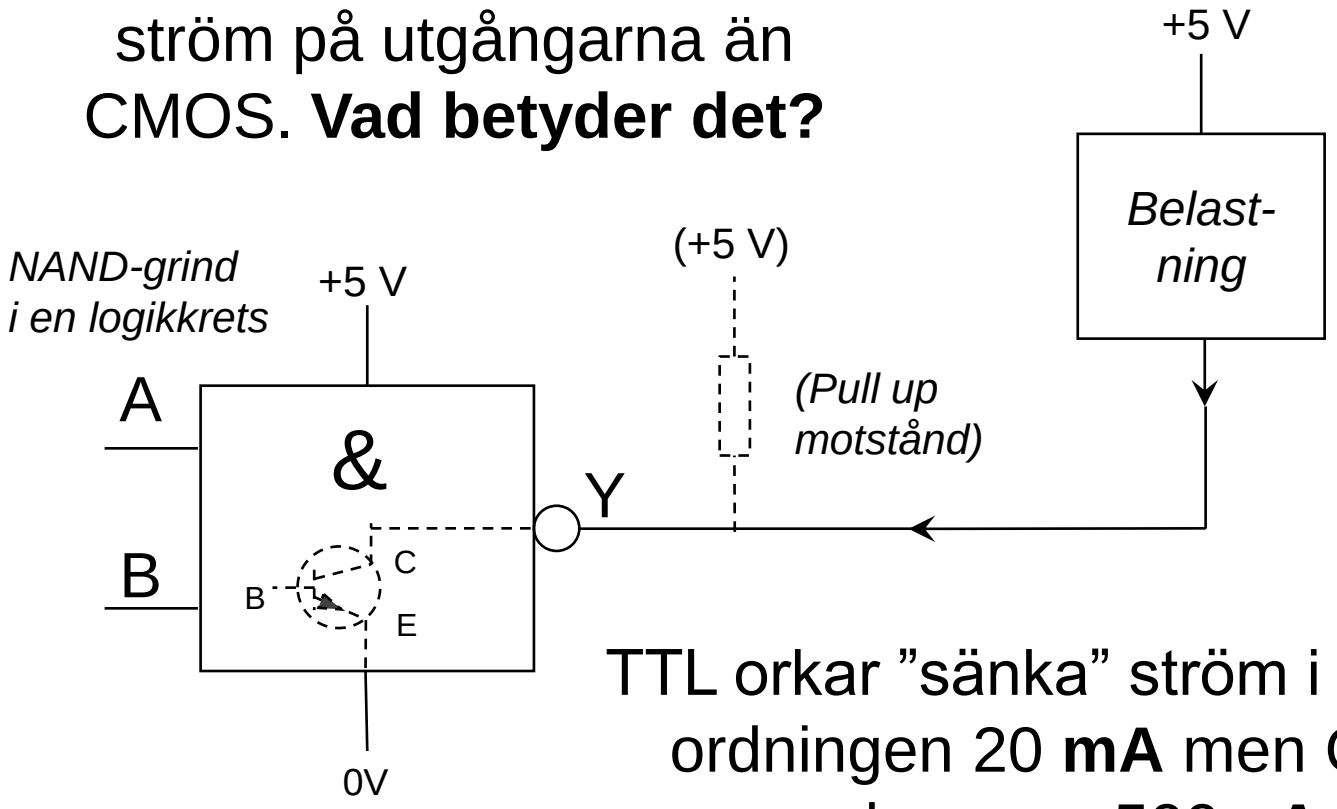
TTL

CMOS

- TTL-kretsarna är känsliga för drivspänningen, medan CMOS-kretsarna inte är så känsliga för detta.
- TTL orkar däremot driva (eller sänka) mera ström på utgångarna än CMOS-kretsarna.
- Det går alltså bra att driva CMOS-kretsar med TTL-logik, men inte tvärtom utan extra åtgärder.
- De vanligaste TTL-kretsserierna heter 74xx eller 74LSxx och CMOS-serierna 74HCxx eller 4xxx

Logikkretsar

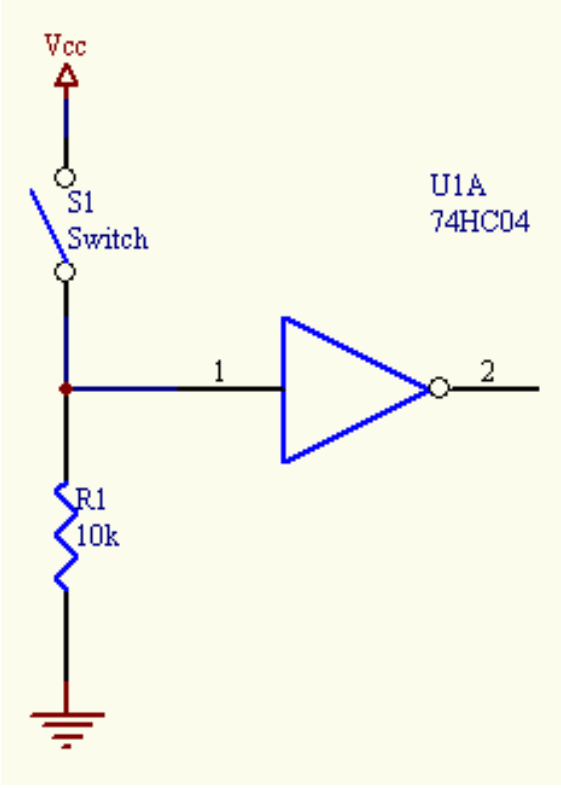
TTL orkar driva (sänka) mera ström på utgångarna än CMOS. **Vad betyder det?**



TTL orkar ”sänka” ström i storleks-ordningen 20 **mA** men CMOS bara ca. 500 **µA**

Pull up/pull down motstånd

- Pull up/pull down är ett sätt att koppla brytare så att deras läge tillförlitligt kan avläsas.
- Om man använder t.ex. ett pull down motstånd, försäkrar man sig om att logikkretsen “ser” en nolla när knappen inte är “till”.
- På motsvarande sätt arbetar ett pull up motstånd.



OH6AG

Three state

- Utgångarna på logikkretsar kan i verkligheten ha tre olika lägen:
  - 1 (Sant) = + spänning (t.ex. +5 V)
  - 0 (Falskt) = Noll spänning (0 V)
  - TS eller Third State = Hög impedans
- Möjliggör ihopkoppling parallellt av flera utgångar om alla utom en är i TS-läge = sparar komponenter.
- Kräver separat kontrollsignal ($\overline{CS}$)

OH6AG

Logikkretsar

- Alla erforderliga digitala kretsar kan byggas av grundtyperna av logikkretsar.
- De facto är det möjligt att bygga alla typer av logiska kretsar med bara en typ: NAND eller NOR!
- Det förenklar tillvaron för konstruktörerna att det finns färdiga kretstyper för olika uppgifter.

OH6AG

Boolesk algebra

- Funktionen hos logiska kretsar kan beskrivas med Boolesk algebra eller sanningstabeller.
- Genom att representera logiska uttryck i matematisk form, är det möjligt att med ett slags algebra undersöka om invecklade logiska uttryck och resonemang är sanna eller falska.
- Boolesk algebra är huvudsakligt verktyg för all digital konstruktion.

George Boole. matematiker (1815-1864)

OH6AG

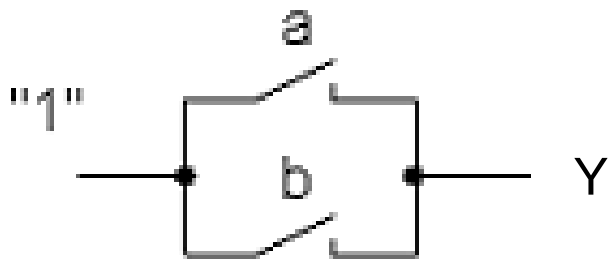
Boolesk algebra

- Boolesk algebra bygger på ett talsystem med **två tal**, 1 och 0, det **binära talsystemet**
- I logiken motsvarar siffrorna lägena **sant** eller **falskt**, eller **sluten/bruten** kontakt i en krets med kontakter.
- Logikens sammanfogningsord **OR** och **AND** motsvarar parallellkoppling och seriekoppling i en krets med kontakter.
- Dessutom finns en negation **NOT.**

OH6AG

Boolesk algebra

Har man två parallellkopplade slutande kontakter får man en **OR**-funktion. Det räcker med att en av kontakterna är ”till” för att kretsen ska vara sluten. I den booleska algebran skrivs det som:
Y = a + b



Har man två seriekopplade slutande kontakter, har man en **AND**-funktion. Det krävs att båda kontakterna är ”till” för att åstadkomma en sluten krets. Detta skrivs i den Boolska algebran som **Y = a • b**

OH6AG

Binärt talsystem

- Det binära talsystemet är en representation för tal som har talbasen två.
- Enbart två olika siffror används, ett och noll.
- Binära tal används praktiskt taget av alla datorer eftersom de använder digital elektronik och boolesk algebra.
- Talen används ofta i grupper om fyra (hexadecimal) eller tre (oktal)

Dec	Bin	Hex	Oct
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	8	10
9	1001	9	11
10	1010	A	12
11	1011	B	13
12	1100	C	14
13	1101	D	15
14	1110	E	16
15	1111	F	17

OH6AG

Binärt talsystem

- Det binära talet 1010 1101 blir:

  1 0 1 0 1 1 0 1

- $1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 =$
- $128 + 0 + 32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1 = 173$
- Varje etta eller nolla **motsvarar** alltså **ett decimalvärde** som beror på **siffrans placering** i det binära talet.
- Lägsta värdet (1) har talet längst till höger
- Högsta värdet (128) har talet längst till vänster
- 8 binära siffror kan representera 0..256 (+127..-127)

OH6AG

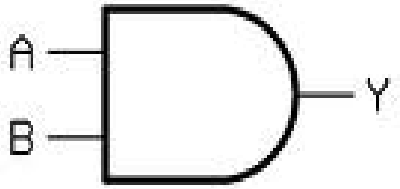
Logiska uttryck

- Logiska uttryck kan vara något av följande:
  - ***True*** (alltid sant)
  - ***False*** (alltid falskt)
  - En logisk variabel kan ha värdet ***True*** eller ***False.*** Anta några variabler: *p*, *q*, *r*, …
  - *r* = *p* ***AND*** *q* (*r* = sant om *p* = sant **och** *q* = sant)
  - *r* = *p* ***OR*** *q* (*r* = sant om *p* = sant **eller** *q* = sant, eller både *p* och *q* är sanna!)
  - *r* = ***NOT*** *p* (*r* = sant om *p* **inte** är sant)

OH6AG

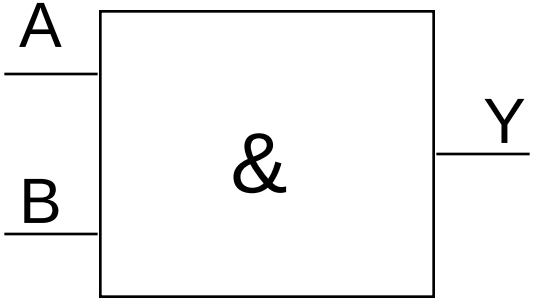
Logikkretsar, grundportar

- AND (OCH) - krets:



(IEEE ritsätt)

(IEC ritsätt)



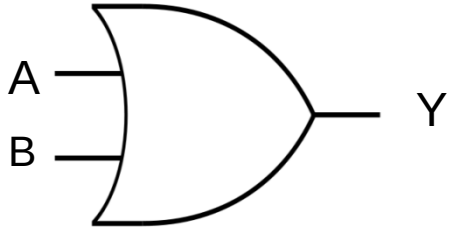
Sanningstabell

A	B	Y
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

OH6AG

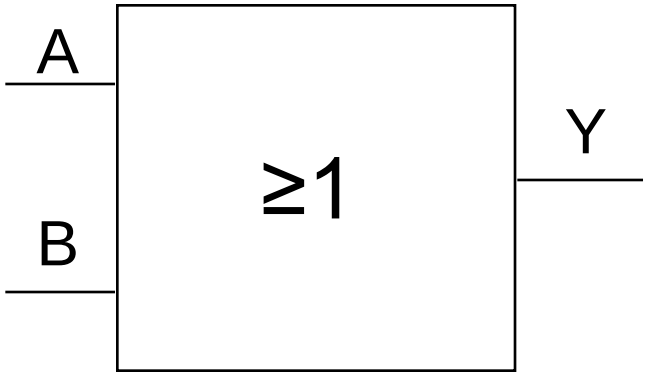
Logikkretsar, grundportar

- OR (ELLER) - krets



(IEEE ritsätt)

(IEC ritsätt)



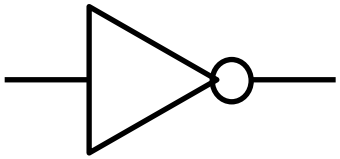
Sanningstabell

A	B	Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

OH6AG

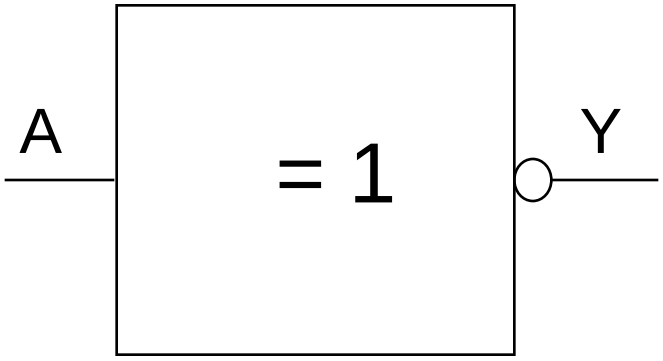
Logikkretsar, grundportar

- NOT (ICKE) - krets



(IEEE ritsätt)

(IEC ritsätt)



Sanningstabell

A	Y
0	1
1	0

OH6AG

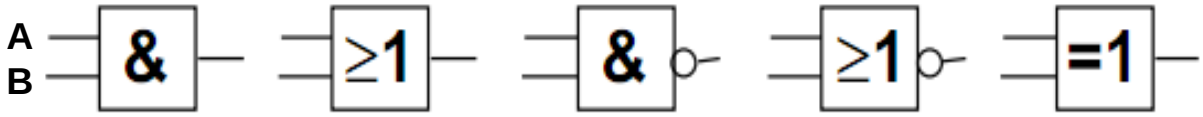
Logiksymboler

Sanningstabell

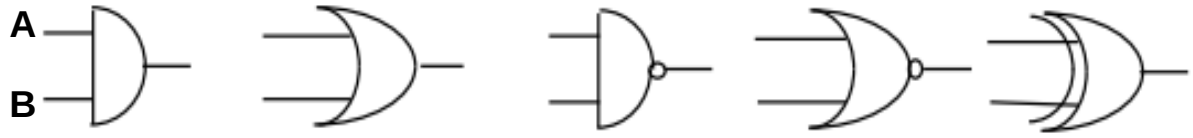
Insignaler Utsignaler

A	B	and	or	nand	nor	xor
0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1
1	1	1	1	0	0	0

(IEC ritsätt)

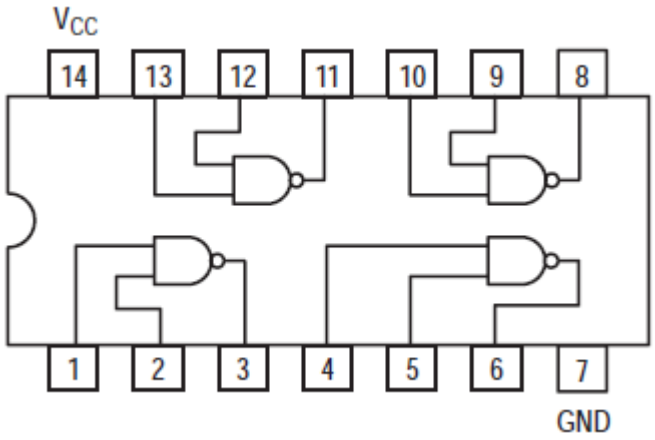


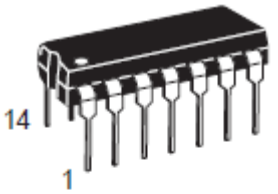
(IEEE ritsätt)



OH6AG

Exempel: 7400

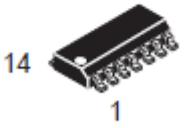




PLASTIC
N SUFFIX
CASE 646

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C
I_{OH}	Output Current – High			–0.4	mA
I_{OL}	Output Current – Low			8.0	mA

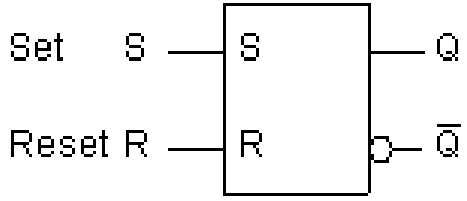


SOIC
D SUFFIX
CASE 751A

OH6AG

Andra logikkretsar

- Förutom kretsar som kombinerar olika lägen behöver de flesta digitala styrsystem även minneskretsar.
- En enkel minneskrets är ”ett relä med självhållning".
- I digitaltekniken kallas detta för en SR-låskrets (på engelska SR-latch).

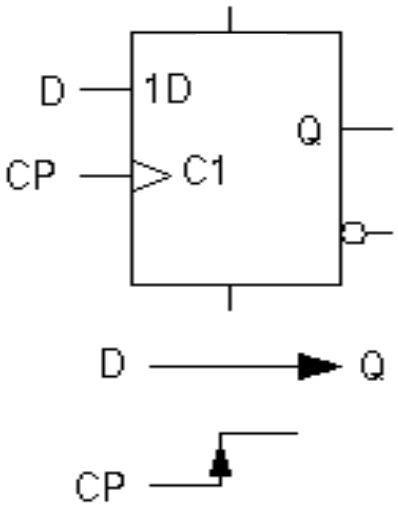


S	R	Q
0	0	Q, samma
0	1	0
1	0	1
1	1	?, förbjudet

En kort SET-puls (S=1) "ettställer" låskretsen och en kort RESET-puls (R=1) "återställer" den. Så länge S=0 och R=0 behåller låskretsen sitt läge. Om både S och R = 1, vad händer då?

Andra logikkretsar

- Inom digitaltekniken skiljer man på enkla låskretsar (latchar) och klockade vippor (flip-flopar).
- De enkla låskretsarnas begränsning ligger i att man inte kan mata in ett nytt värde till ingången "samtidigt" som man läser av utgångsvärdet.

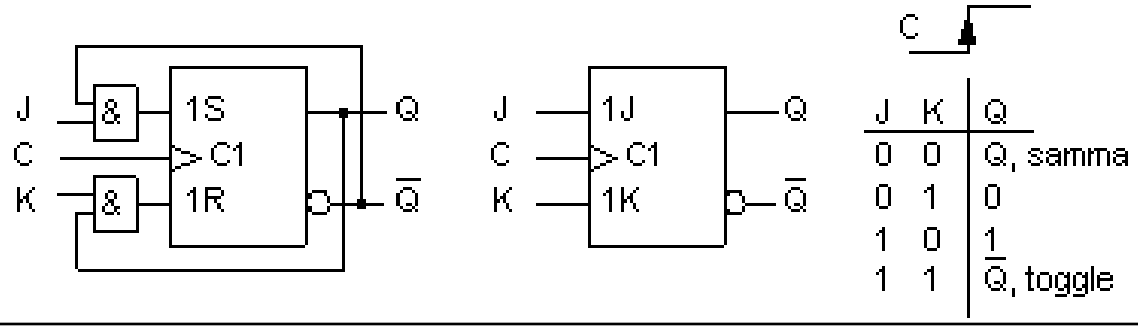


- I D-vippan används en låskrets för att behålla utgångsvärdet Q, medan en annan tar emot nytt ingångsvärde D. En klockpuls på styringången CP verkställer att det nya ingångsvärdet överförs till låskretsens utgång.
- D-vippan används för synkronisering av signaler mellan olika delar i styrsystem.

OH6AG

Andra logikkretsar

- SR-kretsens motsvarighet bland vipporna är **JK-vippan**. J motsvarar S och K motsvarar R.
- Två AND-grindar i vippan förhindrar en otillåten kombination av insignaler att påverka vippan.
  - Om J=1 och K=1 kommer grindarna bara att släppa fram den av J eller K som förändrar vippans värde.
  - Vippan kommer således att byta värde för varje klockpuls så länge denna insignalkombination består. Man säger att vippan ”togglar” (eng. toggle, kasta om).



J	K	Q
0	0	Q, samma
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q}$, toggle

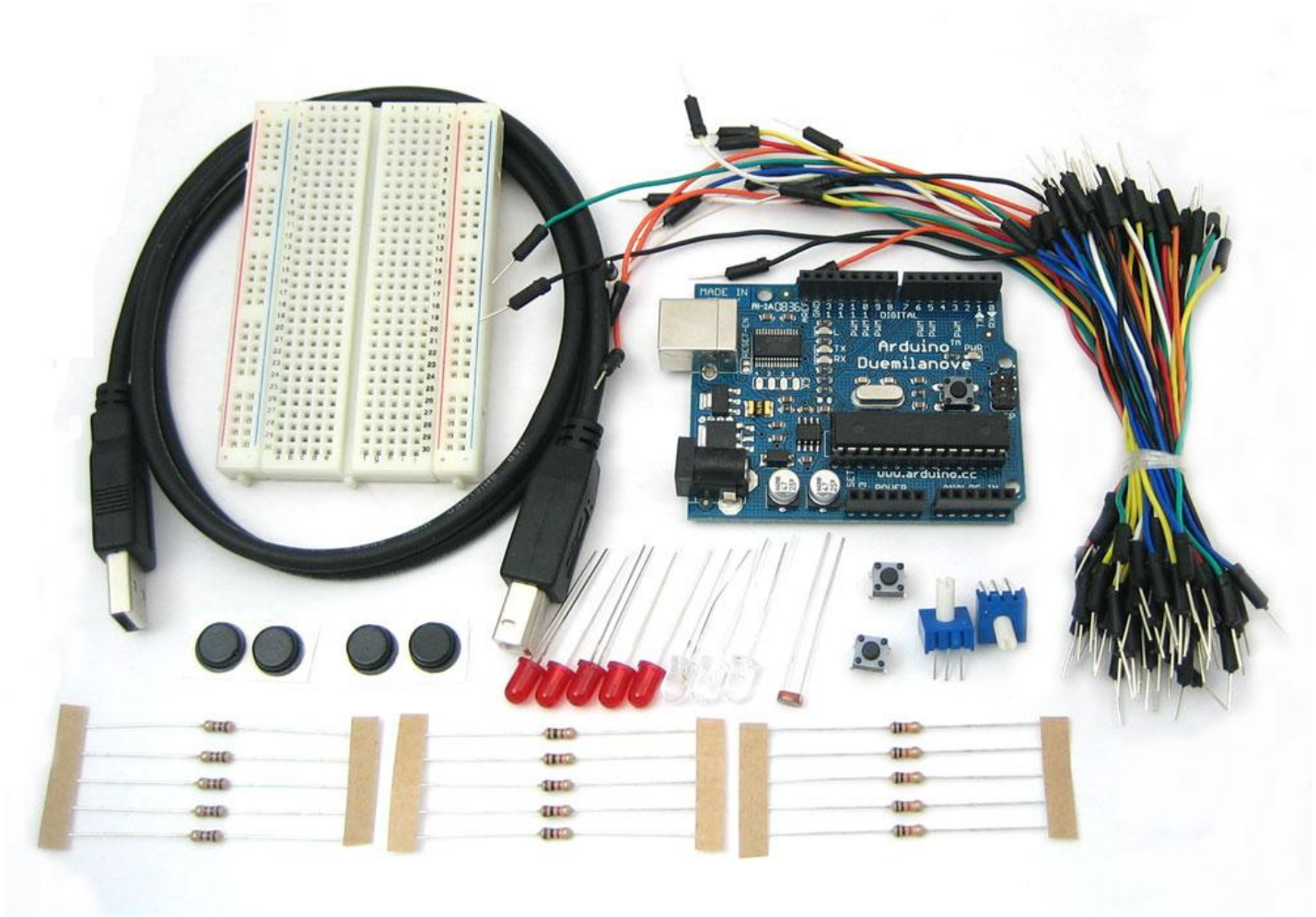
PIC 12F683

Mikrostyrkretsar

- PIC-, Atmel- och Arduino-processorerna är lättprogrammerade mikrostyrkretsar.
- Till låg kostnad kan man snabbt och enkelt själv programmera automatfunktioner för prototyper eller produkter.
- Mikrostyrkretsen innehåller samma delar som andra processorsystem, men allt är integrerat i samma krets: ROM, RAM, I/O-portar och klock-kretsar.
- Används från blinkande cykellysen till automatiska antennavstämningsenheter och hemautomation.

OH6AG

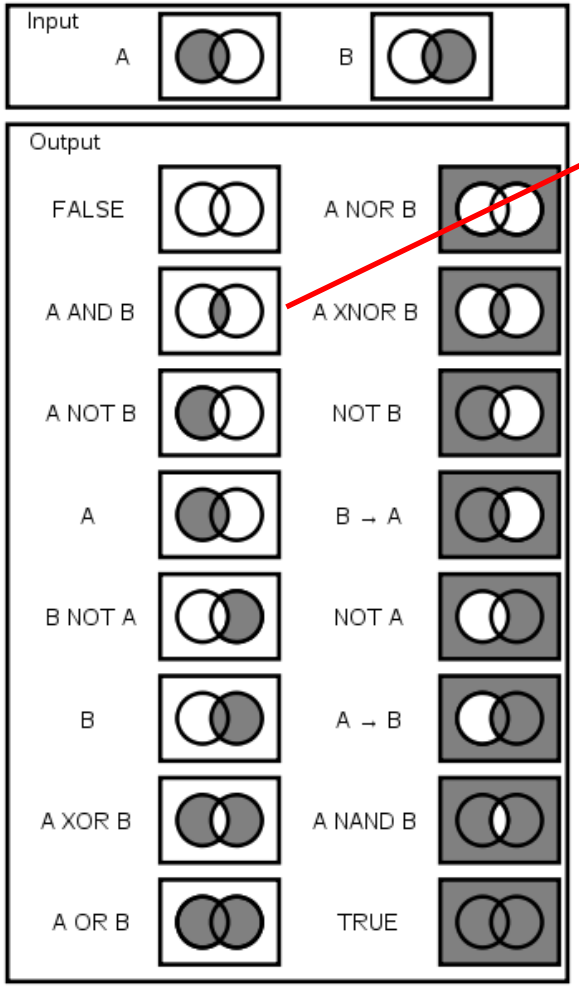
Arduino-kit



OH6AG

Arduino: Programexempel

AND



INGÅNG		UTGÅNG
A	B	A **AND** B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

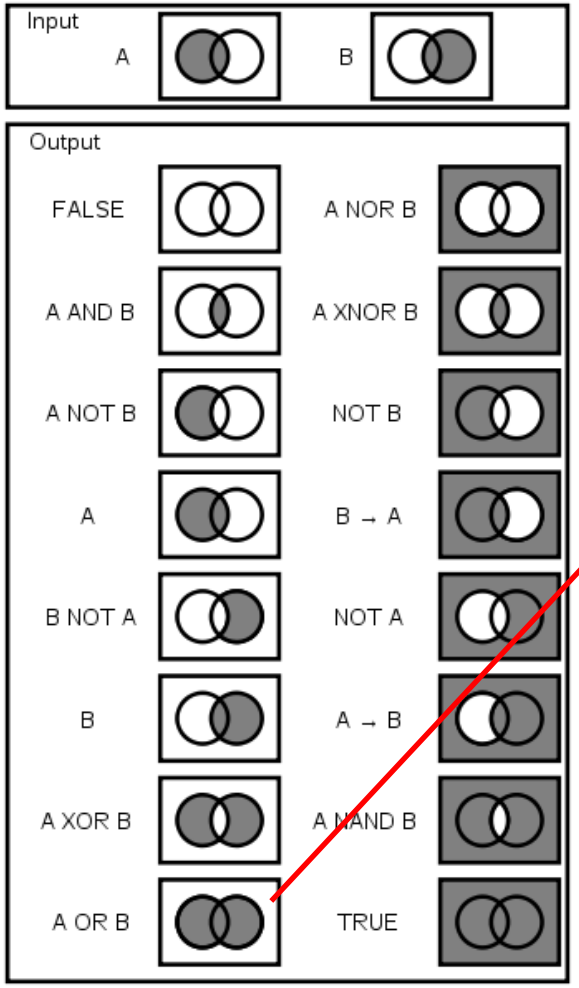
Exempel: Vi vill att LED3 kommer på då både LED1 och LED2 båda är på. I programmet skriver vi:

If LED2 = 1 **AND** LED1 = 1 **then** LED3 = 1

OH6AG

Arduino: Programexempel

OR



Exempel: Vi vill att LED3 tänds då endera LED1 eller LED2 är på:

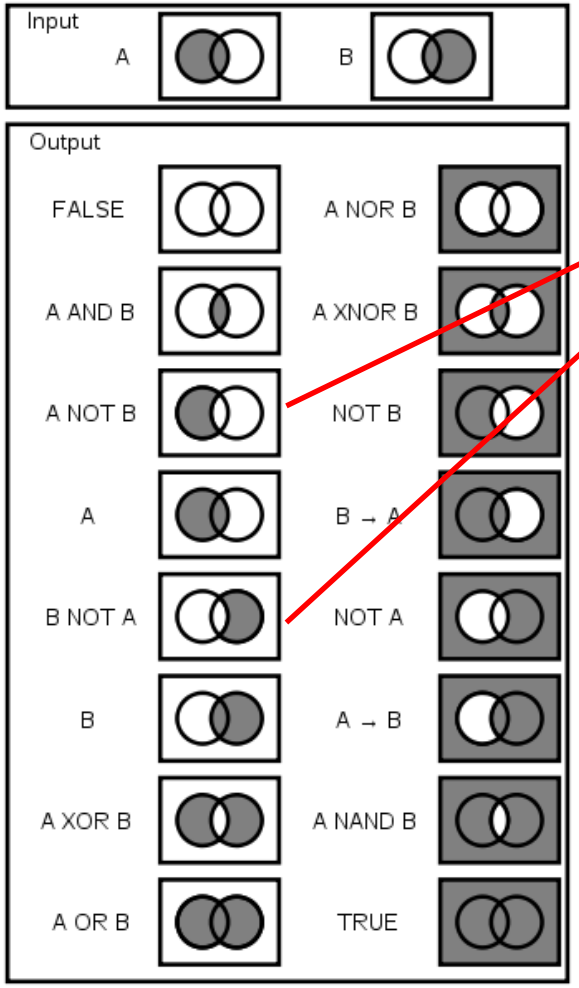
If LED2 = 1 **OR** LED1 = 1 **then** LED3 = 1

INGÅNG		**UTGÅNG**
A	B	A OR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OH6AG

Arduino: Programexempel

NOT (invertering)



INGÅNG	UTGÅNG
A	NOT A
0	1
1	0

Exempel: Vi vill att signalen LED3 skall ha motsatt status till nuvarande, (om den är “på” ska signalen visa “av” och om den är “av” ska den visa “på”):

LED3 = **NOT** LED3;

Programspråk

- **Högnivåspråk**
  - C++, C, Java – närmast vanligt människospråk
  - *Specialspråk: Arduino Programming Language*
- Lågnivåspråk
  - Assemblerkod – mera svårt att begripa för människor, men ändå fullt möjligt
- Lägsta nivån
  - Maskinkod – mönster av ‘0’:or och ‘1’:or
  - Det som microcontrollern kanske ser: 00010010100101001010010010001010101010
  - Från detta vet den att detta är ett specifikt kommando

OH6AG

Programspråk

- Varje programspråk skiljer sig från andra språk för att göra det speciellt användbart i något avseende.
- Arduino har förenklats speciellt för att göra det lätt att programmera mikrokontrollern Arduino.
- Anatomin hos ett Arduino-program:
  - Varje program kallas en **Sketch** (skiss)
  - **Sketcher** består av sektionerna **SETUP** och **LOOP**
  - Setup körs bara en gång för att ställa in register, utgångsvärden och in-/och utgångar
  - Loopen körs om och om igen efter sketchen tills något villkor uppfylls. Då startar hela sketcjhen om från början.

OH6AG

Användning

- hemautomatik, styrning av ljus och värme
- kontrollsystem för bilmotorer
- medicinska enheter för inoperering
- amatörradioutrustning, transceivers, tuners
- kontors- och kassamaskiner
- “intelligenta” tvätt- och diskmaskiner
- elektriska verktyg
- …och mycket mycket mera.

OH6AG