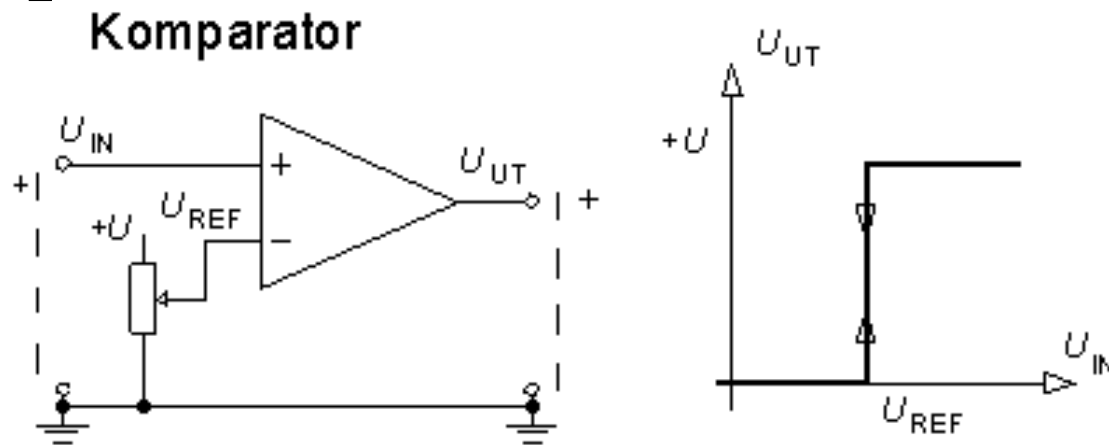


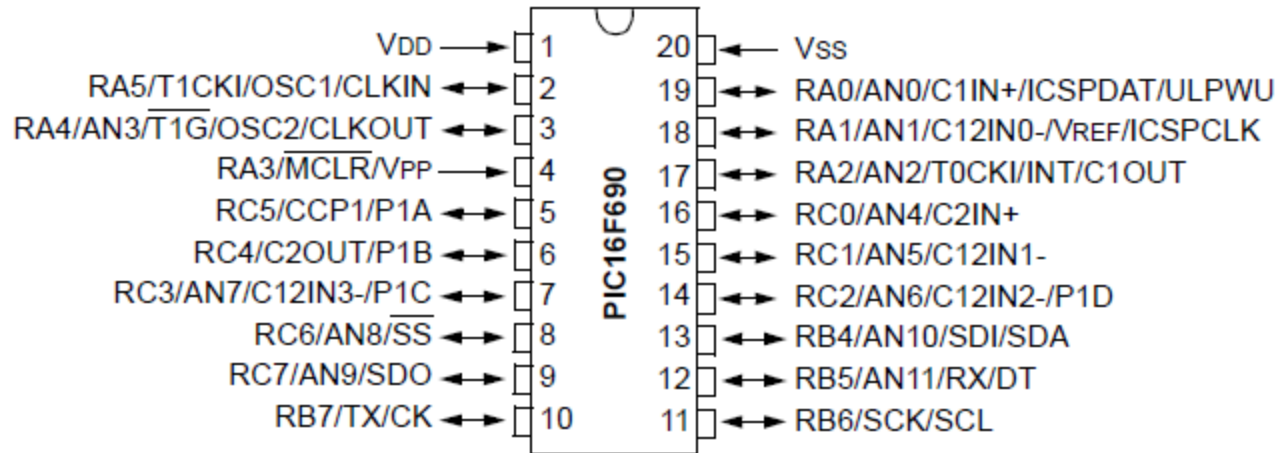
# Komparatorn en 1 bits AD-omvandlare



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).

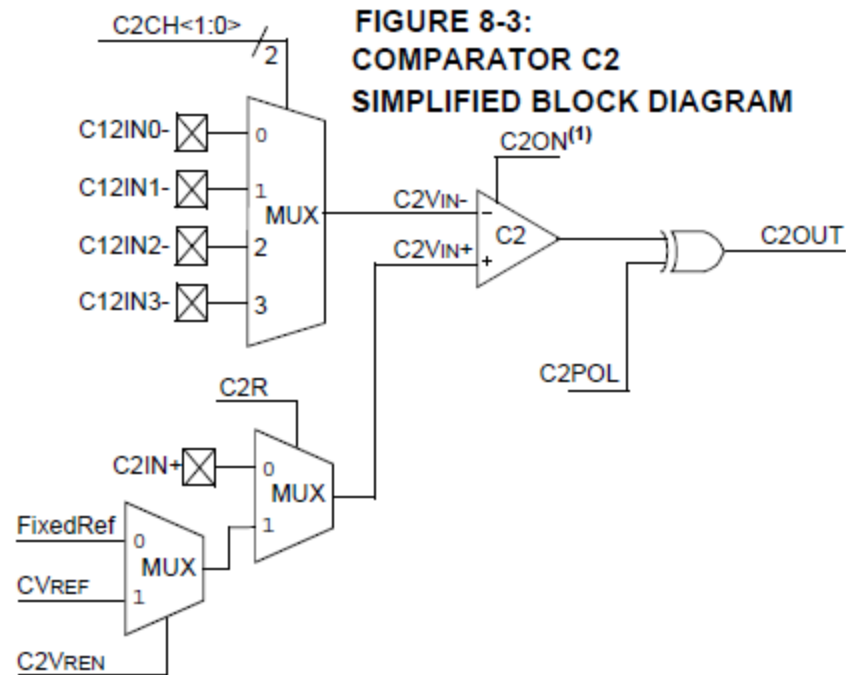
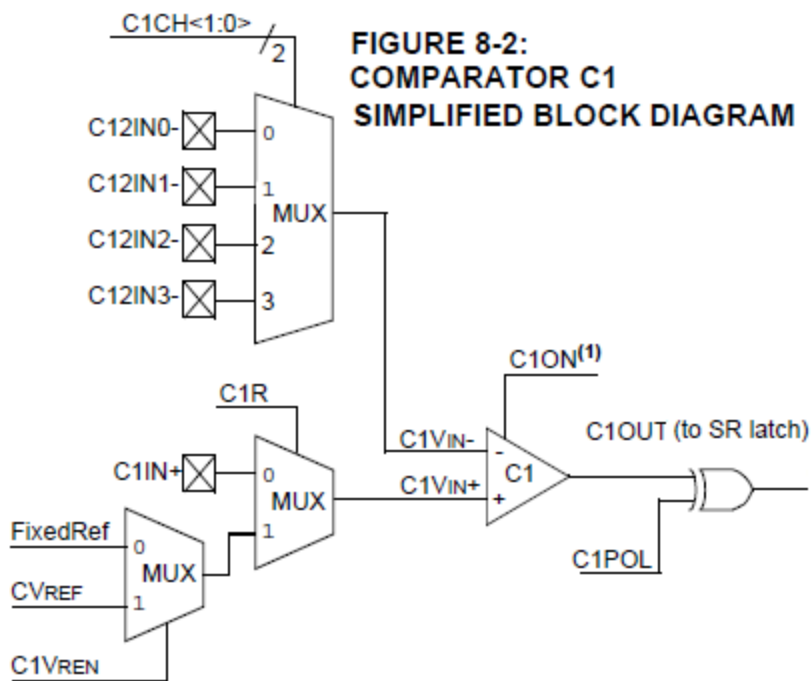
Komparatorn kan användas för att med **hög precision** avgöra när en spänning  $U_{IN}$  passerar en viss referens  $U_{REF}$ .

# 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**

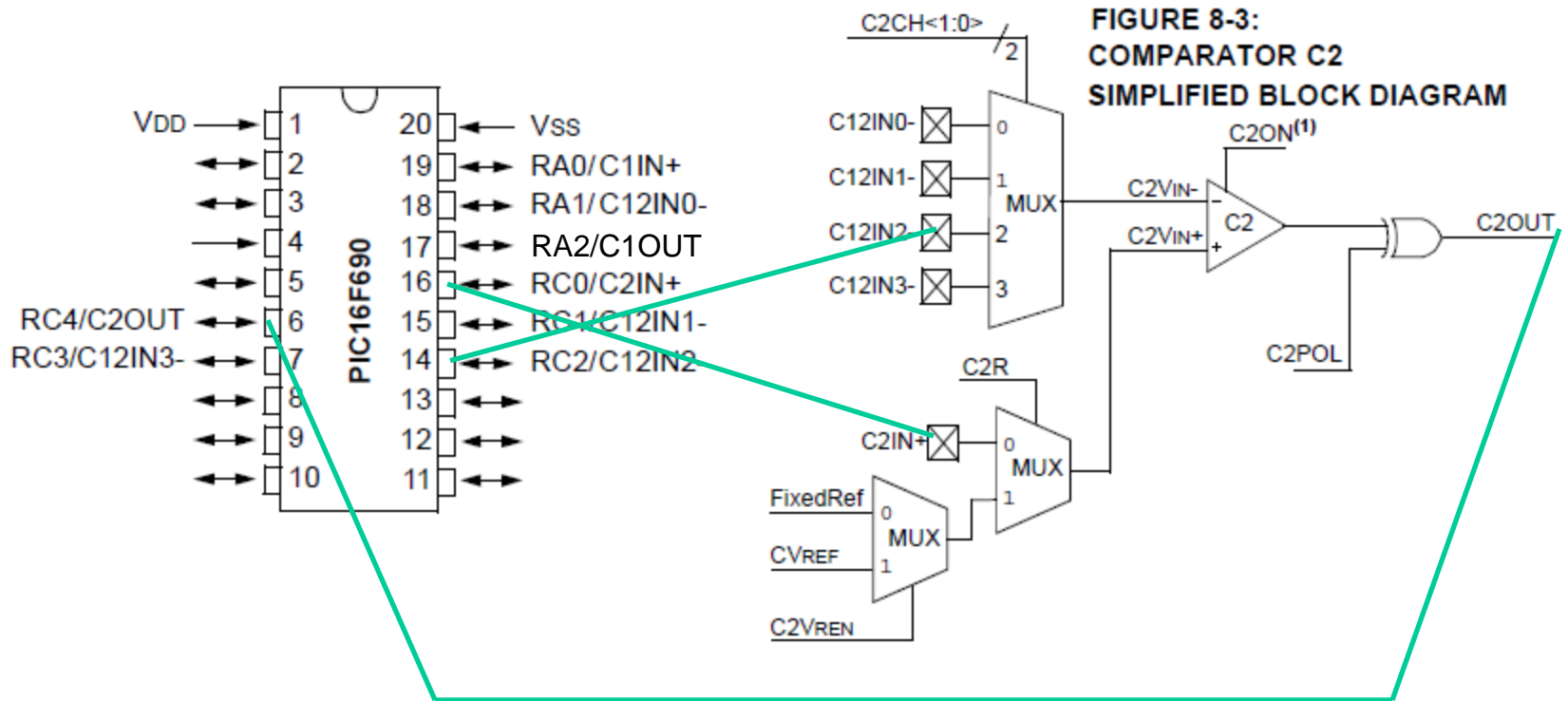
R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
ANS7	ANS6	ANS5	ANS4	ANS3	ANS2	ANS1	ANS0
bit 7							bit 0
<b>RC3</b>	<b>RC2</b>	<b>RC1</b>	<b>RC0</b>	<b>RA4</b>	<b>RA2</b>	<b>RA1</b>	<b>RA0</b>

**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
				<b>RB5</b>	<b>RB4</b>	<b>RC7</b>	<b>RC6</b>

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

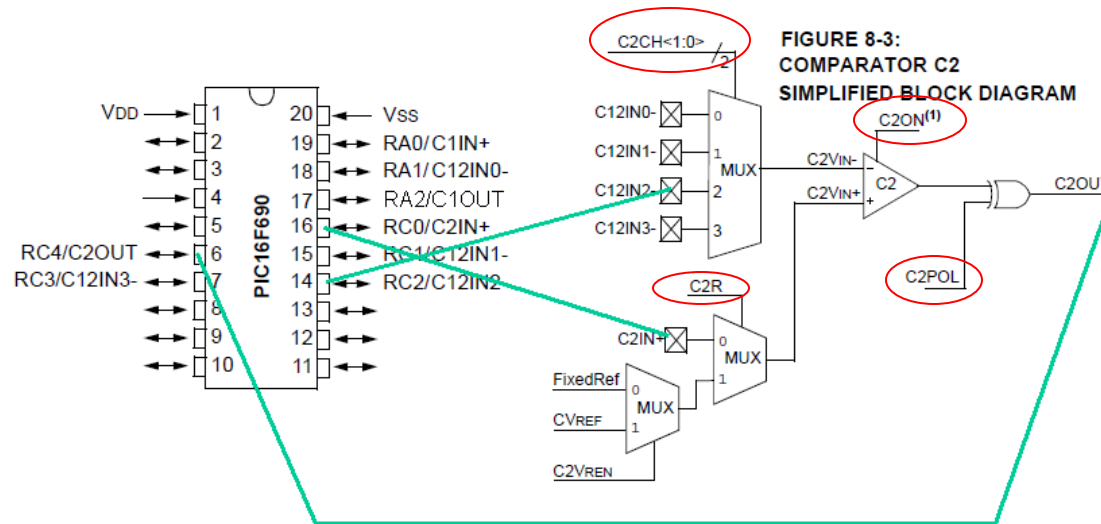
**REGISTER 8-2: CM2CON0: COMPARATOR C2 CONTROL REGISTER 0**

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**

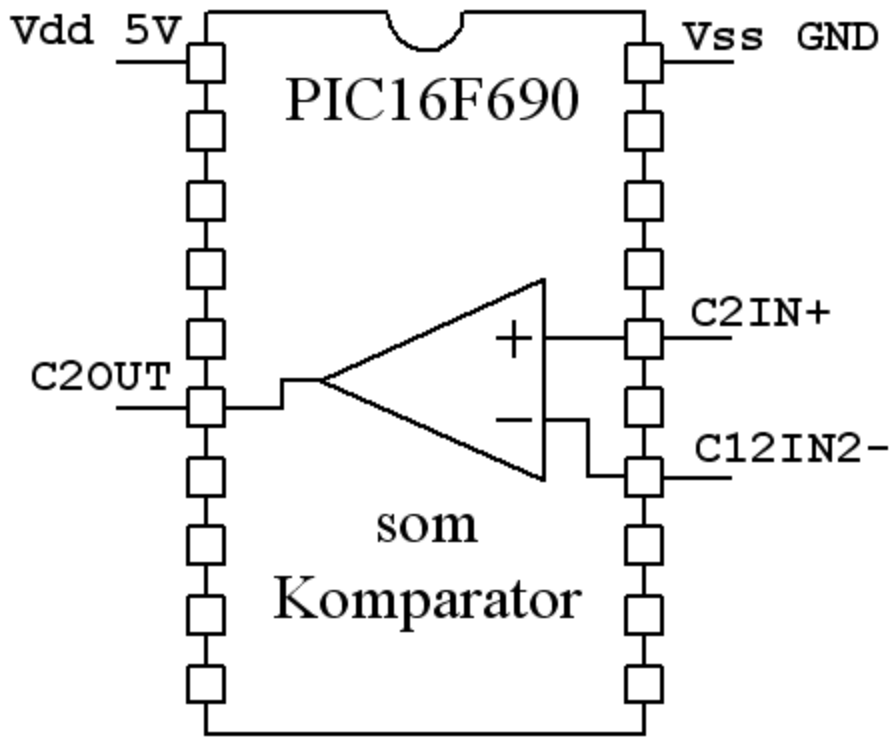
R/W-0	R-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
C2ON	C2OUT	C2OE	C2POL	—	C2R	C2CH1	C2CH0
bit 7							bit 0

1      -      1      0      -      1      1      0

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



# CMP2 vid lab

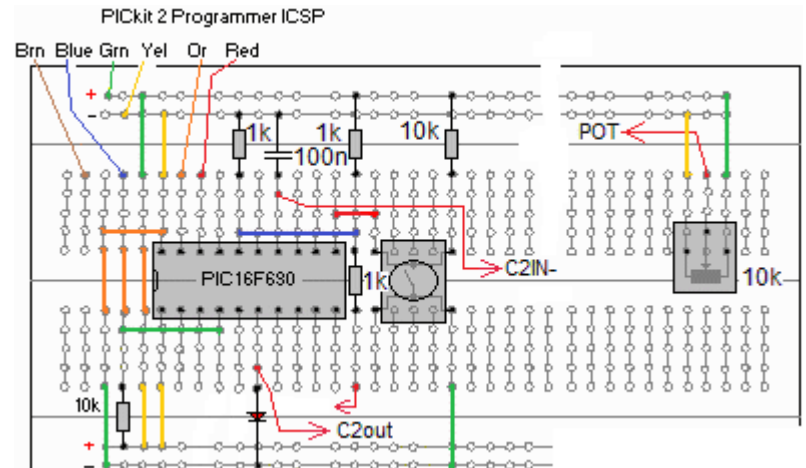
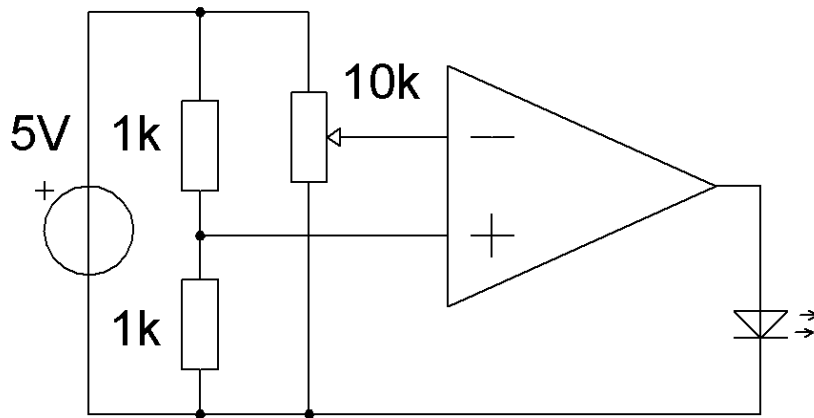


```
C2CH.0=0; // C12IN2-
C2CH.1=1; // C12IN2-
C2R=0; // C2IN+
C2POL=0; // not invert
SR1=0; // no SR-latch
C2OE=1; // out to pin
C2ON=1; // C2 on
ANSEL.4=1; // analog
ANSEL.6=1; // analog
TRISC.0=1; // RC0 input
TRISC.2=1; // RC2 input
TRISC.4=0; // RC4 output
```

**Med dessa inställningar använder vi komparator 2 som fristående komponent!**

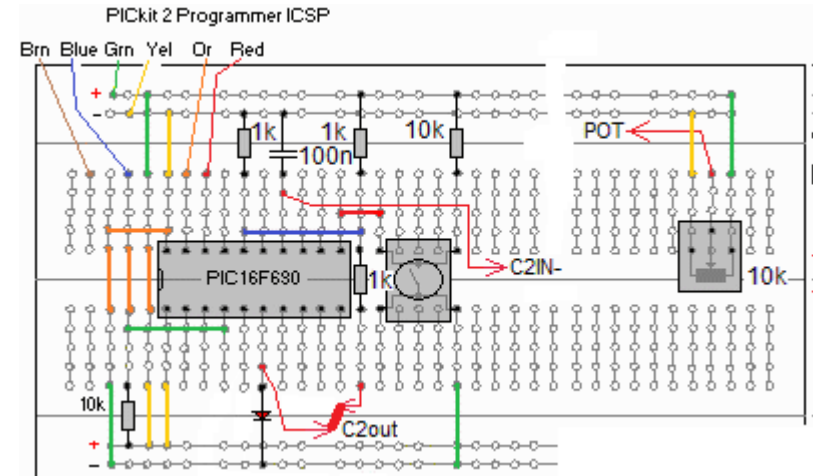
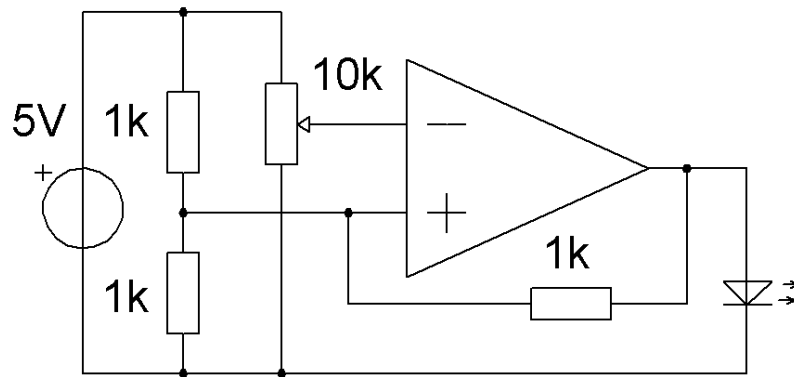
Gråtonat – default inställning

# Lab: prova Komparator

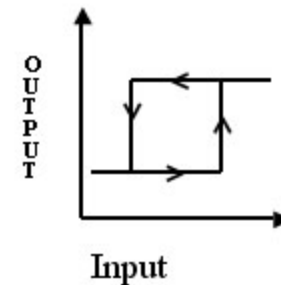


När spänningen på uttaget på 10k potentiometern passerar referens-spänningen 2,5V (5V delat med två) slår komparatorns utgång om. Omslaget är mycket distinkt.

# Lab: prova Schmitt-trigger



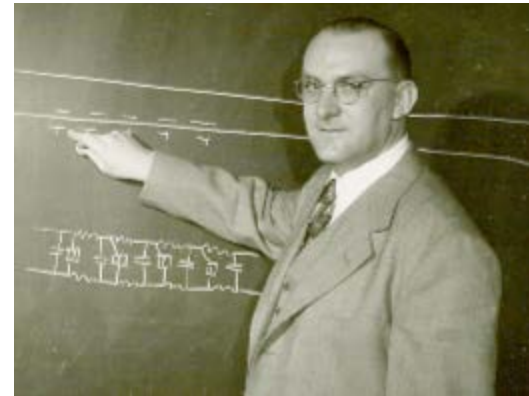
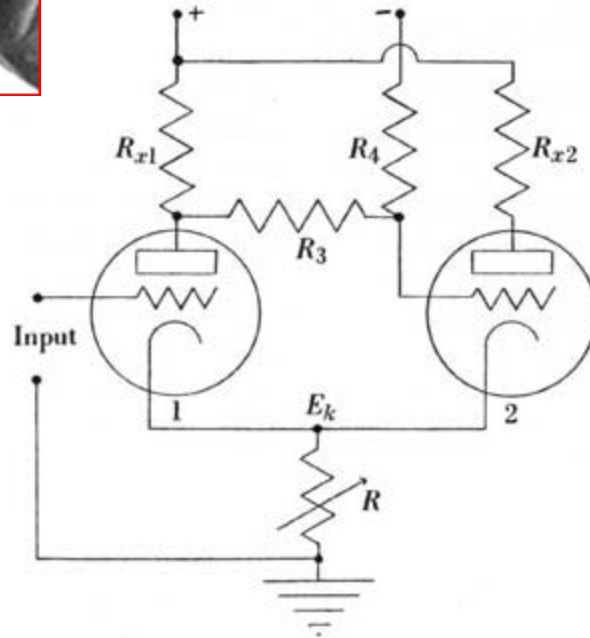
En tredje 1k resistor från utgången till ”+” ingången förskjuter referens-nivån så att man nu måste *vrida mer* för båda omslagen. Det blir således olika omslagsnivåer för Till och Från. Omslagsfunktionen blir därför ”segare” och säkrare. Kopplingen kallas för **Schmitt-trigger** och fenomenet för Hysteres.



*Hysteres.*

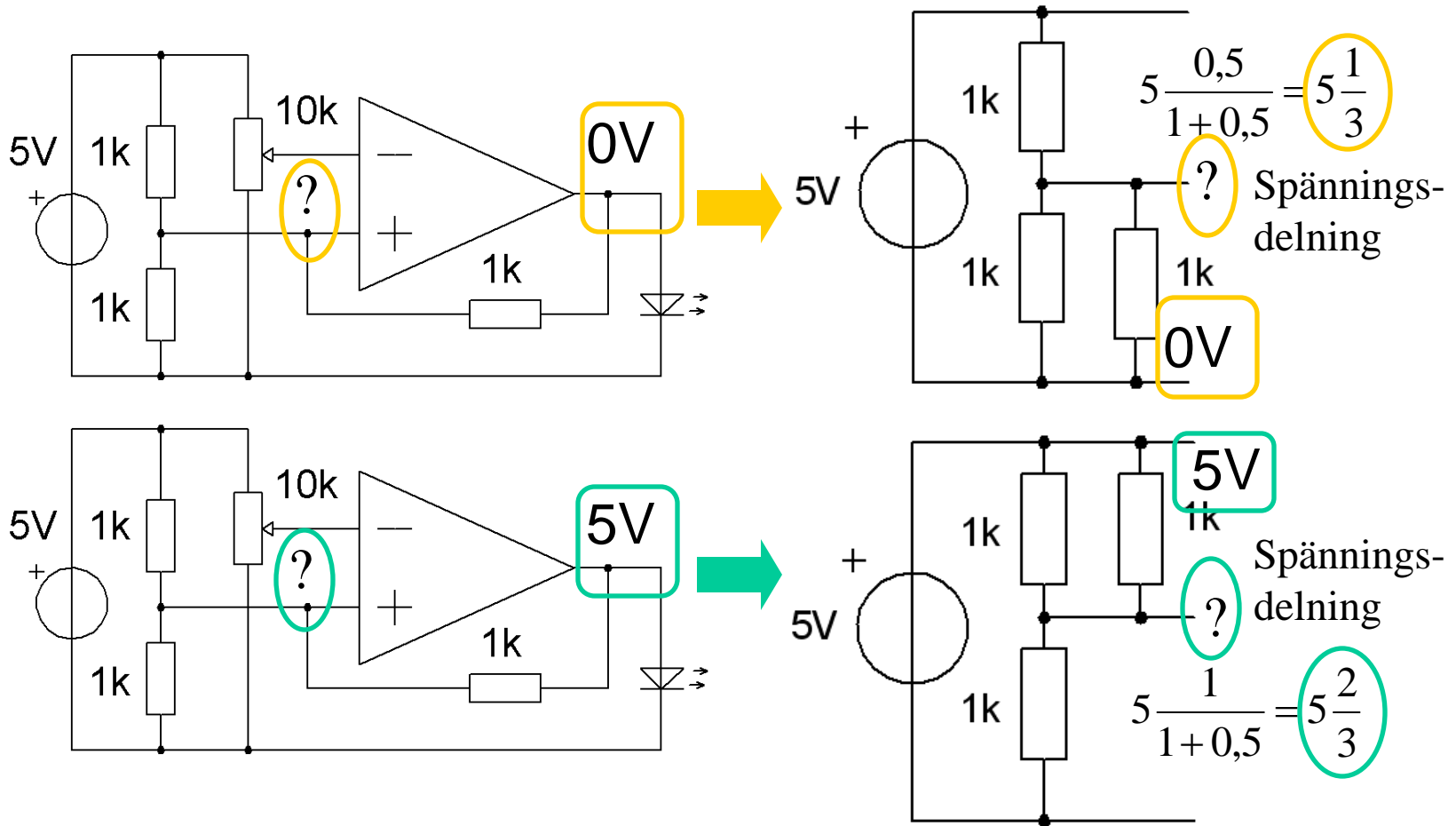


# Otto Schmitt

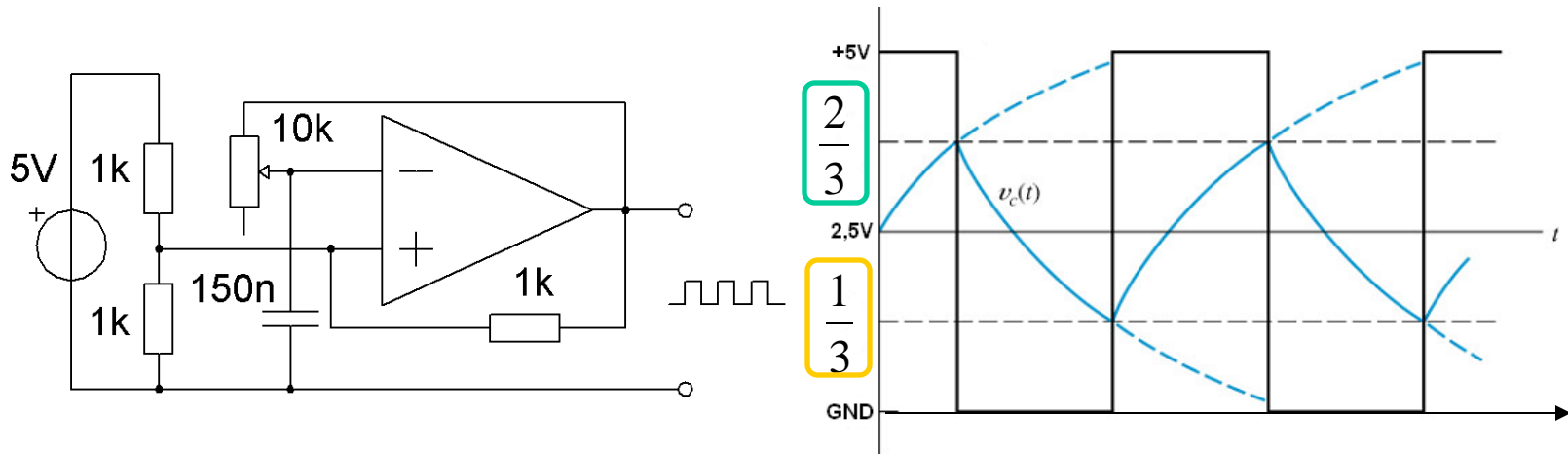


En schmitt-trigger har "snap action". När man passerat omslagpunkten går förloppet inte att hejda ...

# Omslagsnivåerna? (10.10)

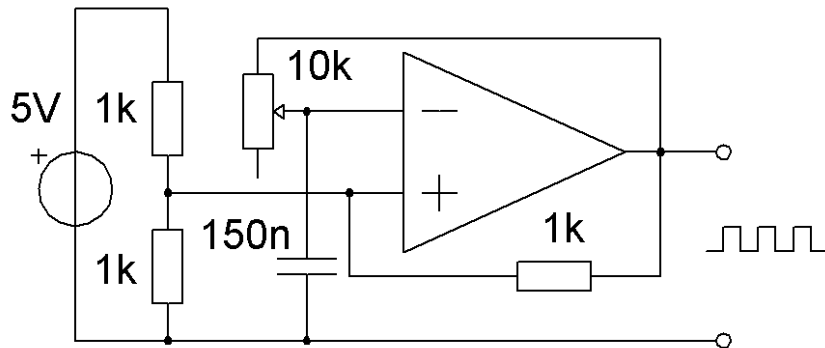


# RC-oscillator



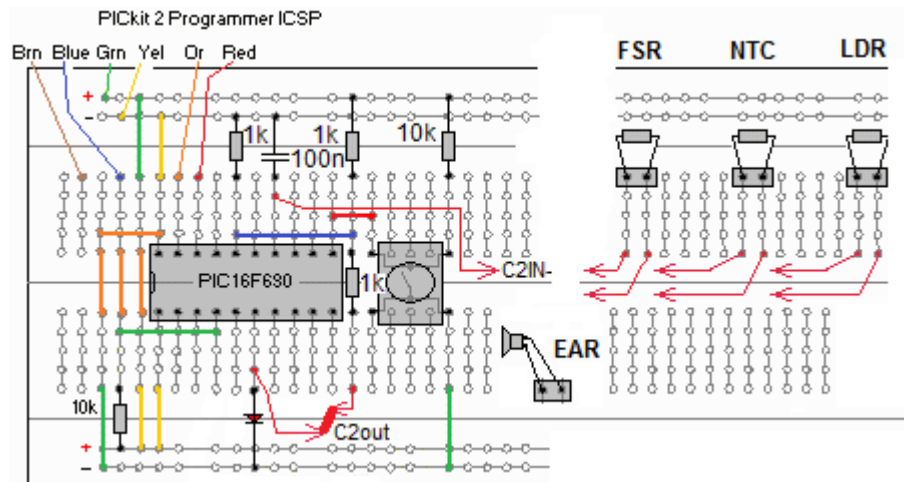
Komparatorn laddar upp kondensatorn till den övre omslags-spänningen, därefter slår utgången om och laddar ur kondensatorn till den nedre omslags-spänningen. Frekvensen på komparatorns utgång beror av produkten  $R \cdot C$ . Eftersom  $C$  är konstant så blir det  **$R$  som styr frekvensen.**

# Lab: prova RC-oscillator



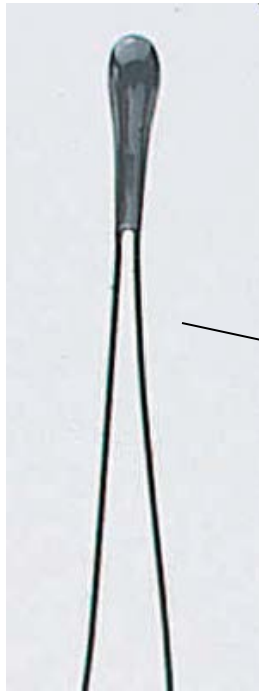
Schmitt-triggern laddar nu kontinuerligt upp och ur kondensatorns spänning mellan de två omslags-nivåerna.

Tillsammans med hörluren har vi fått en summer!

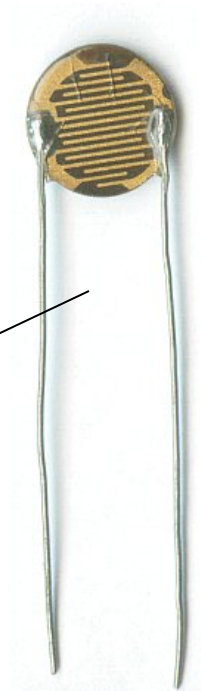
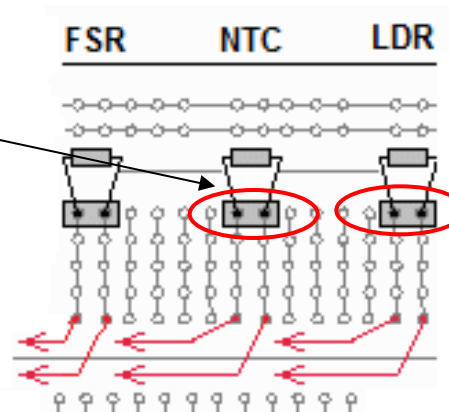


# Sensorer

*Pröva några resistiva sensorer ...*



NTC-Termistor



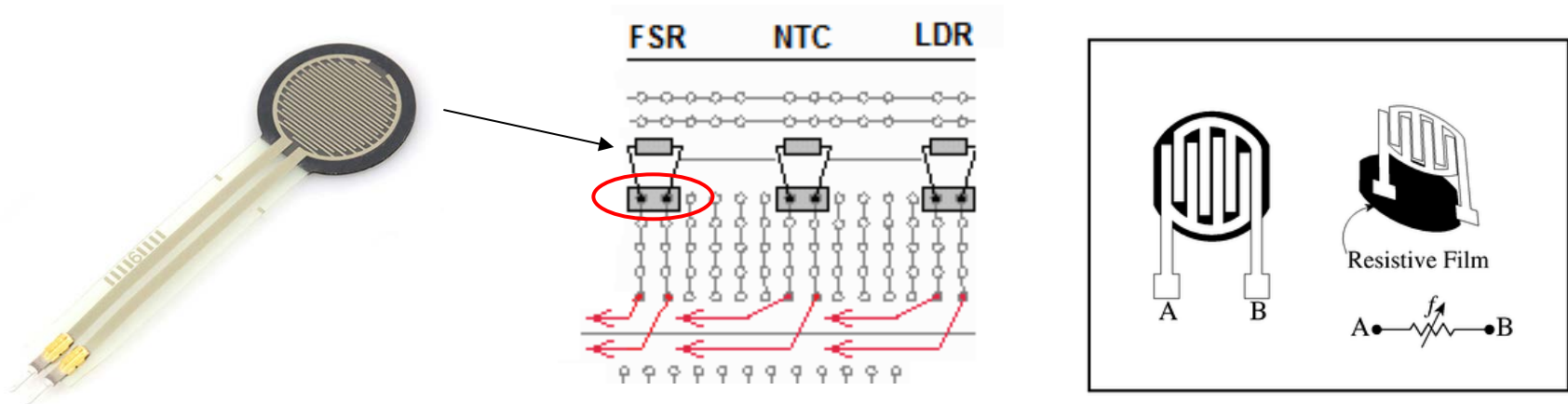
LDR-Fotoresistor

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



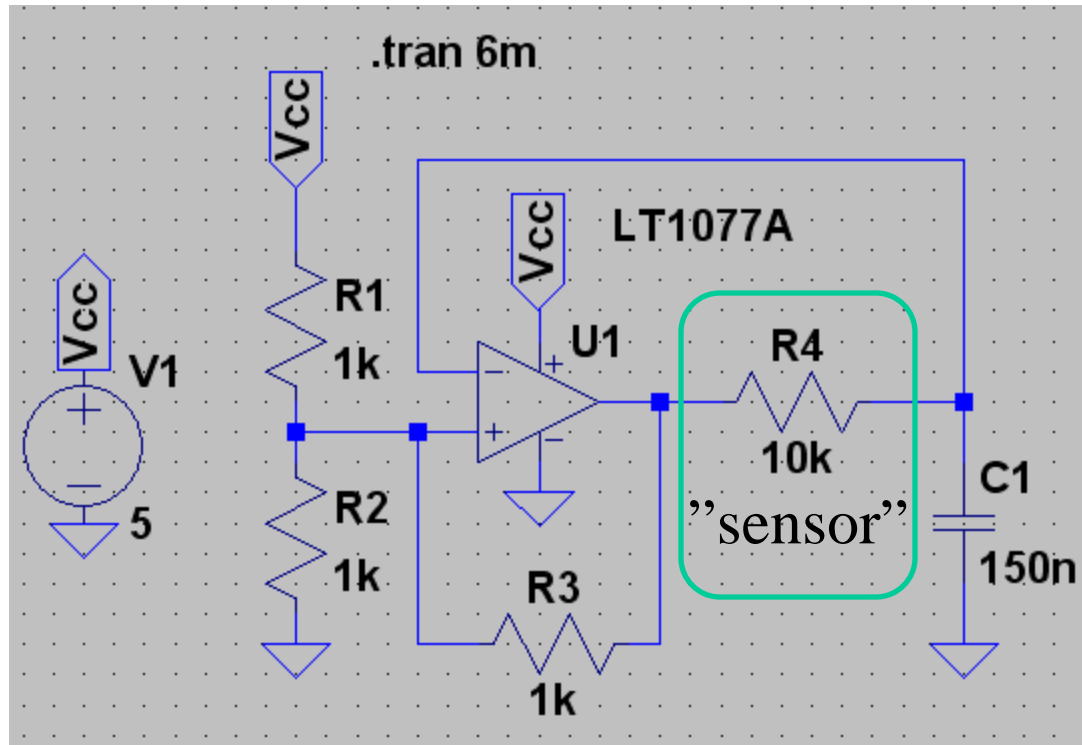
# Sensorer

*Pröva några resistiva sensorer ...*

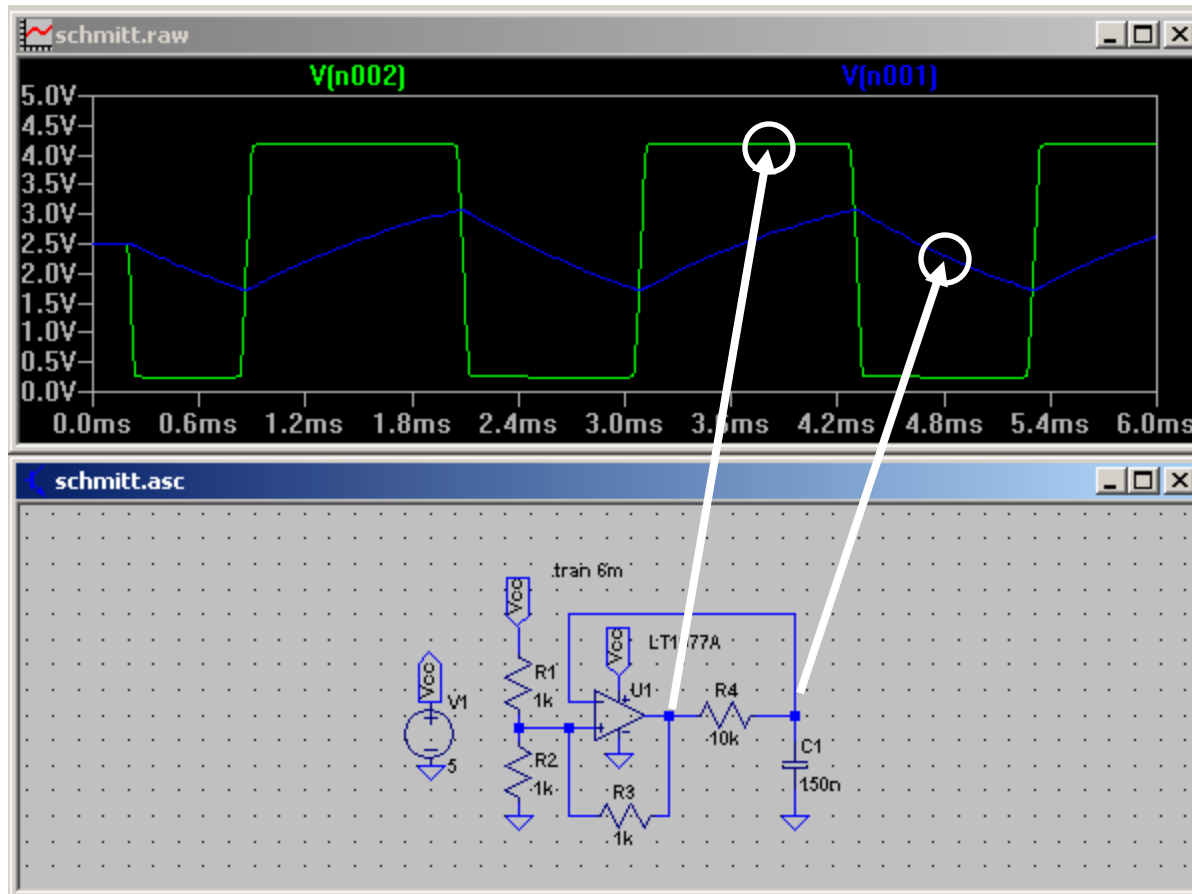


**FSR**-Force Sensitive Resistor, för ”klämtryck”.

# Simulera RC-oscillatorn

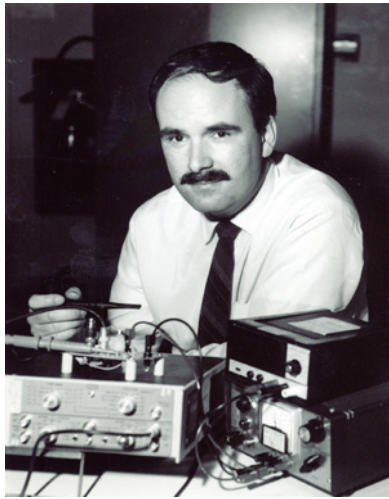


# Simulera RC-oscillatorn



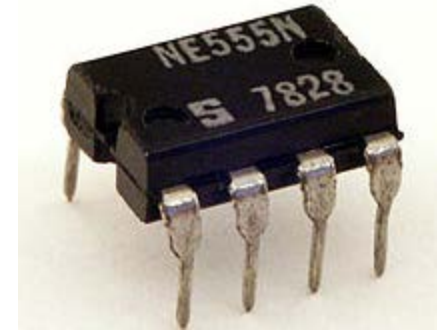
William Sandqvist [william@kth.se](mailto:william@kth.se)

# En stabilare RC-oscillator



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

Signetics 1970



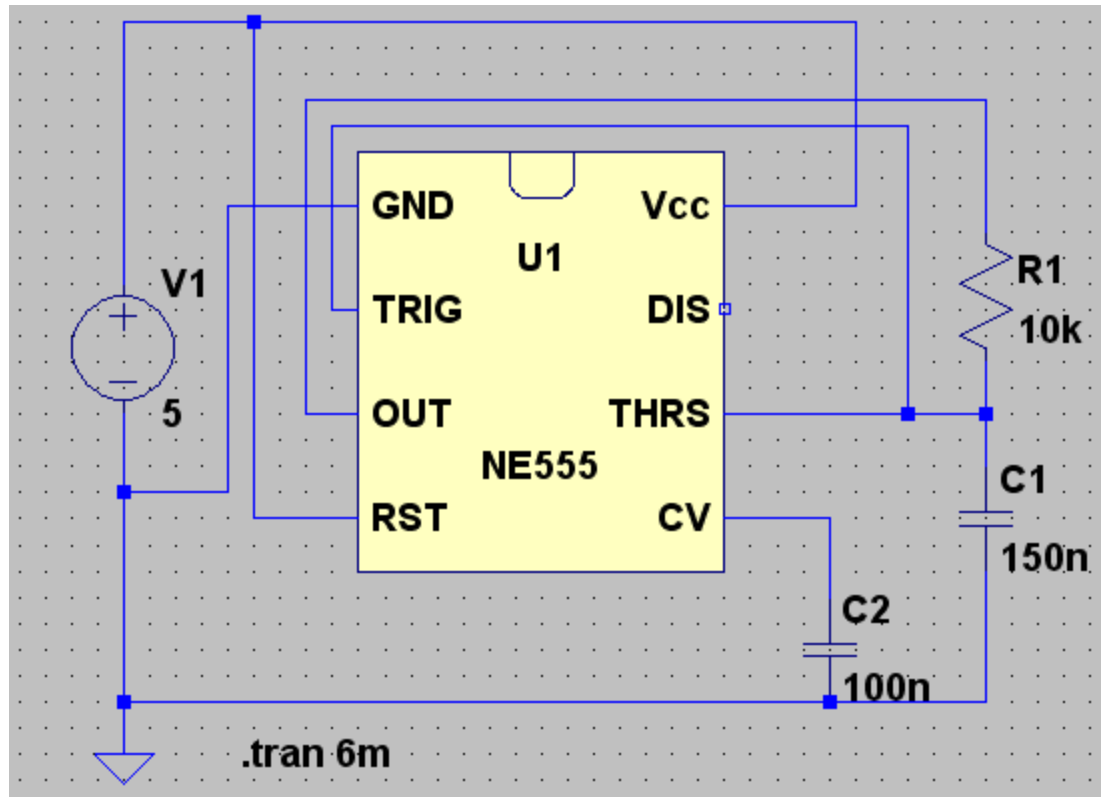
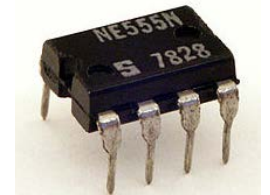
Google

555 timer

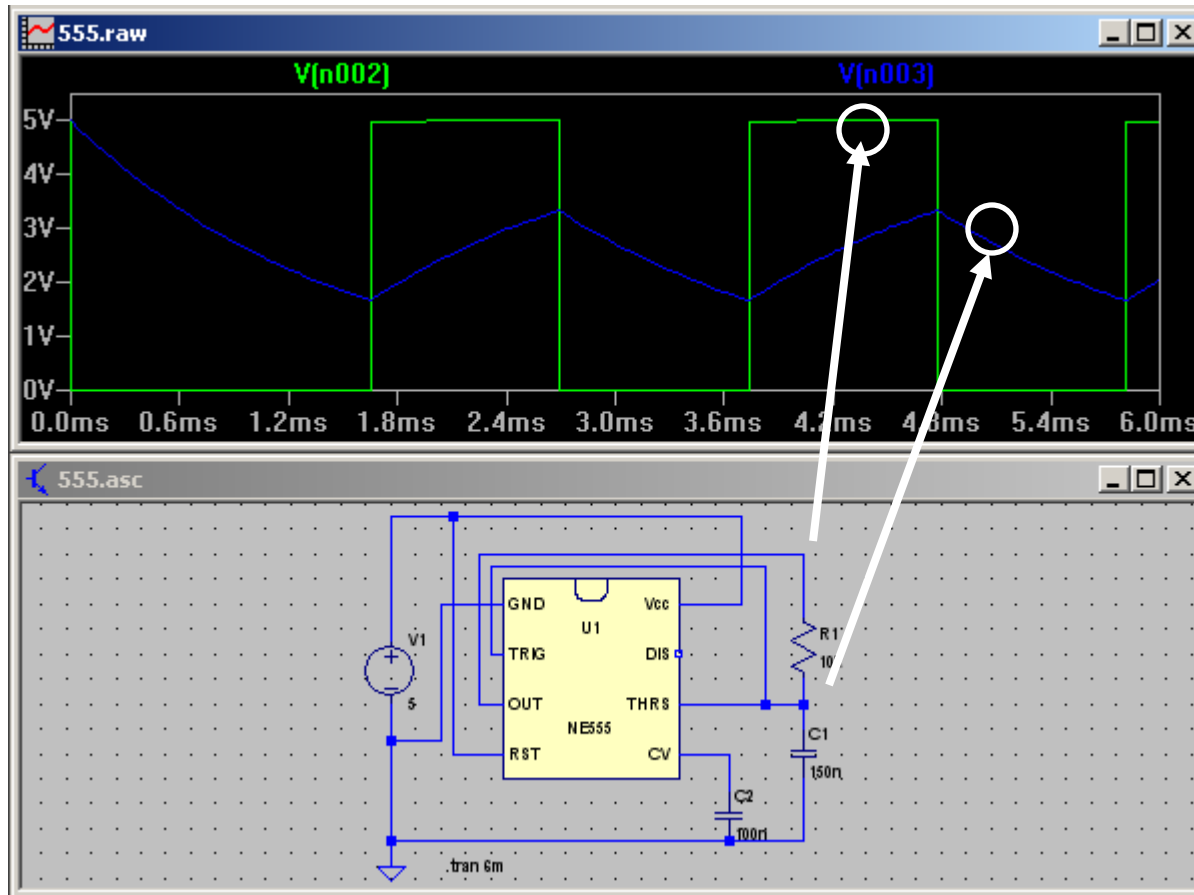
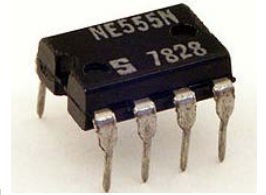


Ungefär **2 130 000** resultat  
(0,30 sekunder)

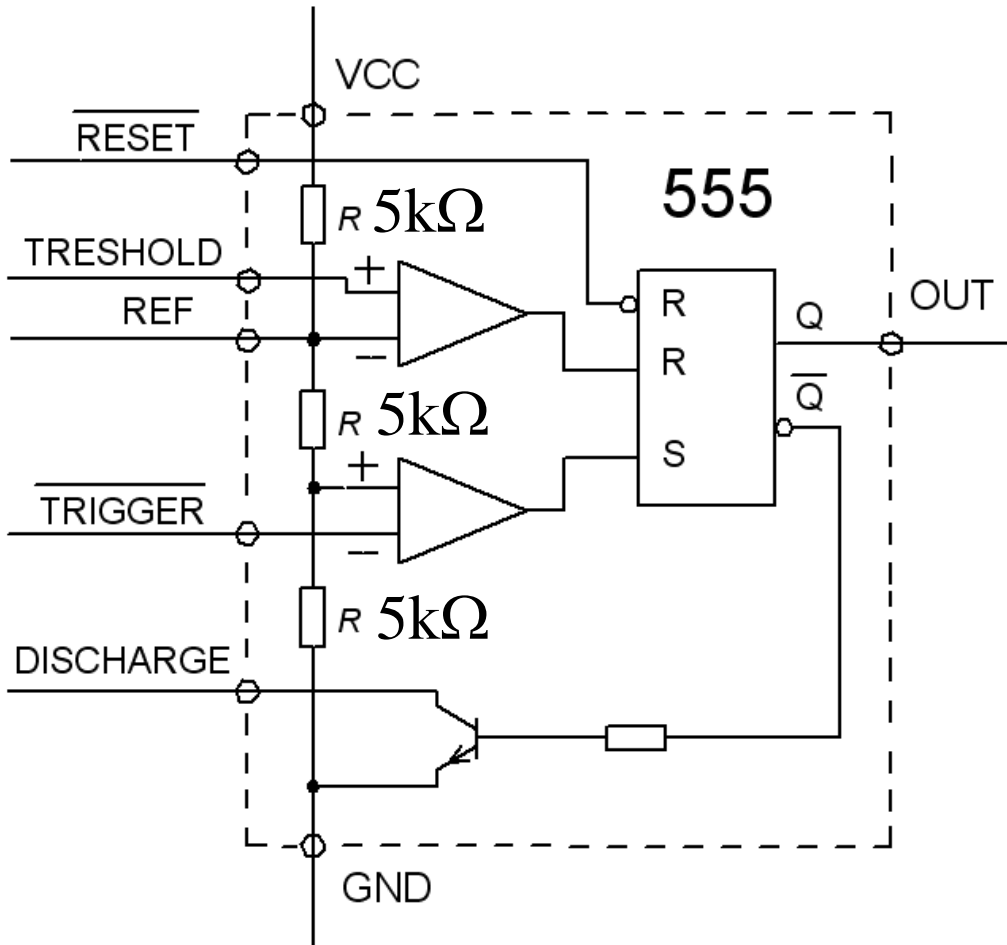
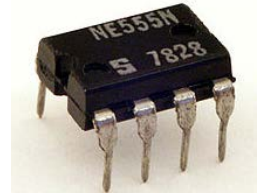
# 555 som RC-oscillator



# 555 RC-oscillator



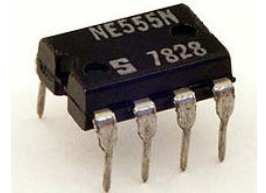
# The 555 inside story



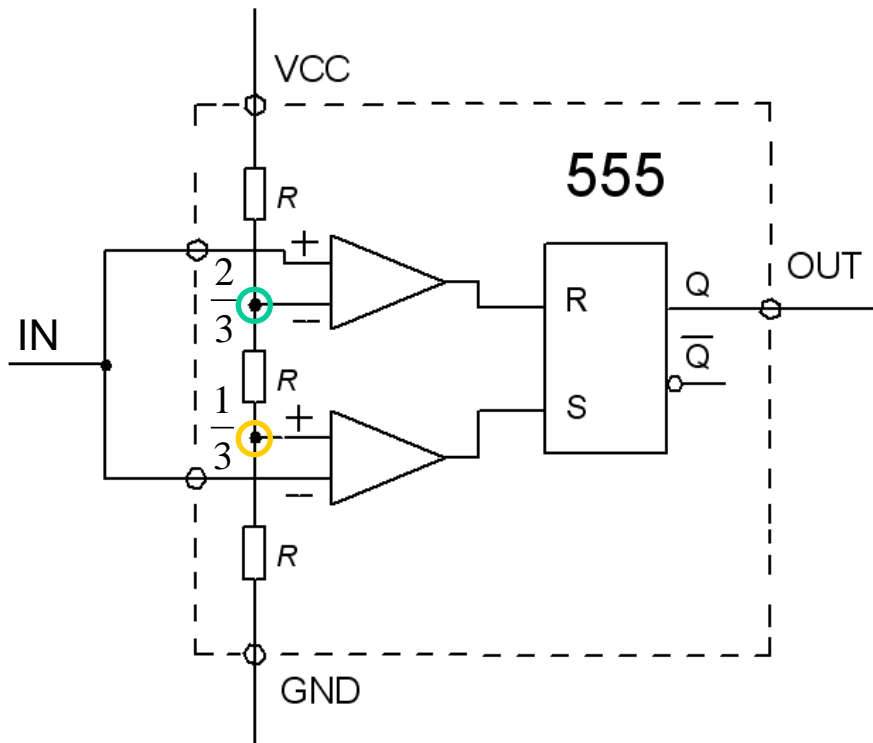
**Två  
komparatorer  
och en SR-  
låskrets.**



# 555 som Schmitt-trigger



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



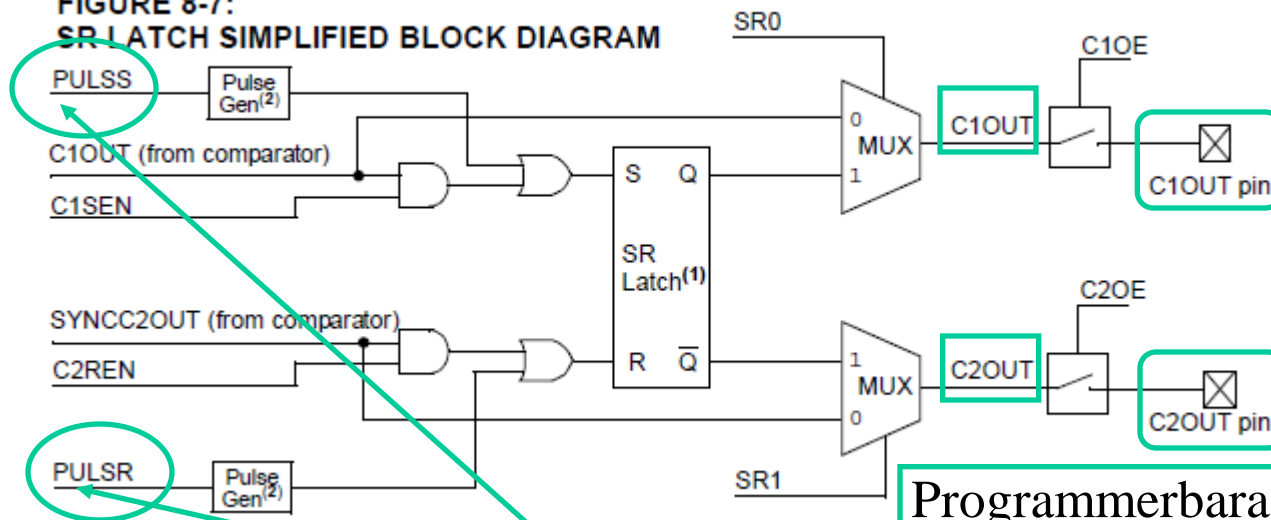
*Denna krets har bättre "prestanda" än den ensamma komparator kopplad som schmitt-trigger vi visat tidigare.*

William Sandqvist [william@kth.se](mailto: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**



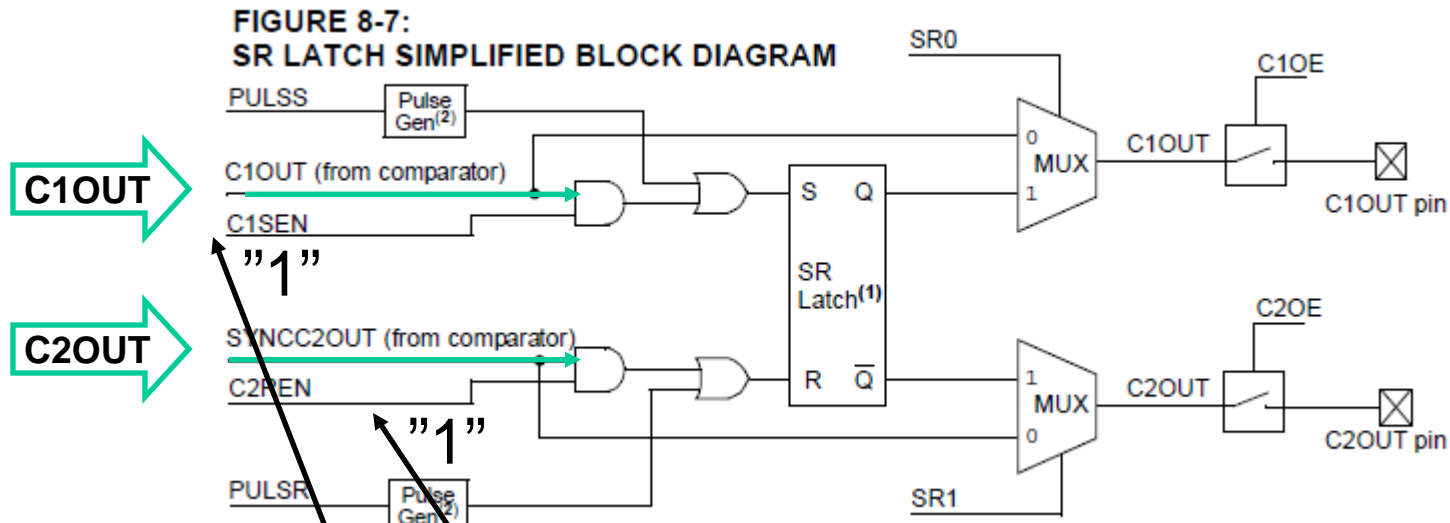
Programmerbara, självåterställande, bitar som ger pulser på S och R.

**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 <sup>(2)</sup>	SR0 <sup>(2)</sup>	C1SEN	C2REN	PULSS	PULSR	—	—
bit 7							bit 0

# PIC-processornas SR-latch

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



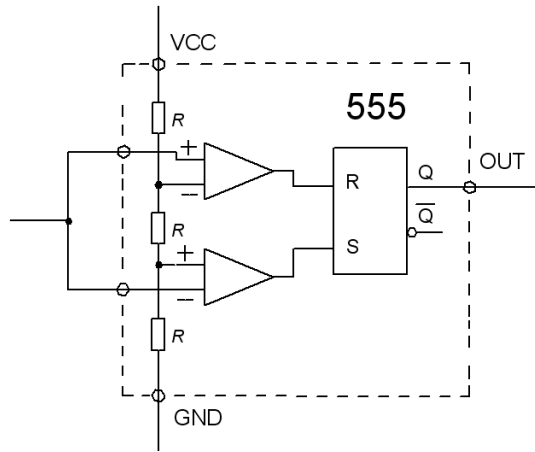
**REGISTER 8-4: SRCON: SR LATCH CONTROL REGISTER**

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

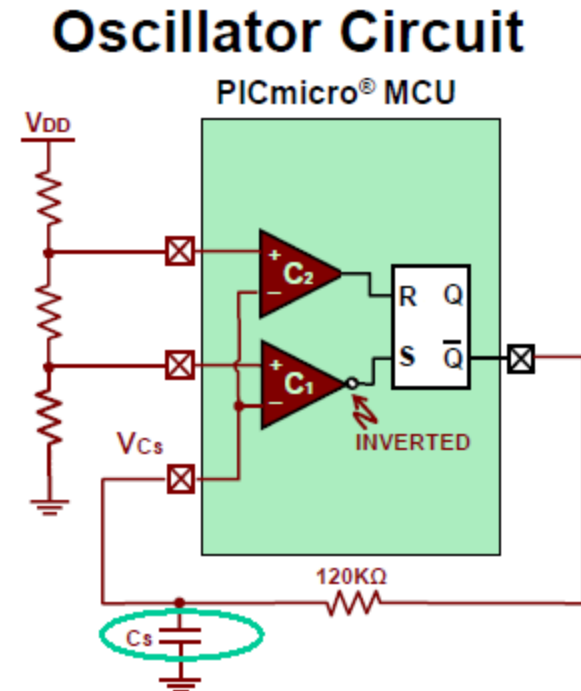
William Sandqvist [william@kth.se](mailto:william@kth.se)

# 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.

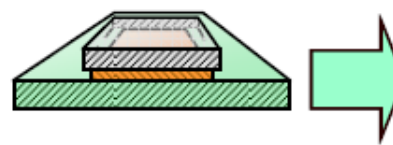
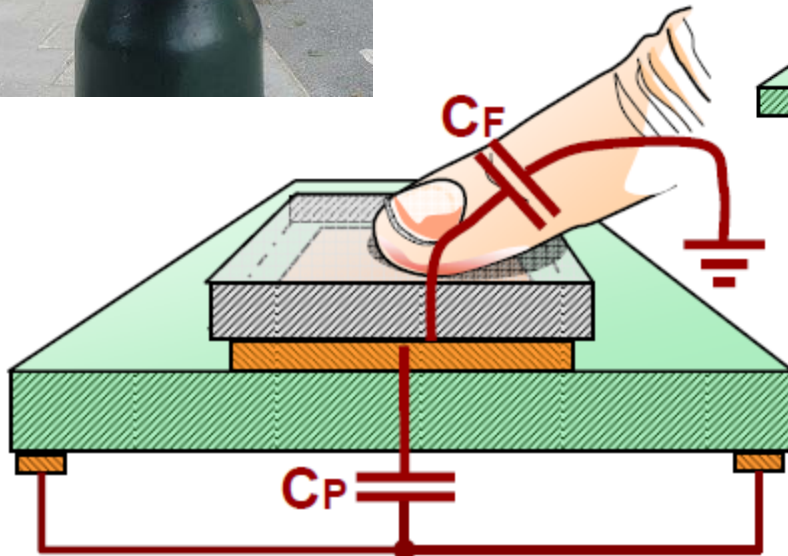
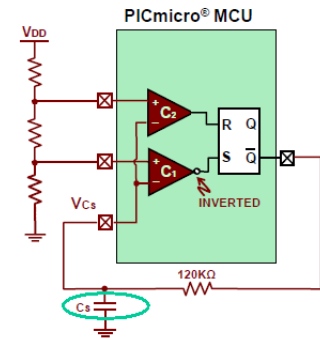




# Touch-control

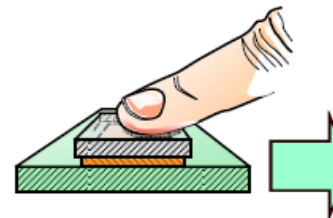
Vandalsäker knapp vid övergångsstället!

## Oscillator Circuit



Sensor Capacitance ( $C_s$ ) =  $C_p$

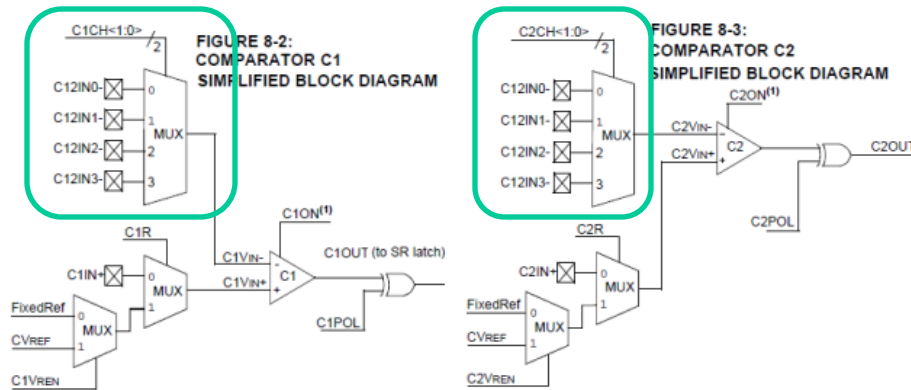
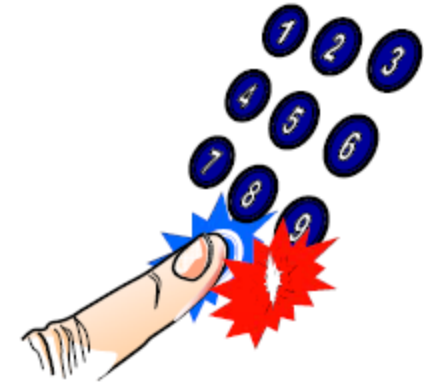
Sensor Capacitance ( $C_s$ ) =  $C_p$



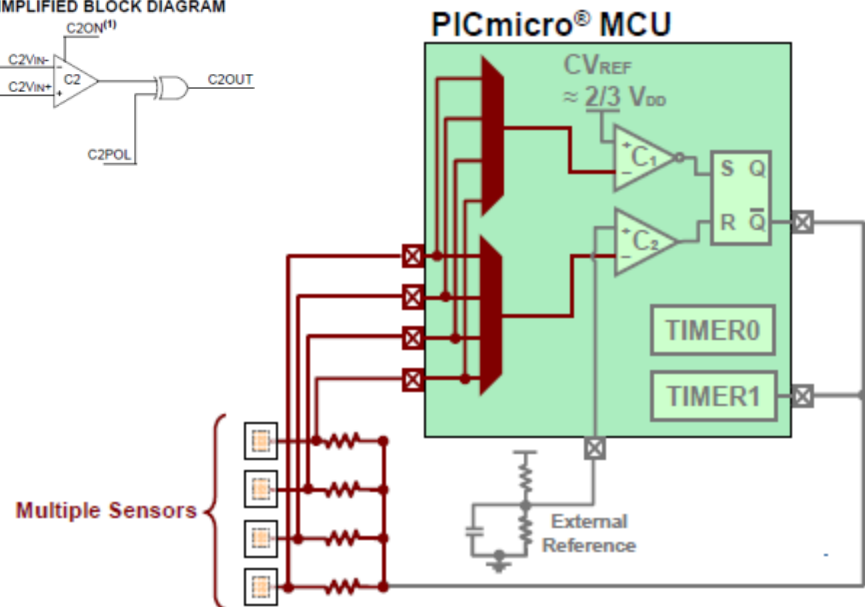
Sensor Capacitance ( $C_s$ ) =  $C_p + C_f$

# Touch-control

Fler kontakter – Tangentbord.



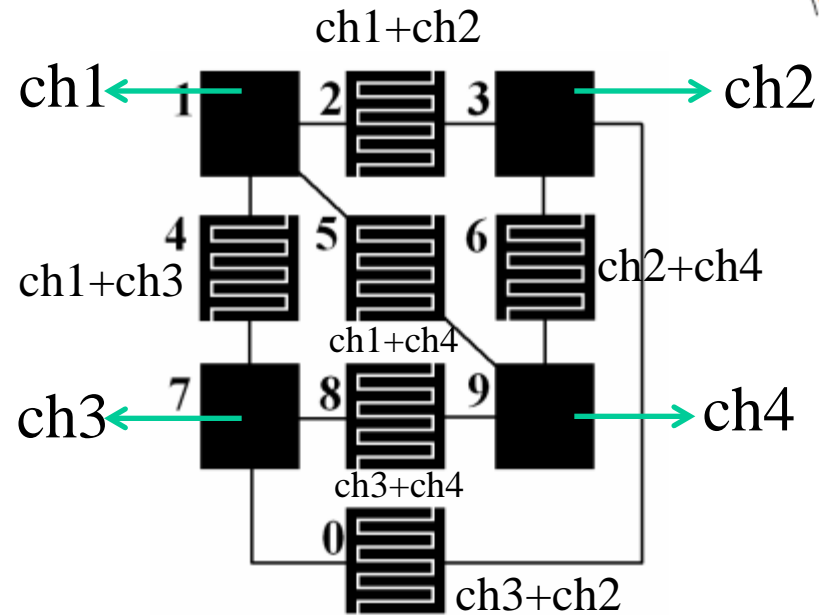
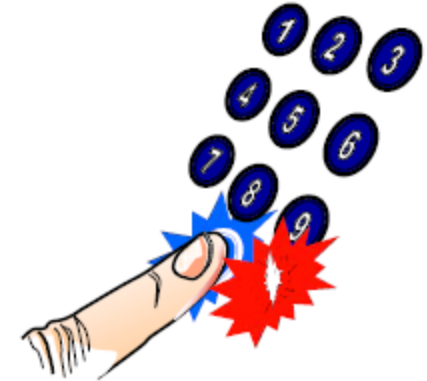
Komparatorernas ingångar är multiplexade till samma pinnar – användbart när man vill känna av flera tangenter ...





# 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](http://www.microchip.com/mTouch)**