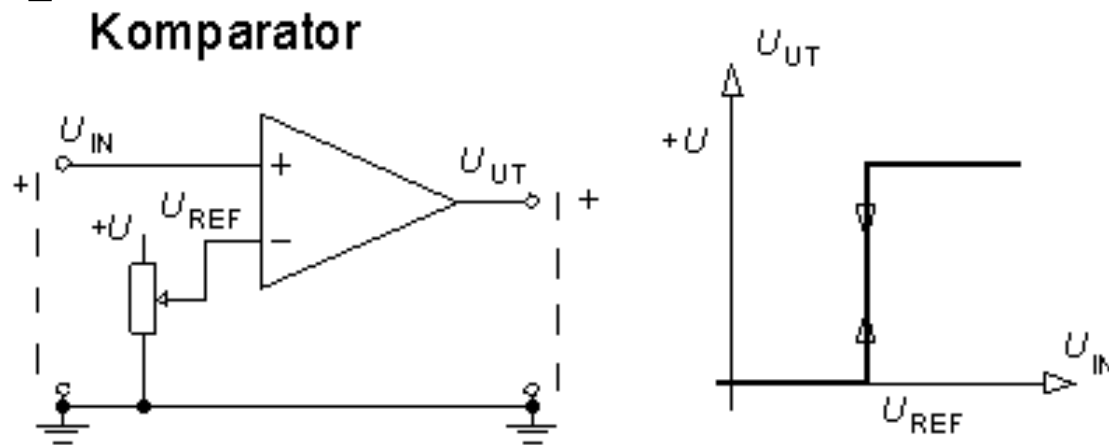


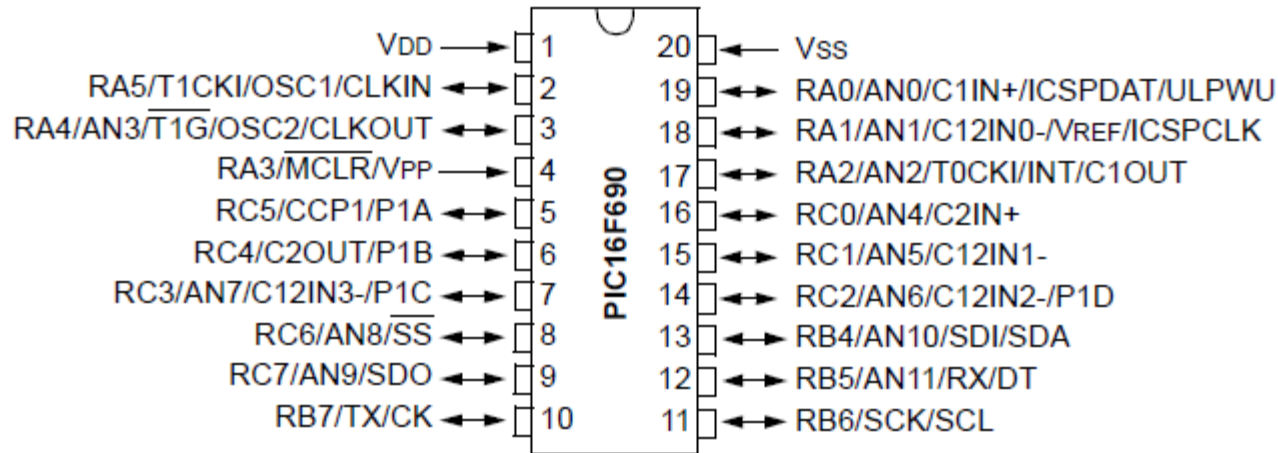
Komparatorn en 1 bits AD-omvandlare



En komparator är en känslig förstärkare för *skillnaden* mellan spänningarna på ingångarna. Minsta lilla positiv skillnad gör att utgången hamnar på (1) eller vid negativ skillnad på (0).

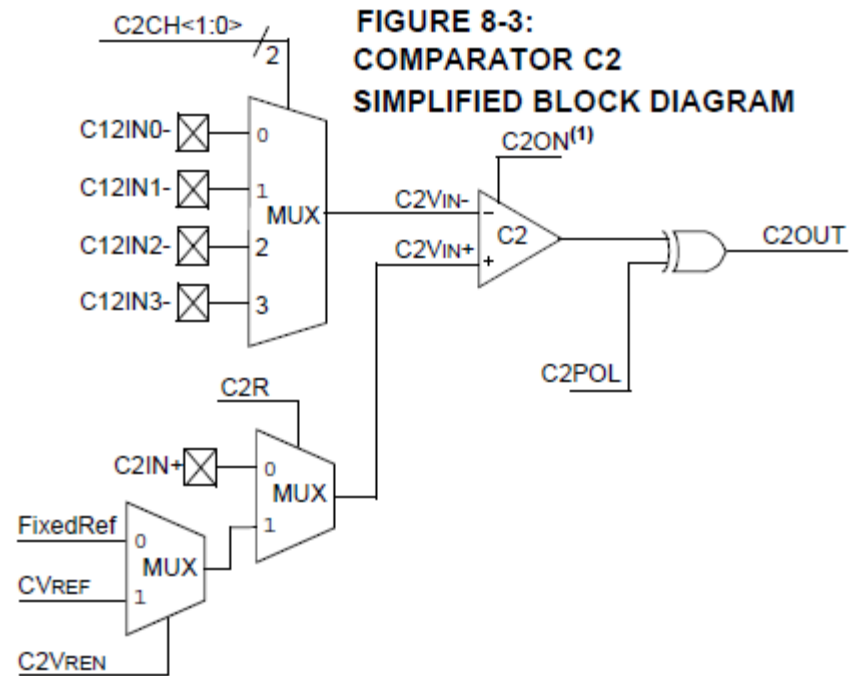
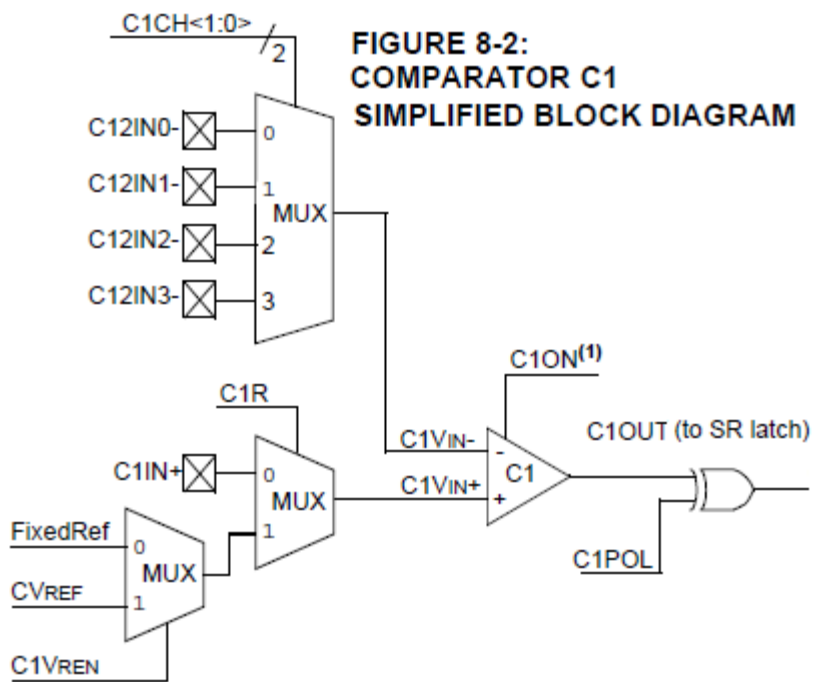
Komparatorn kan användas för att med **hög precision** avgöra när en spänning U_{IN} passerar en viss referens U_{REF} .

PIC-processorerernas komparatorer



PIC16F690 har *två* inbyggda analoga komparatorer. De kan anslutas till olika pinnar eller till interna enheter. Komparatorn är en mycket mångsidig komponent.

Många inställningsmöjligheter!



C1:s och C2:s utgångar är åtkomliga internt, men kan också kopplas till externa pinnar (tex. C2OUT → **RC4**).

Analog funktion?

Man väljer att använda ”analog” funktion på pinnar med ANSEL-registren. **PIC16F690:**

REGISTER 4-3: ANSEL: ANALOG SELECT REGISTER

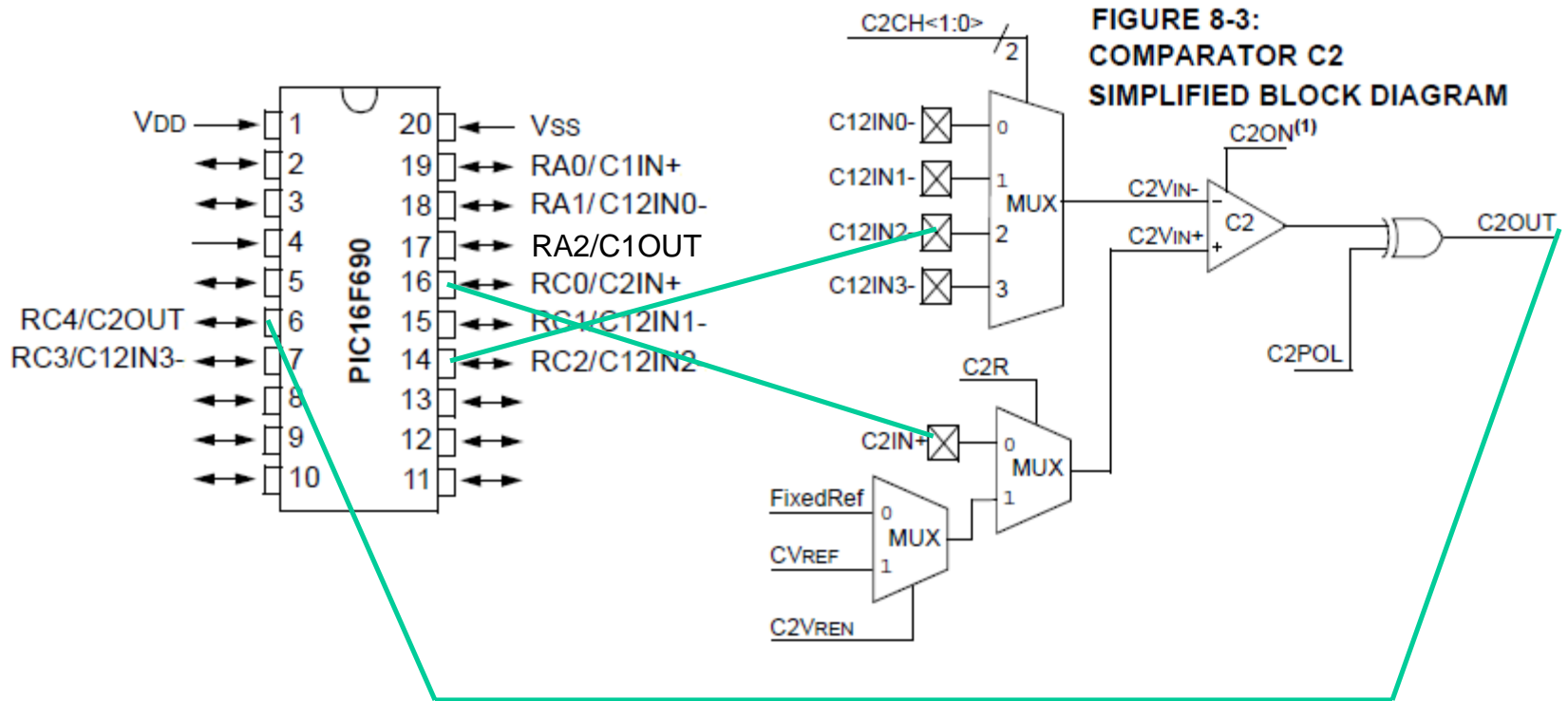
R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
ANS7	ANS6	ANS5	ANS4	ANS3	ANS2	ANS1	ANS0
bit 7							bit 0
RC3	RC2	RC1	RC0	RA4	RA2	RA1	RA0

REGISTER 4-4: ANSELH: ANALOG SELECT HIGH REGISTER

U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
—	—	—	—	ANS11	ANS10	ANS9	ANS8
bit 7							bit 0
				RB5	RB4	RC7	RC6

Default-inställningen är den analoga funktionen – så i praktiken väljer man i stället bort analog funktion när man behöver digital.

CMP2 vid lab



```
ANSEL.4=1 ; ANSEL.6=1 ; TRISC.0=1 ; TRISC.2=1 ;  
TRISC.4=0 ;
```

Control registers

REGISTER 8-1: CM1CON0: COMPARATOR C1 CONTROL REGISTER 0

R/W-0	R-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
C1ON	C1OUT	C1OE	C1POL	—	C1R	C1CH1	C1CH0
bit 7							bit 0

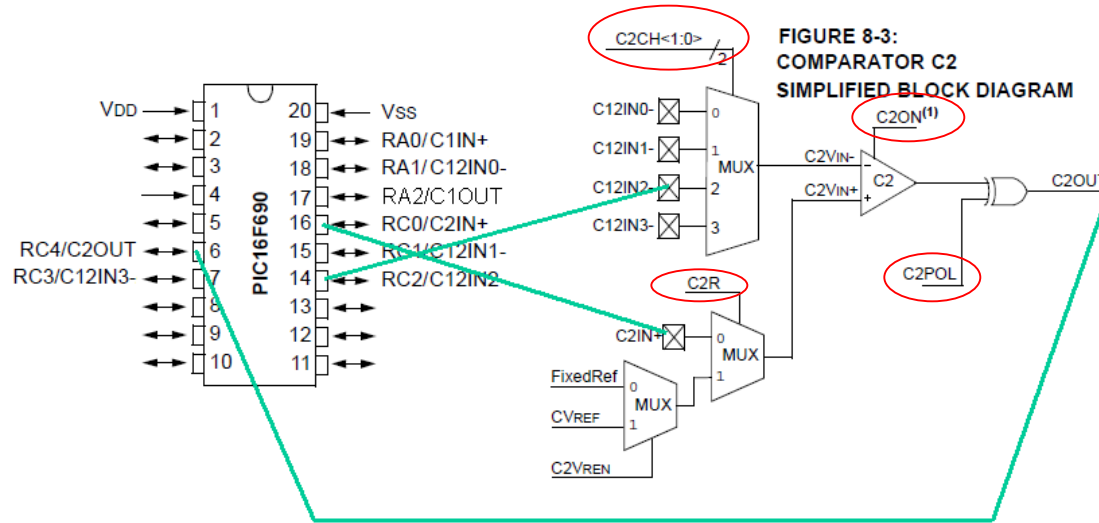
REGISTER 8-2: CM2CON0: COMPARATOR C2 CONTROL REGISTER 0

R/W-0	R-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
C2ON	C2OUT	C2OE	C2POL	—	C2R	C2CH1	C2CH0
bit 7							bit 0

REGISTER 8-3: CM2CON1: COMPARATOR C2 CONTROL REGISTER 1

R-0	R-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-1	R/W-0
MC1OUT	MC2OUT	—	—	—	—	T1GSS	C2SYNC
bit 7							bit 0

CMP2 vid lab



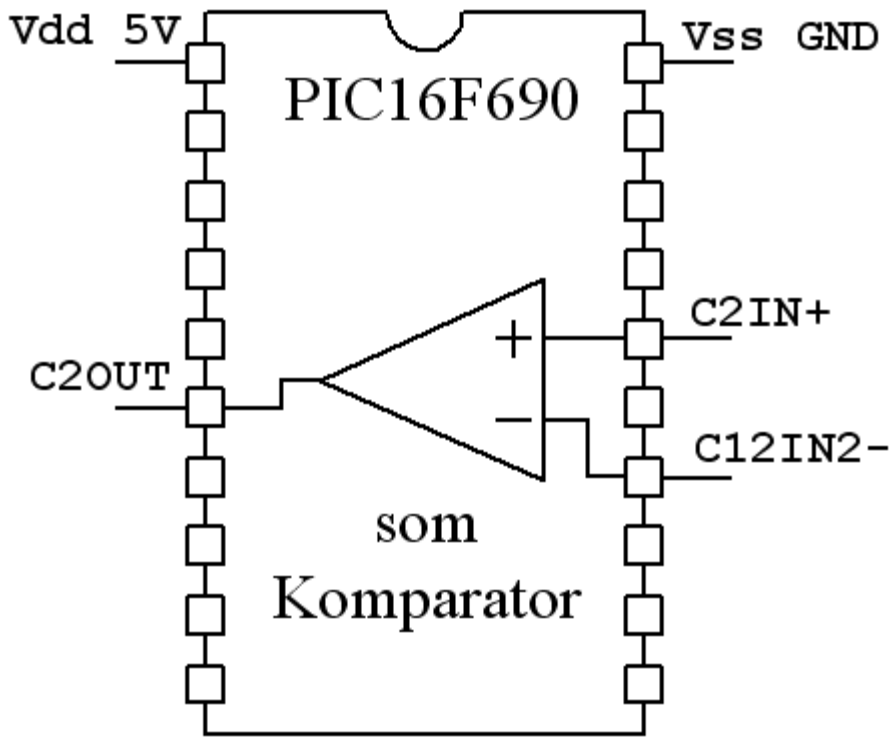
REGISTER 8-2: CM2CON0: COMPARATOR C2 CONTROL REGISTER 0

R/W-0	R-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
C2ON	C2OUT	C2OE	C2POL	—	C2R	C2CH1	C2CH0
bit 7							bit 0

1 - 1 0 - 0 1 0

**C2CH.0=0 ; C2CH.1=1 ; C2R=0 ; C2POL=0 ; C2OE=1 ;
C2ON=1 ;**

CMP2 vid lab

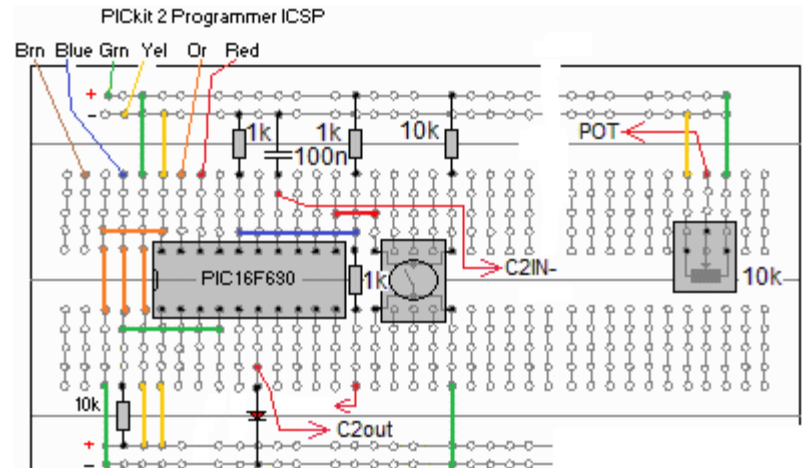
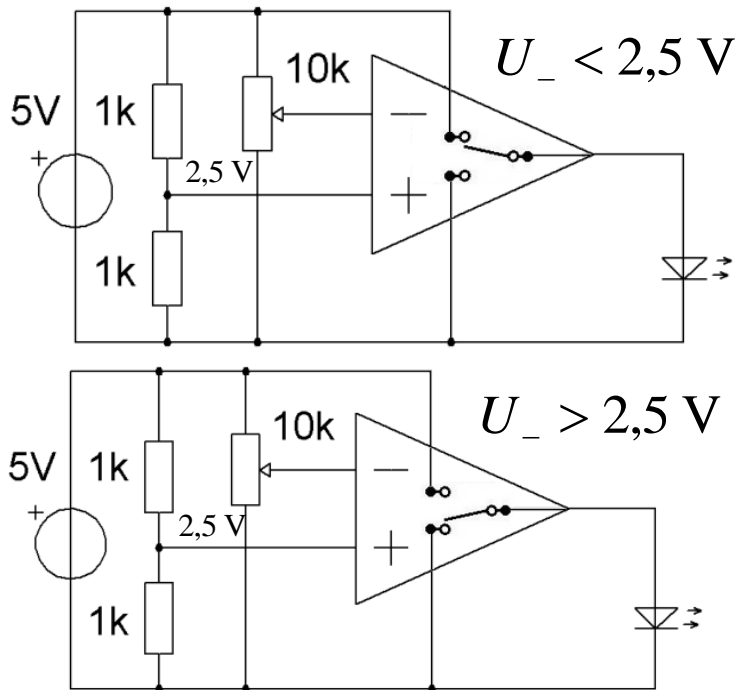


```
C2CH.0=0; // C12IN2-
C2CH.1=1; // C12IN2-
C2R=0; // C2IN+
C2POL=0; // not invert
SR1=0; // no SR-latch
C2OE=1; // out to pin
C2ON=1; // C2 on
ANSEL.4=1; // analog
ANSEL.6=1; // analog
TRISC.0=1; // RC0 input
TRISC.2=1; // RC2 input
TRISC.4=0; // RC4 output
```

Med dessa inställningar använder vi komparator 2 som fristående komponent!

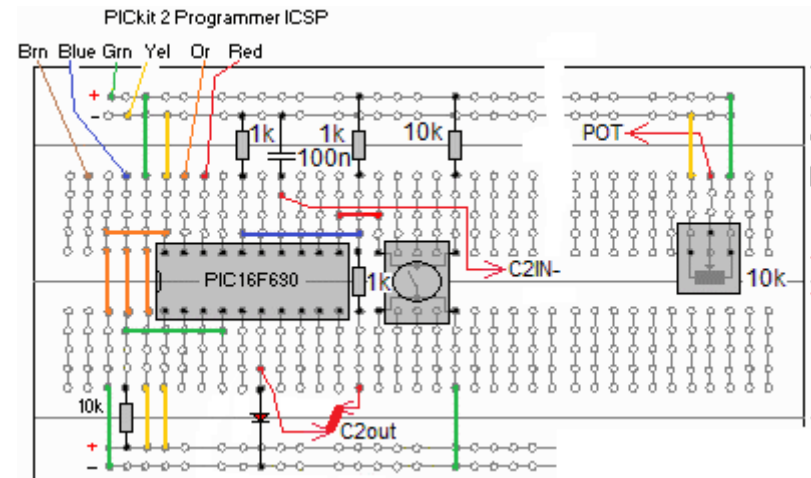
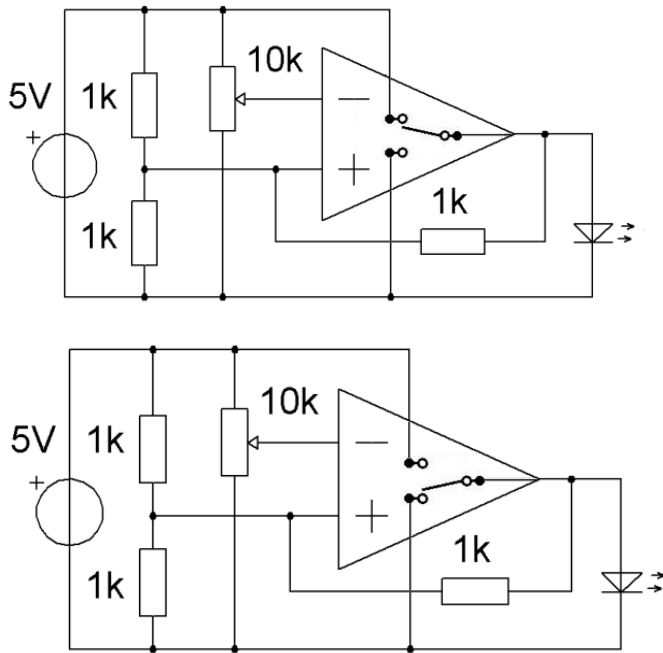
Gråtonat – default inställning

Lab: prova Komparator

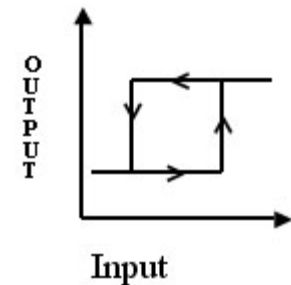


När spänningen på uttaget på 10k potentiometern passerar referens-spänningen 2,5V (5V delat med två) slår komparatorns utgång om. Omslaget är mycket distinkt.

Lab: prova Schmitt-trigger



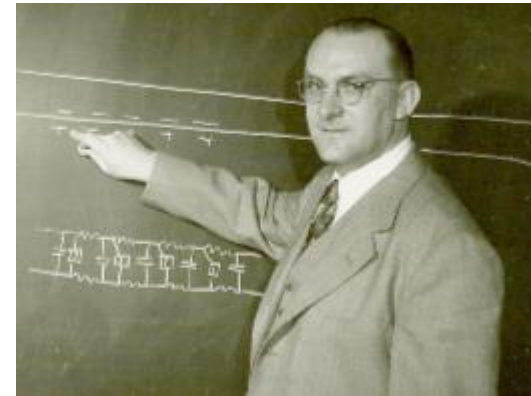
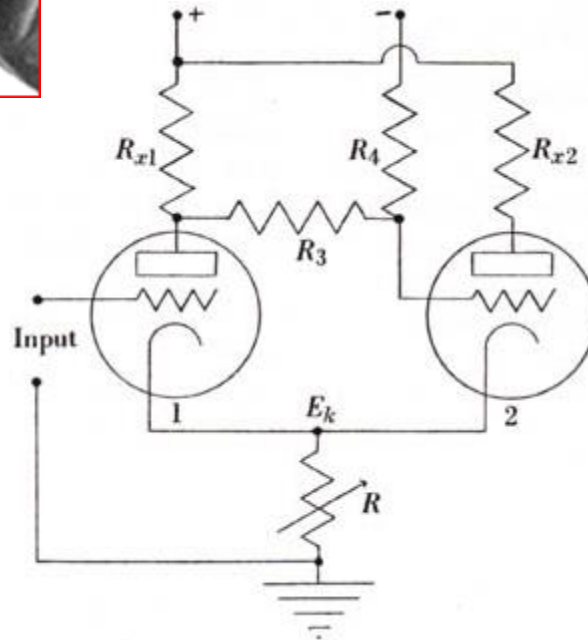
En tredje 1k resistor från utgången till ”+” ingången förskjuter referens-nivån så att man nu måste *vrida mer* för båda omslagen. Det blir således olika omslagsnivåer för Till och Från. Omslagsfunktionen blir därför ”segare” och säkrare. Kopplingen kallas för **Schmitt-trigger** och fenomenet för Hysteres.



Hysteres.

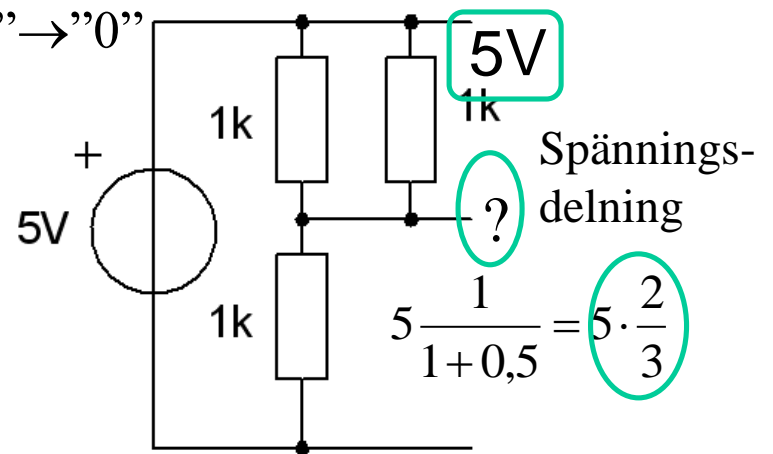
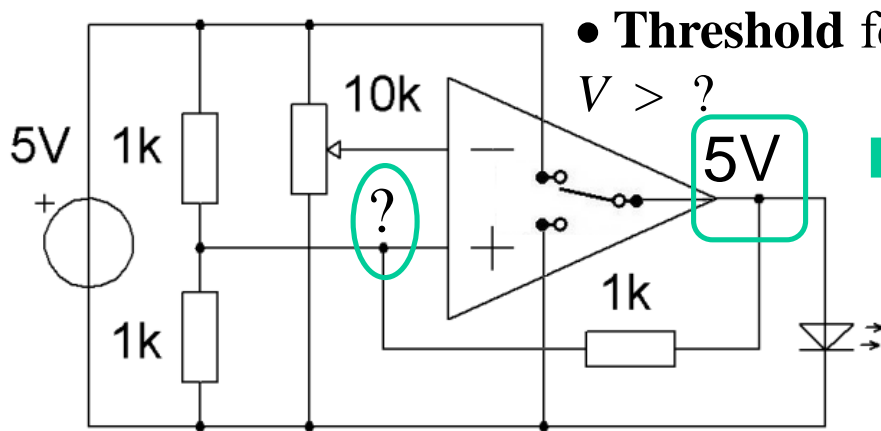
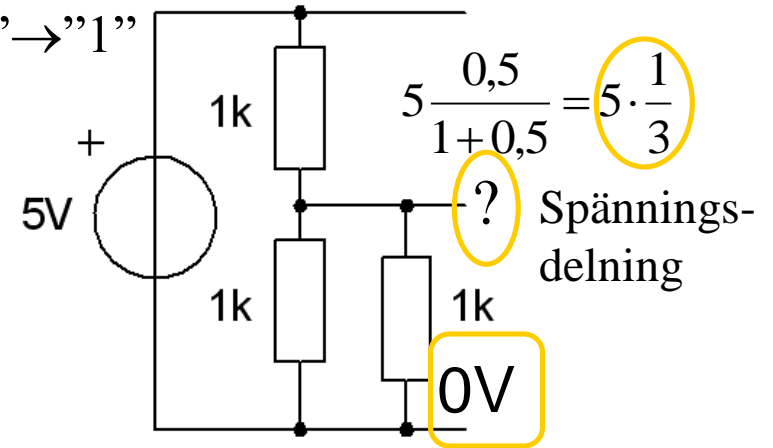
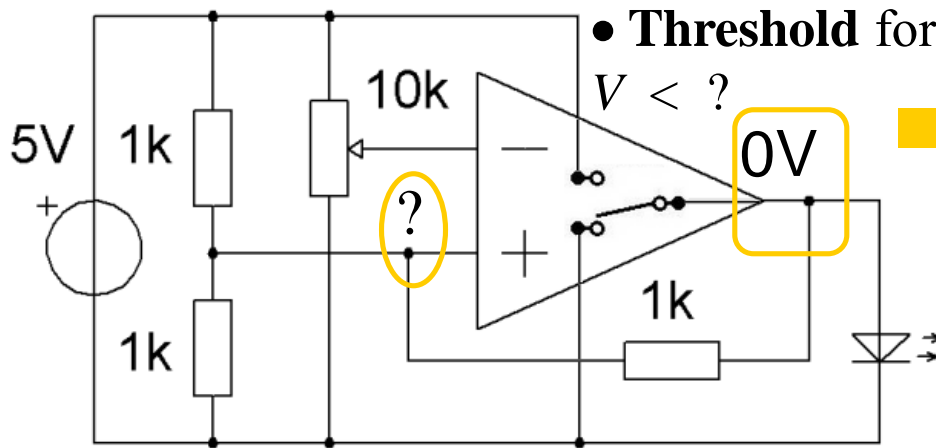


Otto Schmitt

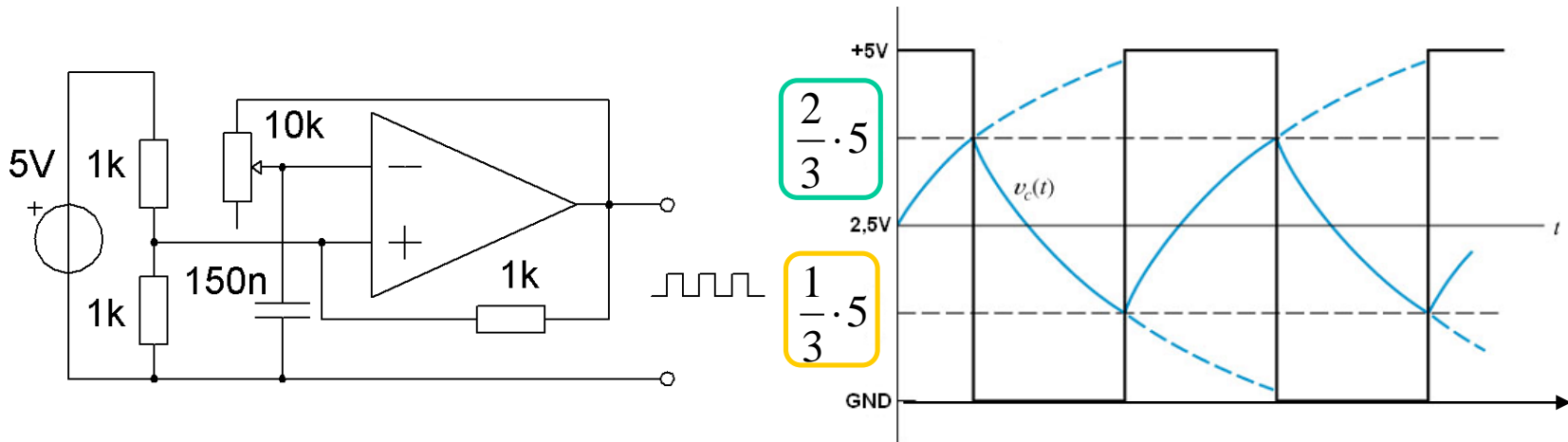


En schmitt-trigger har "snap action". När man passerat omslagspunkten går förloppet inte att hejda ...

Omslagsnivåerna? (10.10)

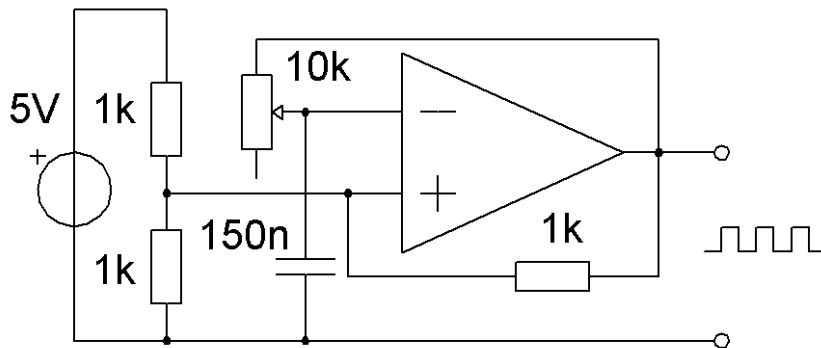


RC-oscillator



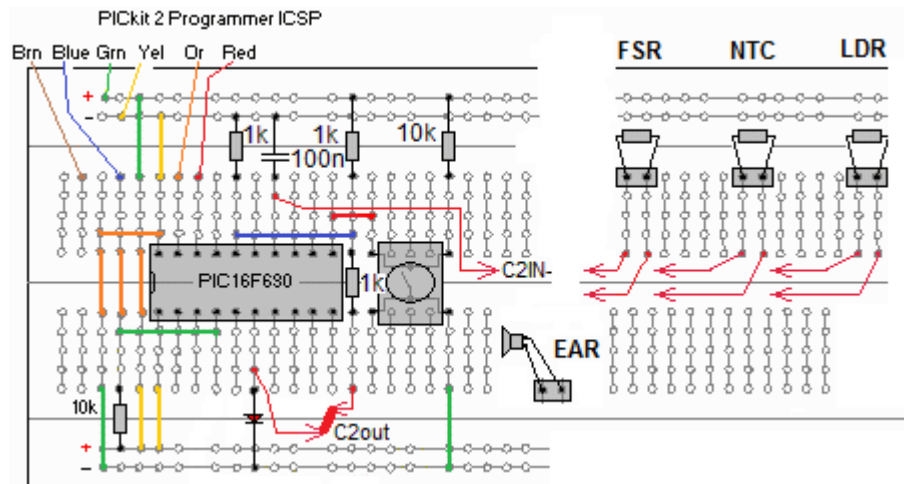
Komparatören laddar upp kondensatorn till den övre omslags-spänningen, därefter slår utgången om och laddar ur kondensatorn till den nedre omslags-spänningen. Frekvensen på komparatorns utgång beror av produkten $R \cdot C$. Eftersom C är konstant så blir det **R som styr frekvensen.**

Lab: prova RC-oscillator



Schmitt-triggern laddar nu kontinuerligt upp och ur kondensatorns spänning mellan de två omslags-nivåerna.

Tillsammans med hörluren har vi fått en summer!

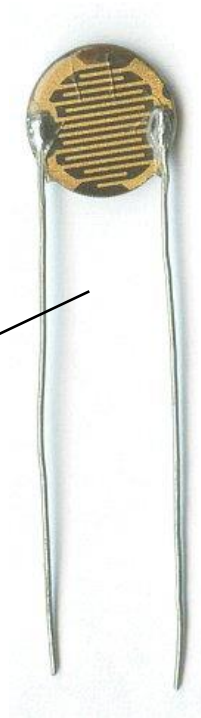
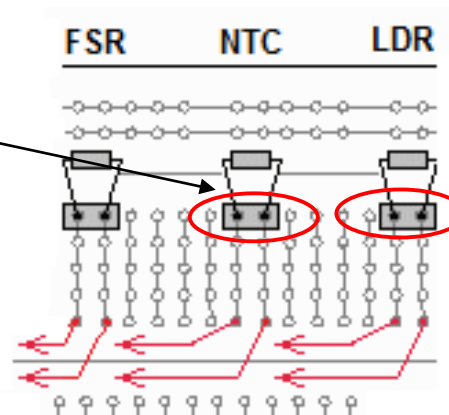


Sensorer

Pröva några resistiva sensorer ...



NTC-Termistor

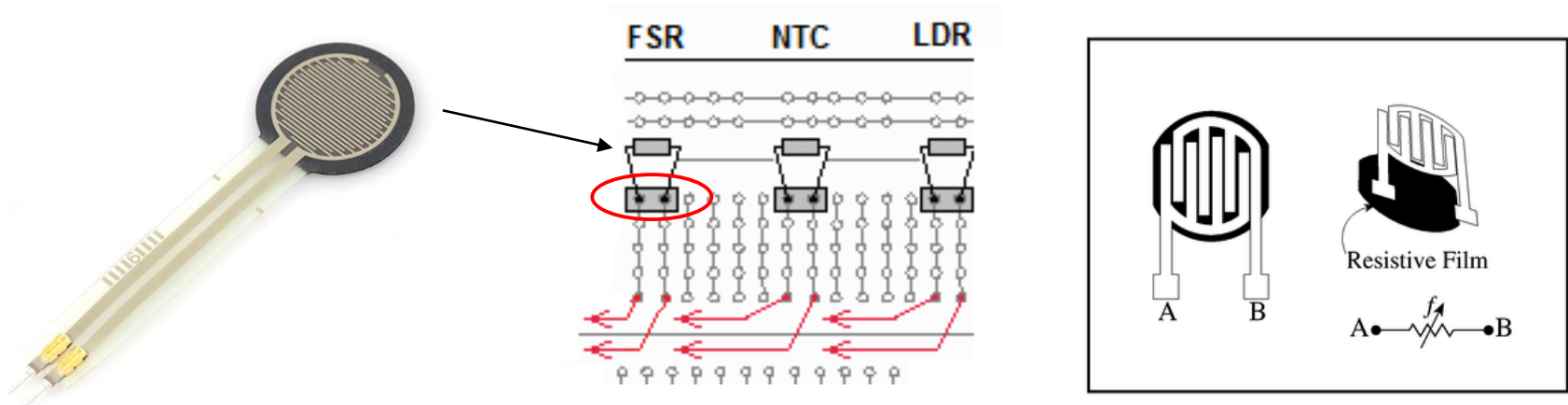


LDR-Fotoresistor

Vi kommer att mäta **frekvensen** med PIC-processorns CCP-enhet senare i kursen ...

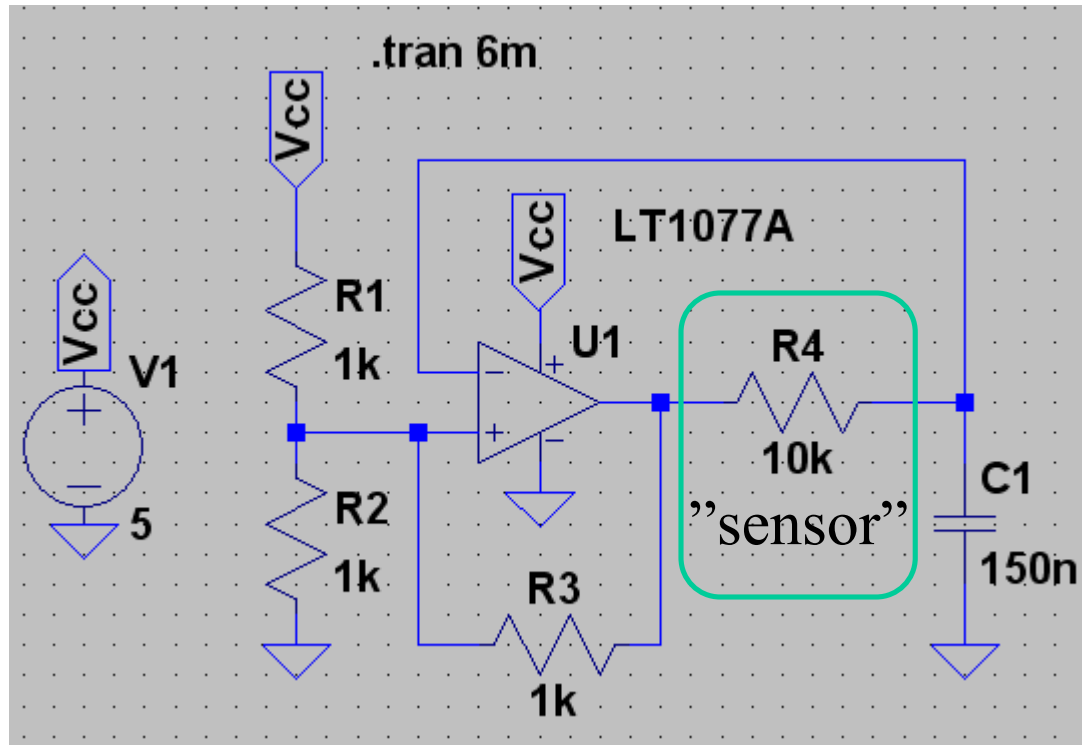
Sensorer

Pröva några resistiva sensorer ...

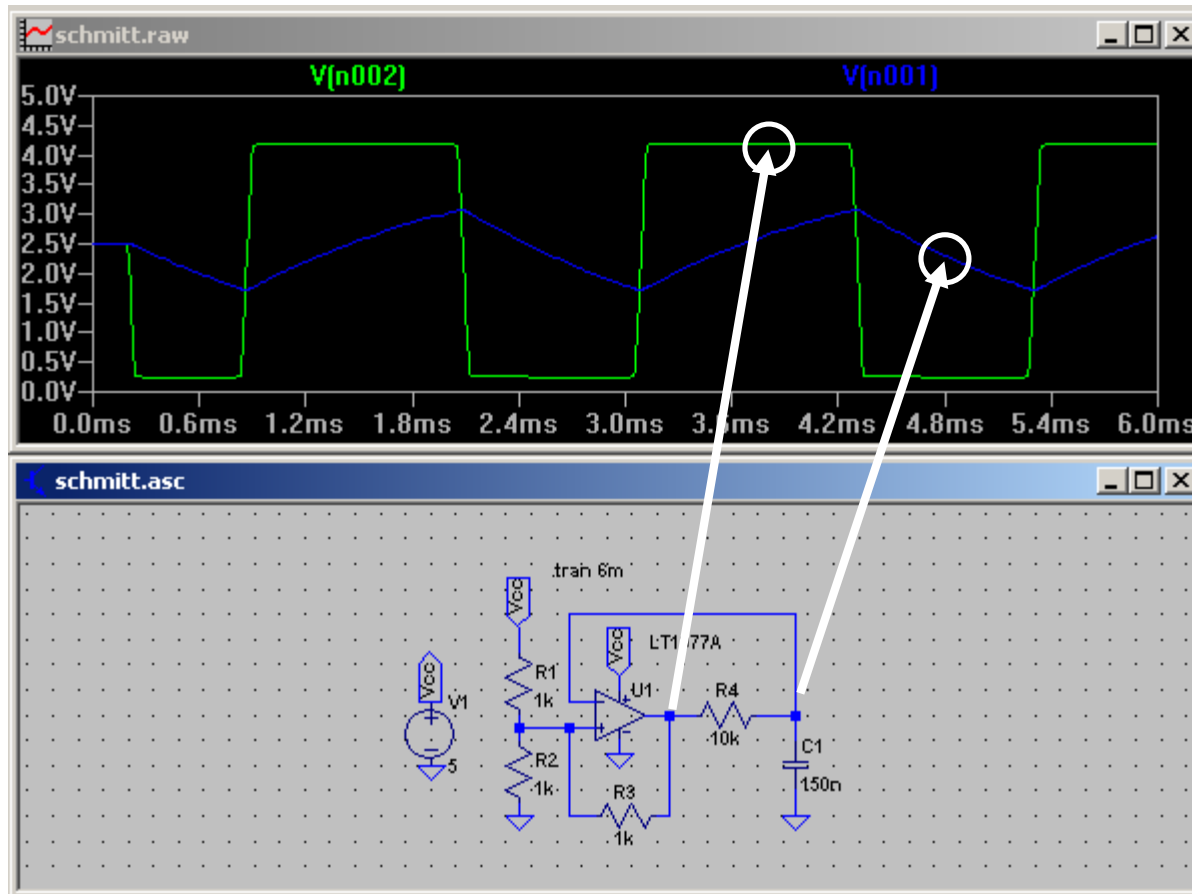


FSR-Force Sensitive Resistor, för ”klämtryck”.

Simulera RC-oscillatorn

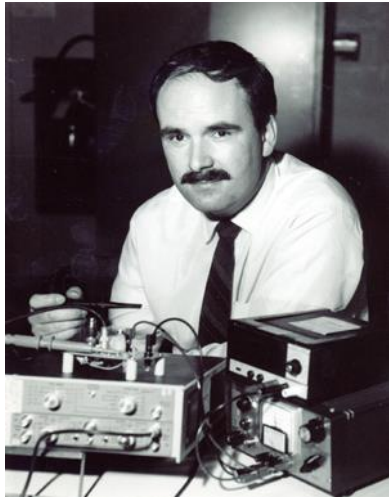


Simulera RC-oscillatorn



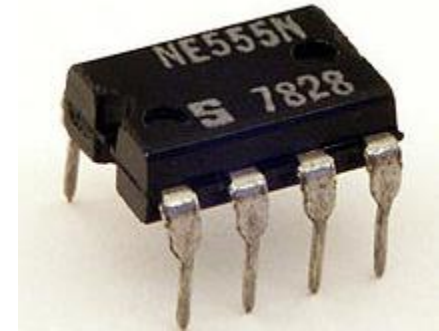
William Sandqvist william@kth.se

En stabilare RC-oscillator



Hans Camenzind
designer of the
555 timer
(1934-2002)

Signetics 1970



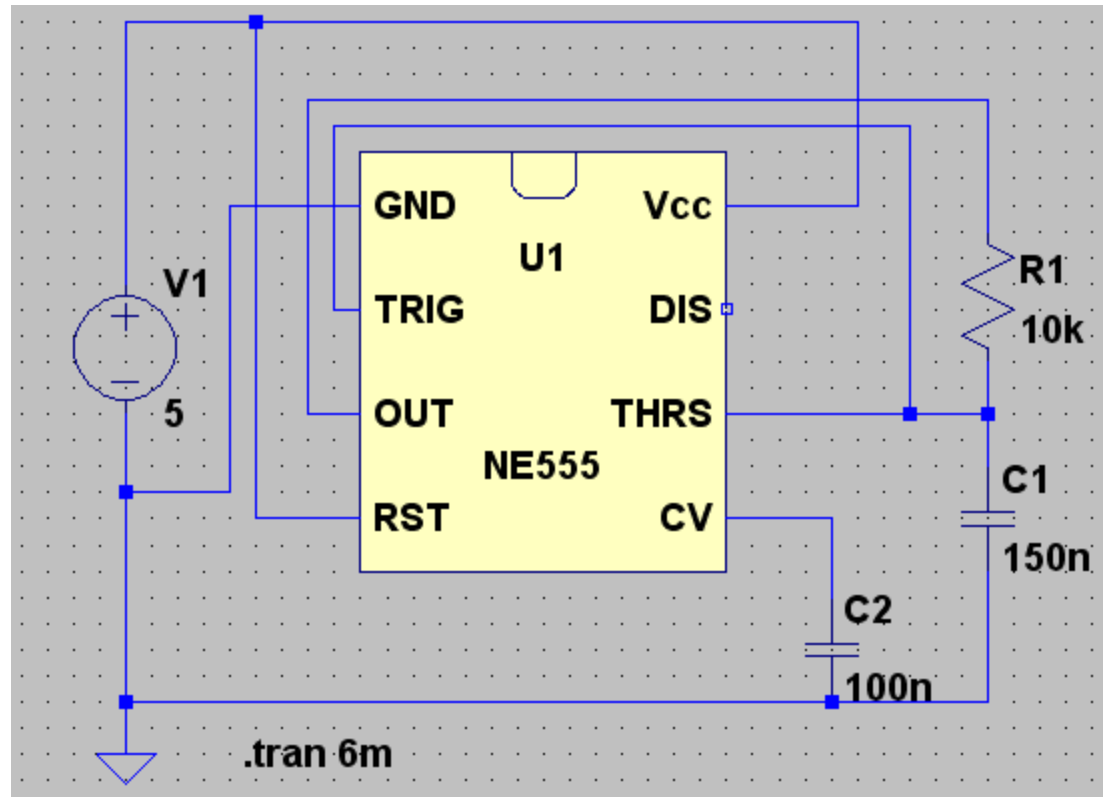
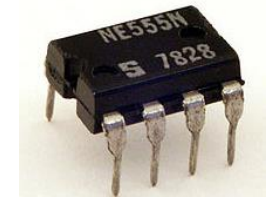
Google

555 timer

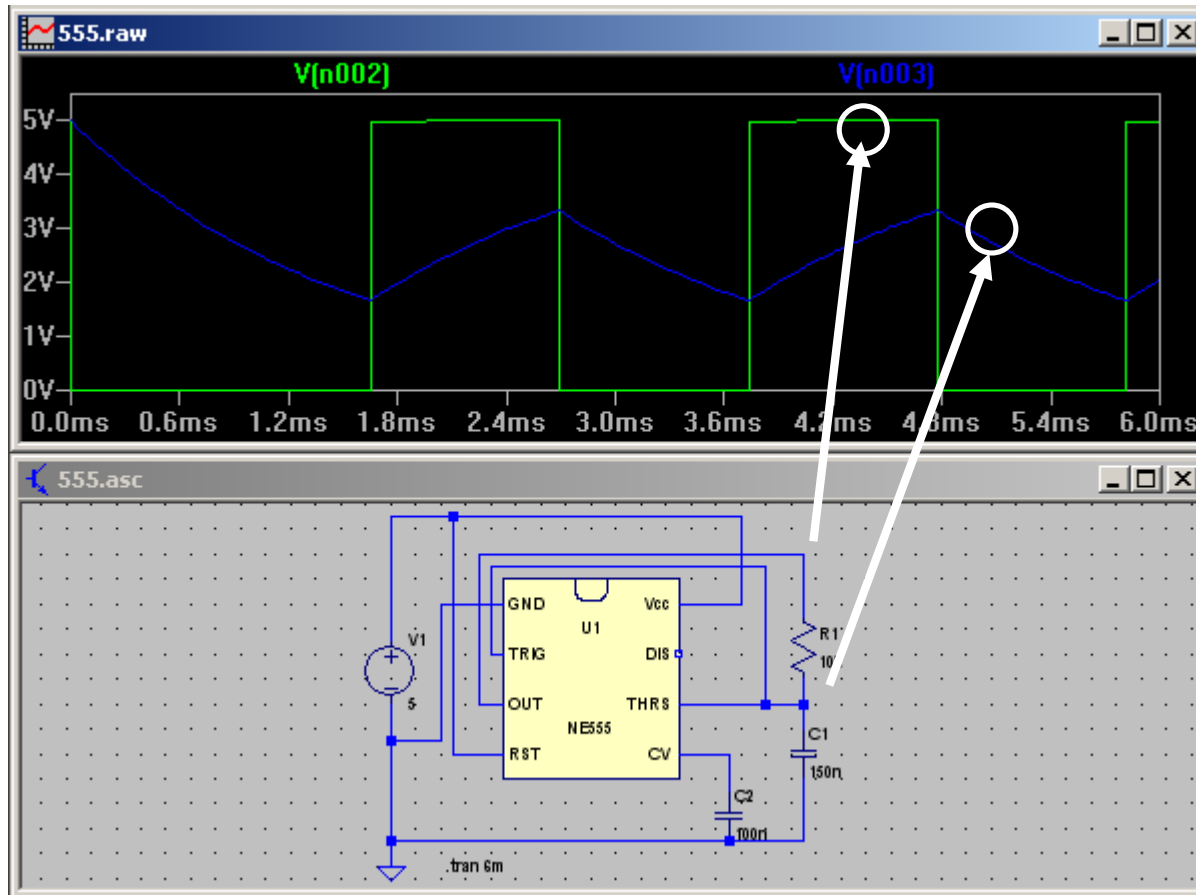
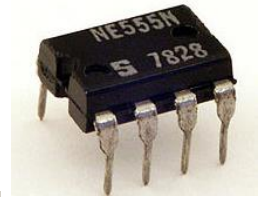


Ungefär **2 130 000** resultat
(0,30 sekunder)

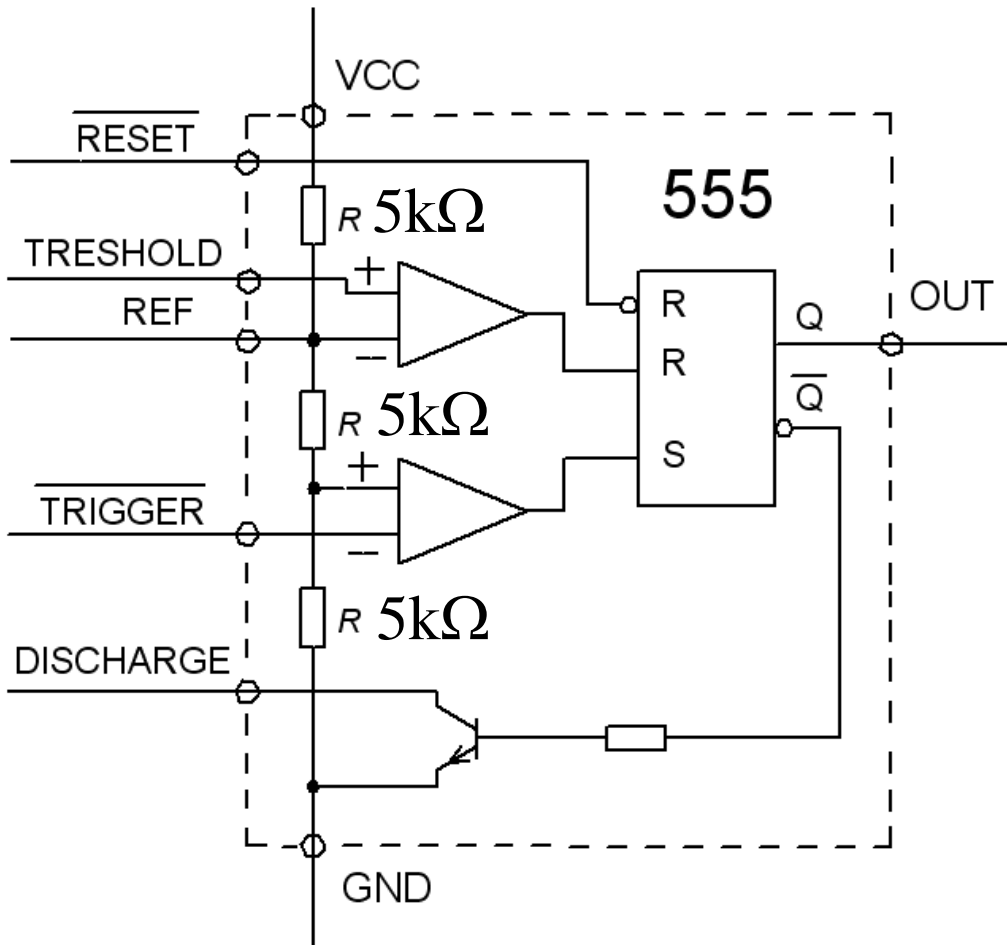
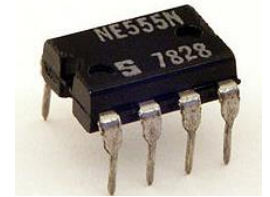
555 som RC-oscillator



555 RC-oscillator



The 555 inside story

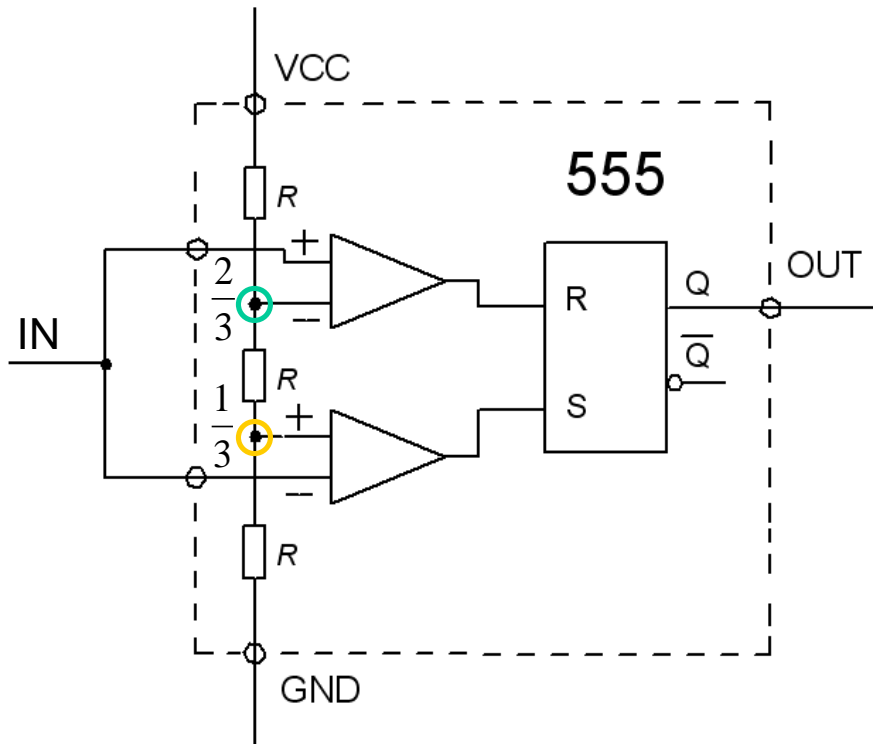


**Två
komparatorer
och en SR-
låskrets.**

555 som Schmitt-trigger



Kopplar man så här blir 555:an en Schmitt-trigger med omslagsnivåerna $1/3$ och $2/3$ av matningsspänningen.



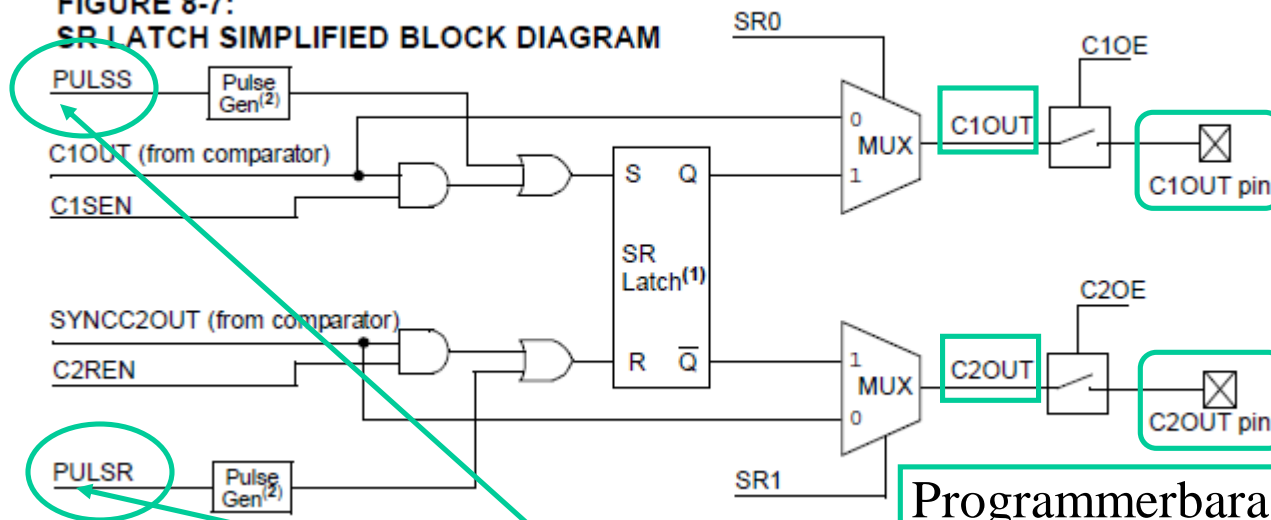
Denna krets har bättre "prestanda" än den ensamma komparator kopplad som schmitt-trigger vi visat tidigare.

William Sandqvist william@kth.se

PIC-processorns SR-latch

SR-latchens **utgångar** kan läsas av programmet (C1OUT, C2OUT), eller kopplas direkt till chippets pinnar (C1OUT/RA2, C2OUT/RC4).

**FIGURE 8-7:
SR LATCH SIMPLIFIED BLOCK DIAGRAM**



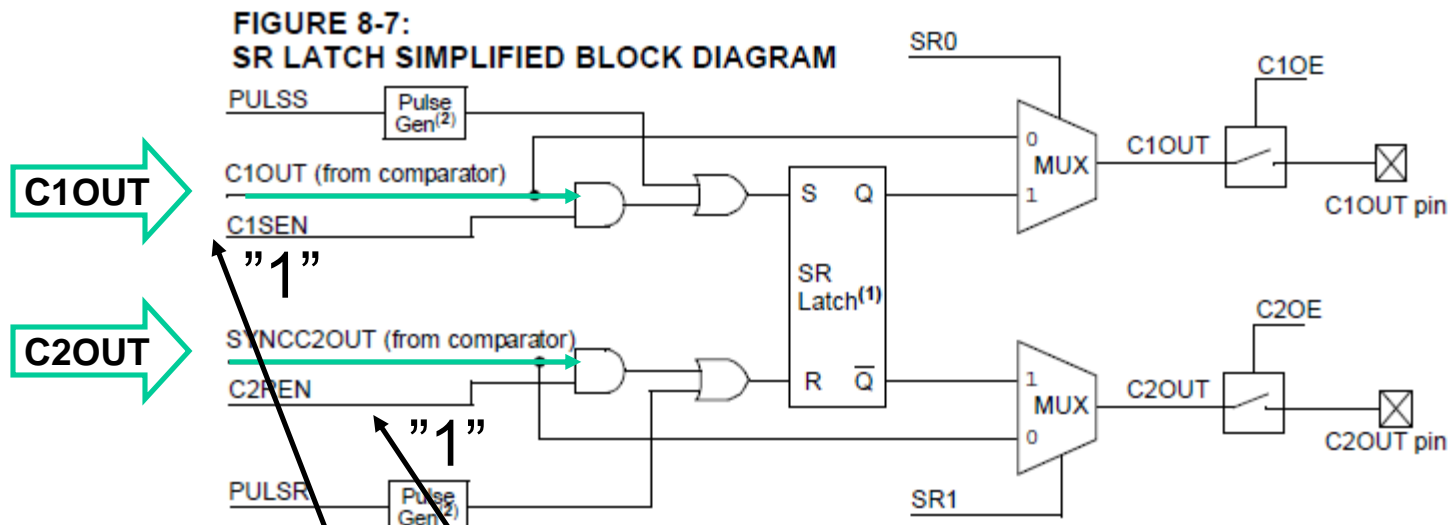
Programmerbara, självåterställande, bitar som ger pulser på S och R.

REGISTER 8-4: SRCON: SR LATCH CONTROL REGISTER

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/S-0	R/S-0	U-0	U-0
SR1 ⁽²⁾	SR0 ⁽²⁾	C1SEN	C2REN	PULSS	PULSR	—	—
bit 7							bit 0

PIC-processornas SR-latch

SR-latchens **ingångar** kan konfigureras att anslutas till komparatorerna.



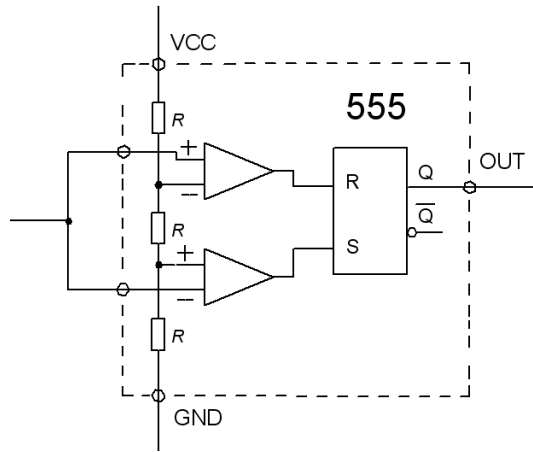
REGISTER 8-4: SRCON: SR LATCH CONTROL REGISTER

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/S-0	R/S-0	U-0	U-0	
SR1 ⁽²⁾	SR0 ⁽²⁾	C1SEN	C2REN	PULSS	PULSR	—	—	
bit 7							bit 0	

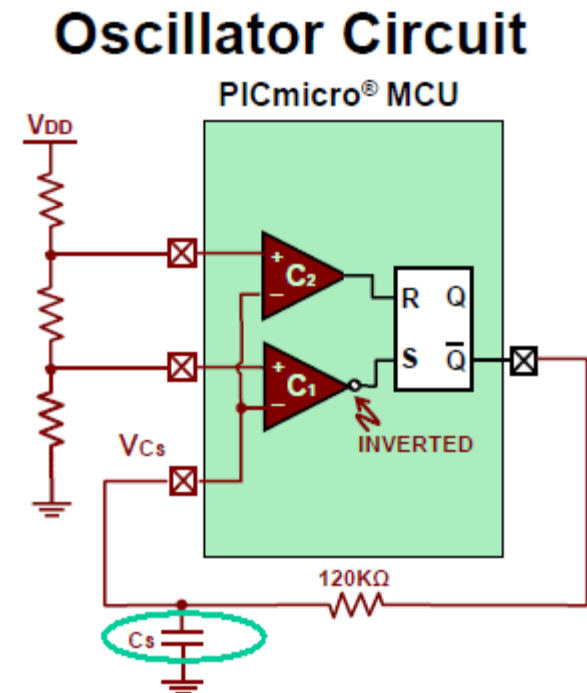
William Sandqvist william@kth.se

PIC-processorn som oscillator

PIC-processorns två komparatorer och SR-latch kan konfigureras som en RC-oscillator, "555 style"



En stabil oscillator behövs när det är C som är sensorn – som vid kapacitiv avkänning.

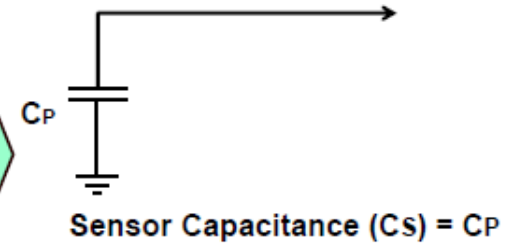
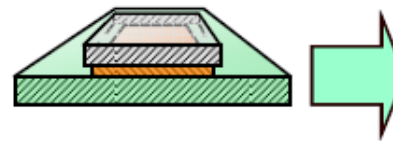
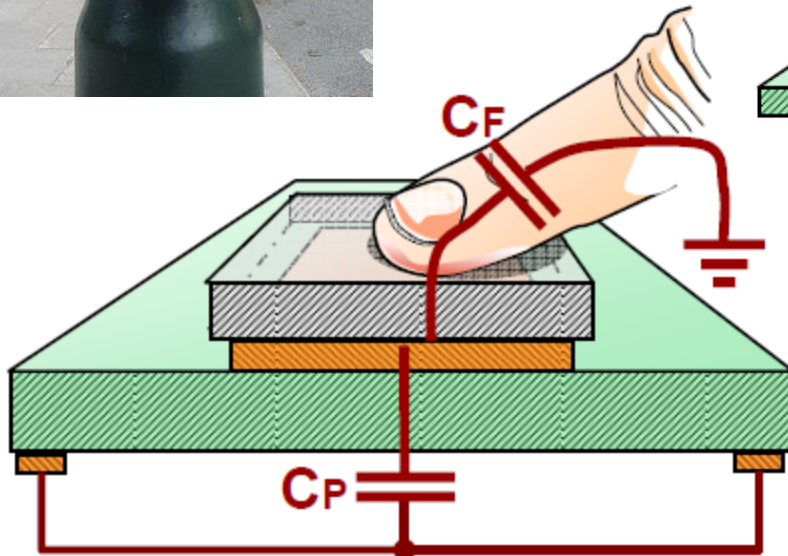
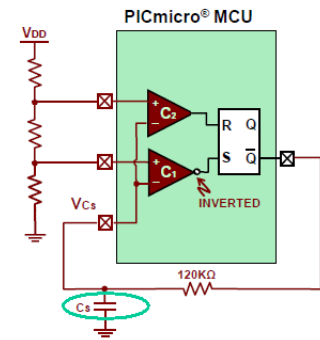




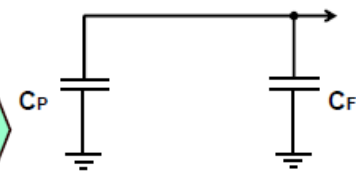
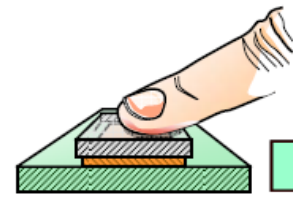
Touch-control

Vandalsäker knapp vid övergångsstället!

Oscillator Circuit



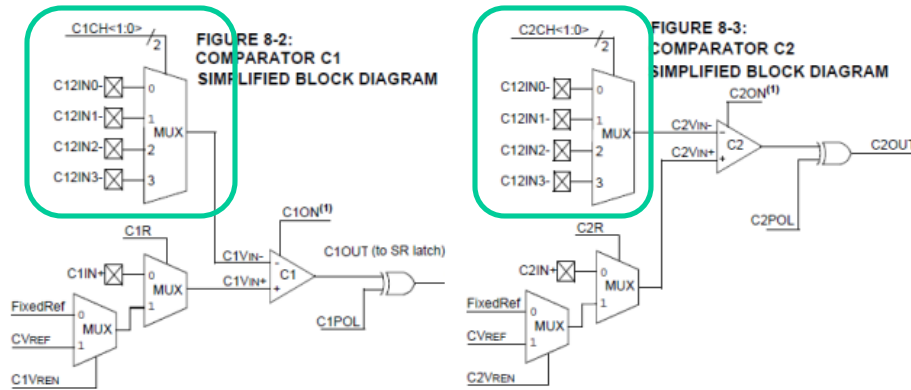
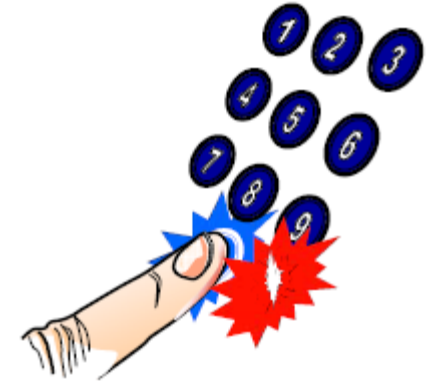
Sensor Capacitance (Cs) = Cp



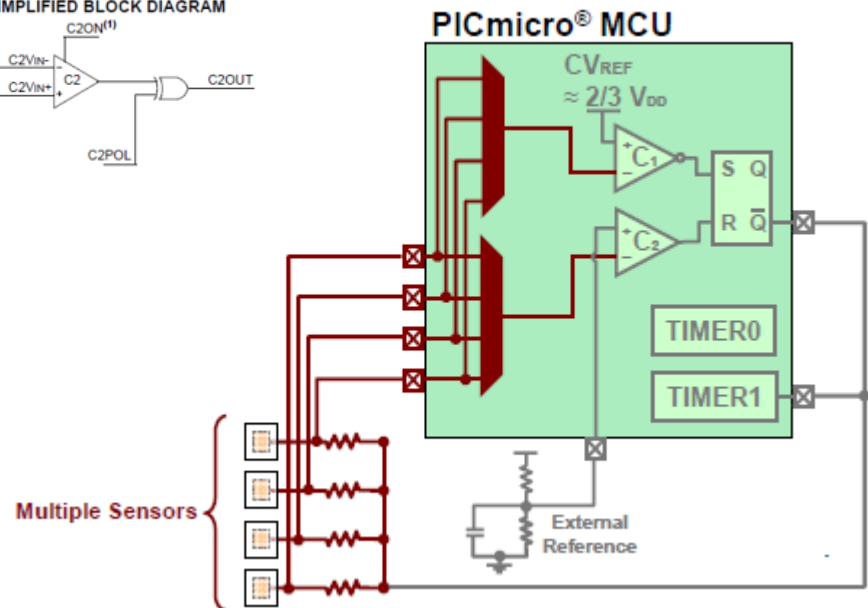
Sensor Capacitance (Cs) = Cp + Cf

Touch-control

Fler kontakter – Tangentbord.

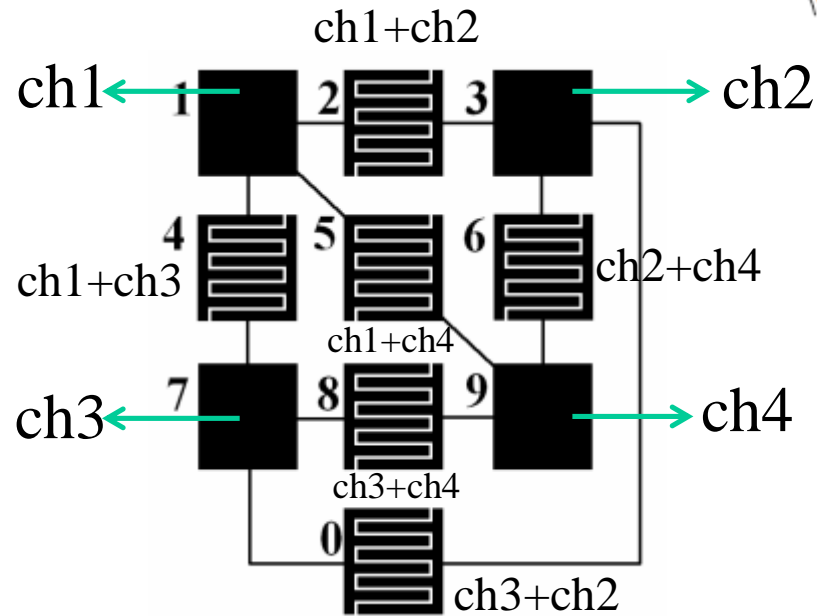
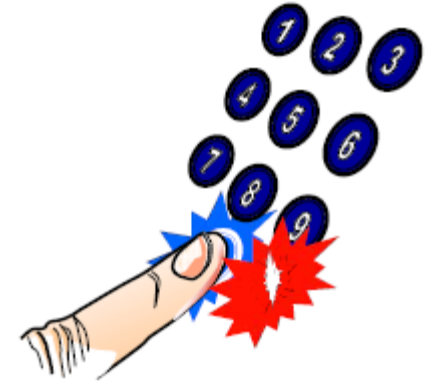


Komparatorernas ingångar är multiplexade till samma pinnar – användbart när man vill känna av flera tangenter ...



Touch-control

Fler kontakter – Tangentbord.





For More Information

- **AN1101: Introduction to Capacitive Sensing**
- **AN1102: Layout and Physical Design Guidelines for Capacitive Sensing**
- **AN1103: Software Handling for Capacitive Sensing**
- **AN1104: Capacitive Multi-Button Configurations**
- **mTouch™ Design Center at www.microchip.com/mTouch**