

Metaldetektorn

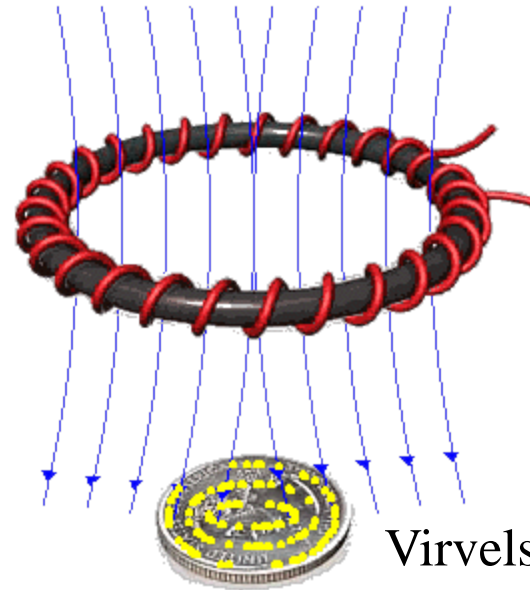
Alla "förluster" (även virvelströmsförluster i metaller) sammanfattas av symbolen r !

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{L^2} \right)}$$

Järnföremål påverkar magnetfältet och därmed även L !



Parallellresonansfrekvensen påverkas av spolens förluster. Så kan gömda skatter hittas!



Virvelströmsförluster

Metalldetektorn



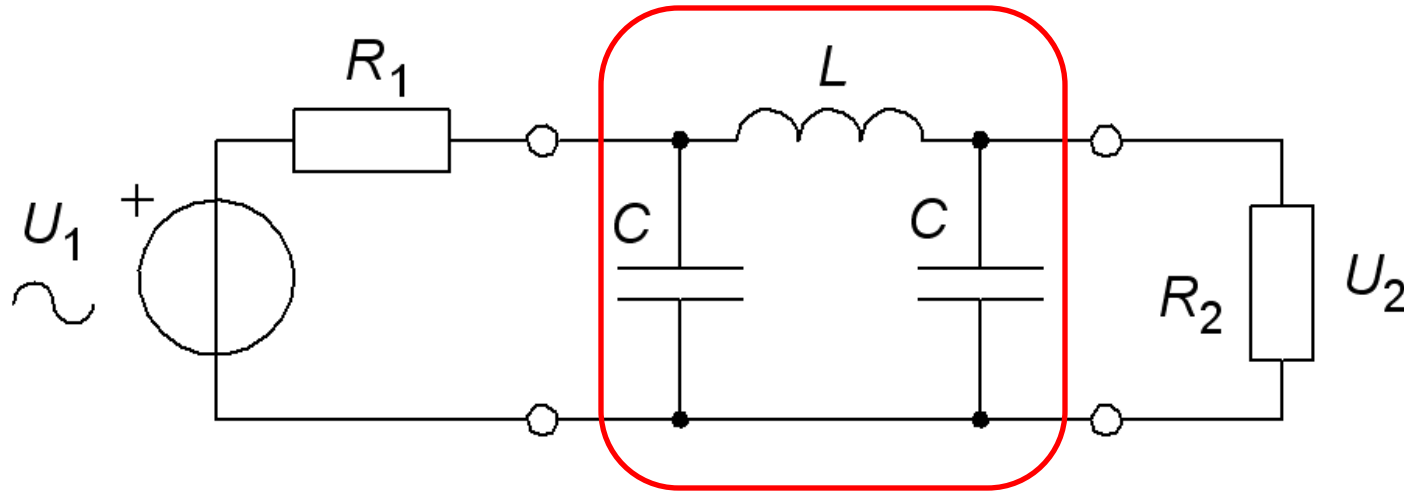
En metalldetektor består av en oscillator (en sändare) med en LC-resonanskrets. Metallföremål som befinner sig inom induktansens magnetfält påverkar resonansfrekvensen så att oscillatorfrekvensen ändras.

En mikroprocessor med ett frekvensmättningsprogram indikerar frekvensändringarna.

- Inför laborationen behöver vi nu studera resonanskretsar, och förstärkare – oscillatorer.

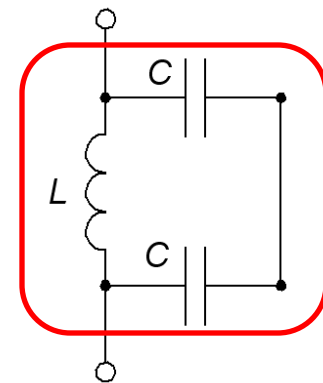
En krets med resonans

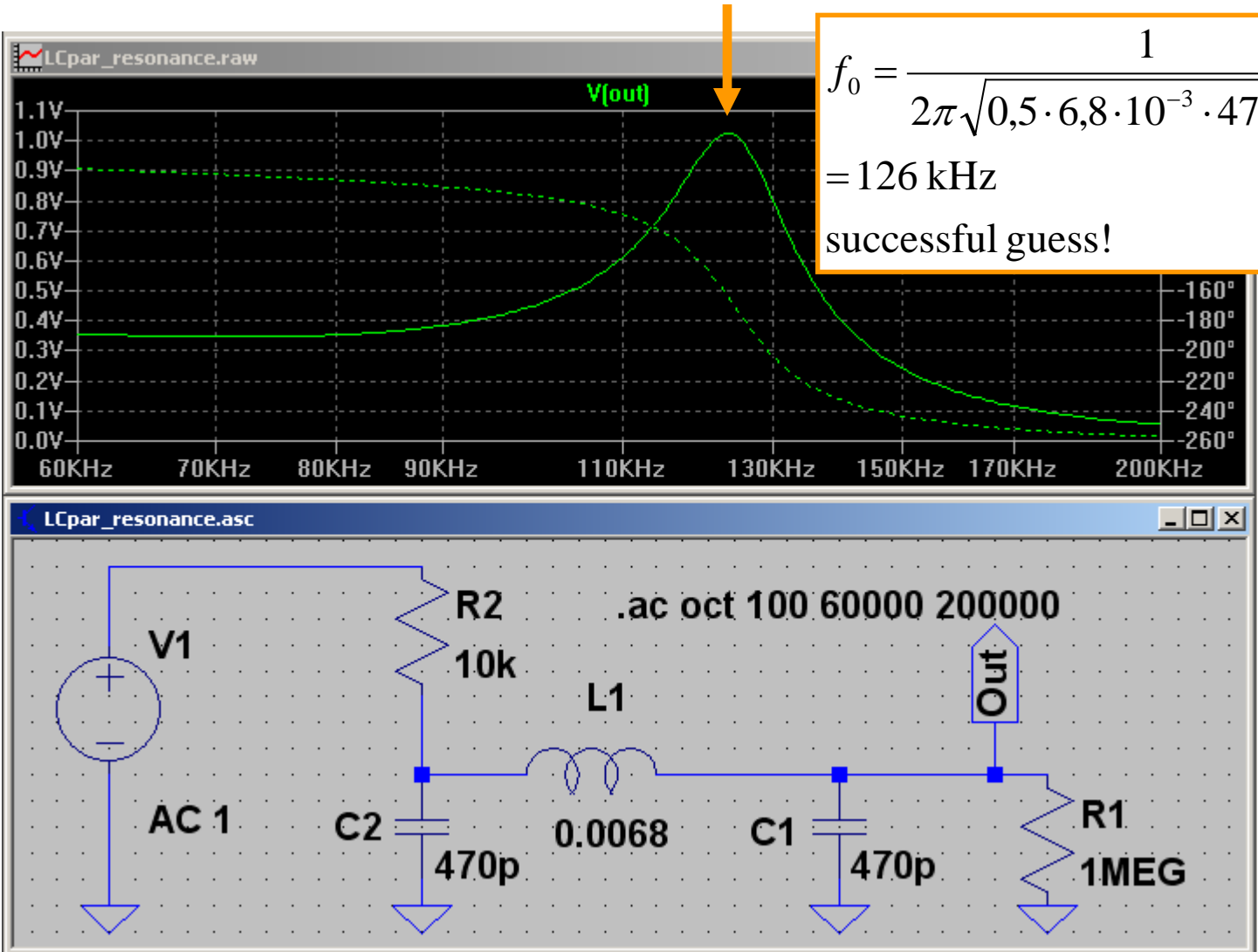
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$



Beräkningarna på kretsen är *egentligen* ganska komplicerade – men vi vågar väl oss på en ”**gissning**”:

$$C_{ERS} = \frac{C \cdot C}{C + C} = \frac{C}{2} \quad f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot \frac{C}{2}}}$$



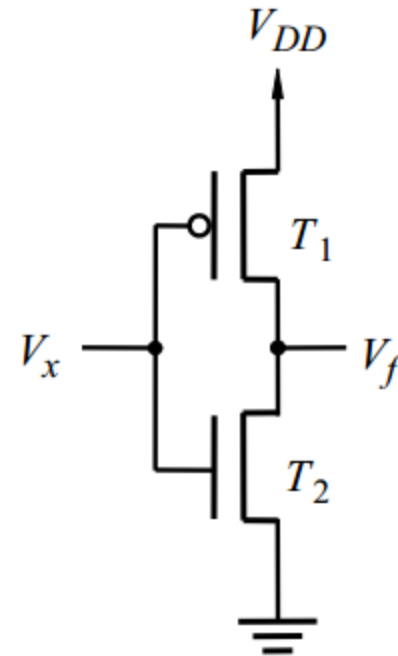
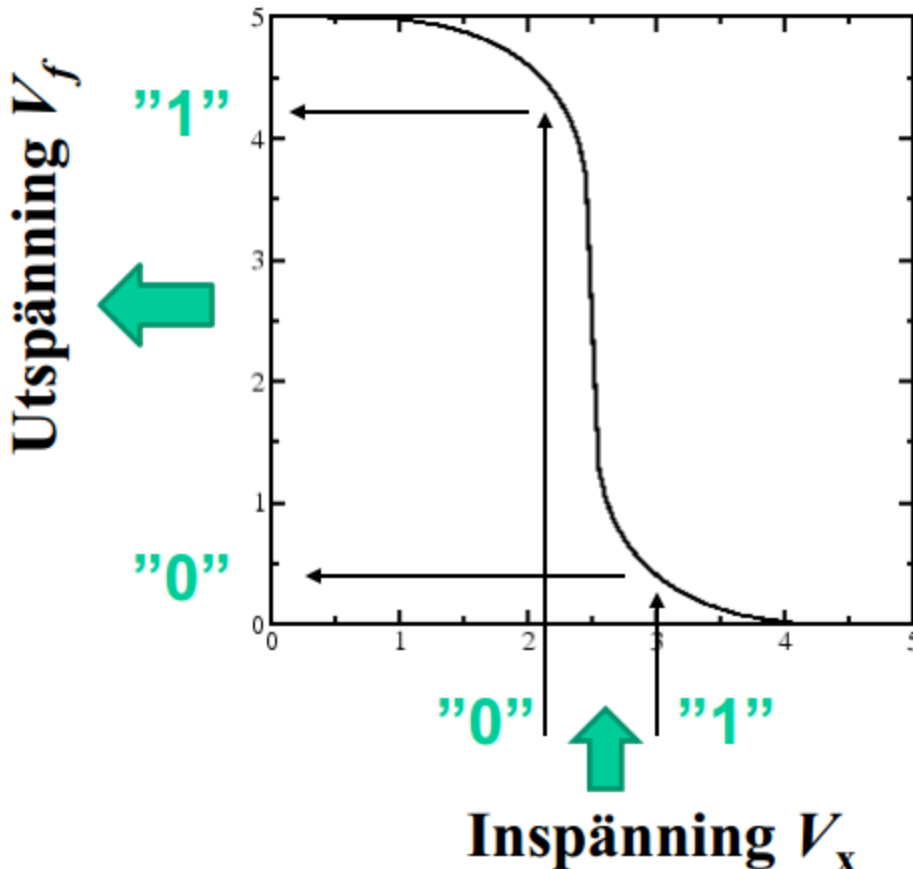


$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,5 \cdot 6,8 \cdot 10^{-3} \cdot 470 \cdot 10^{-12}}}$$

= 126 kHz
successful guess!

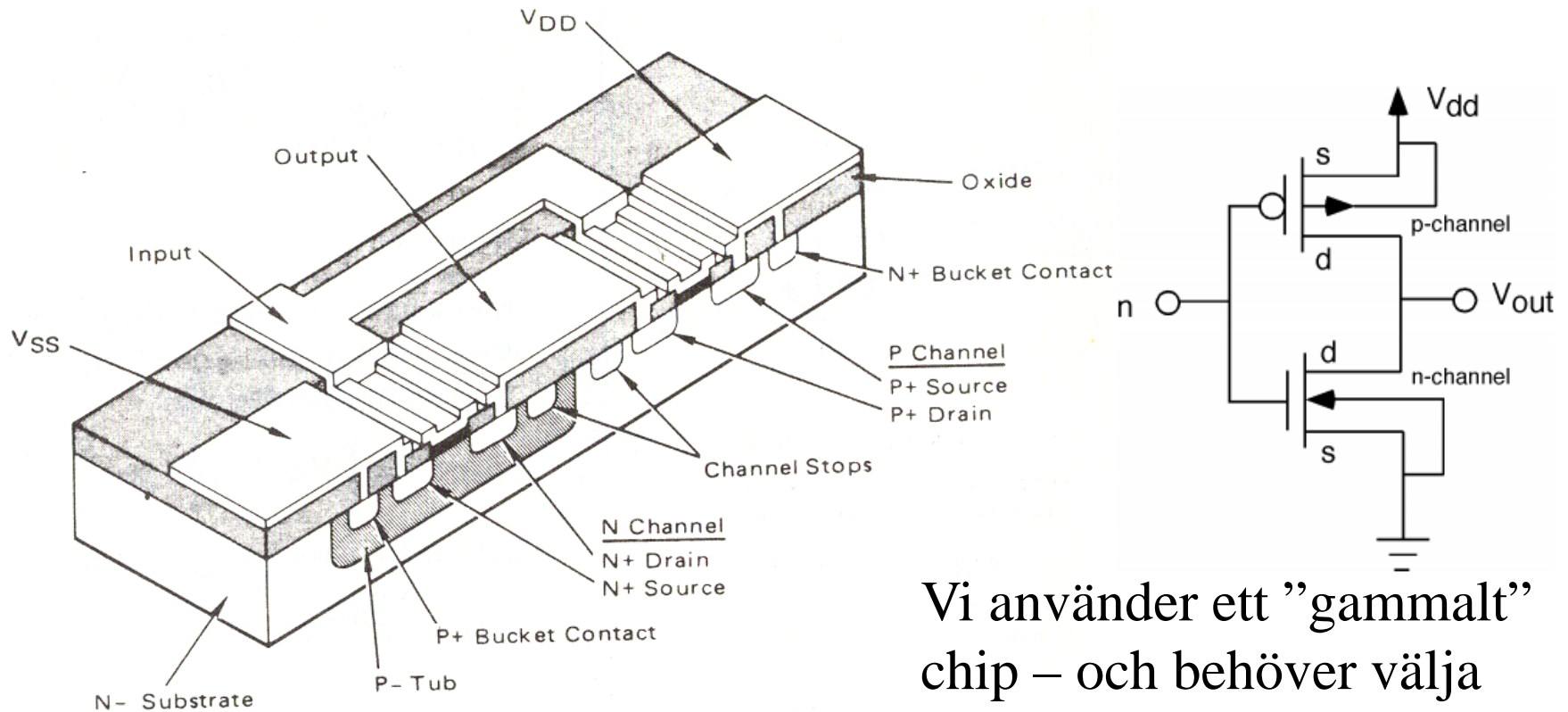
William Sandqvist william@kth.se

Digital design – inverterare



*Kommer Du ihåg
CMOS-inverteraren
från Digital Design?*

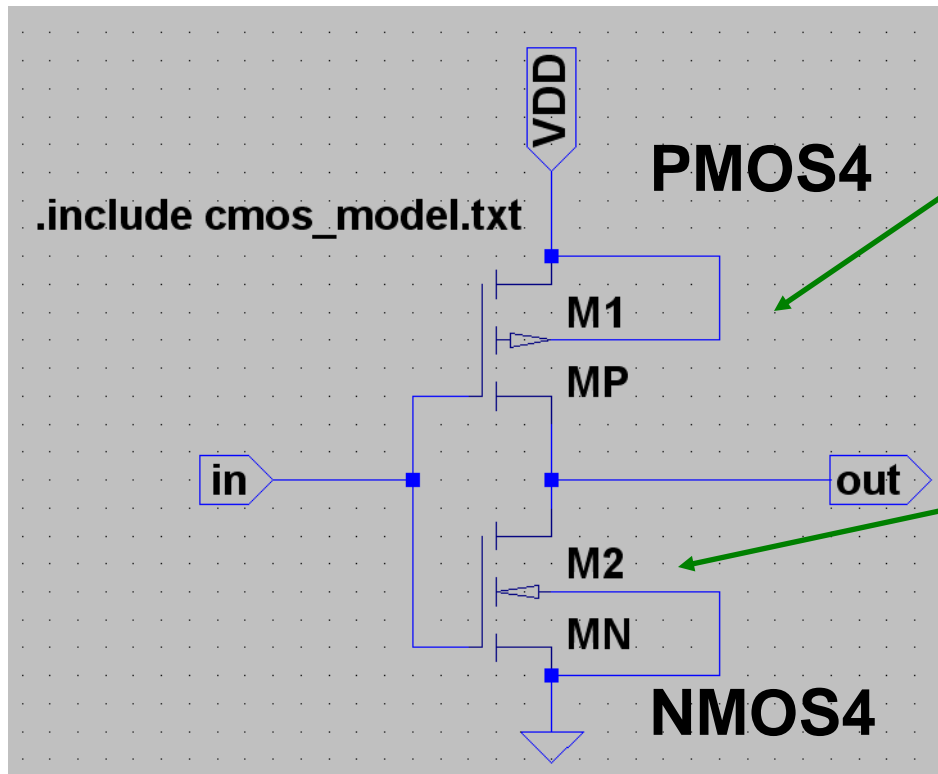
CMOS-inverterare



- *Kommer Du ihåg inverteraren från Digital Design kursen?*

Vi använder ett "gammalt" chip – och behöver välja simuleringsparametrarna därefter!

(MOS-Old school)



Monolithic MOSFET - M1

Model Name:	MP	OK
Length(L):	5u	Cancel
Width(w):	480u	
Drain Area(AD):		
Source Area(AS):		
Drain Perimeter(PD):		
Source Perimeter(PS):		
No. Parallel Devices(M):		

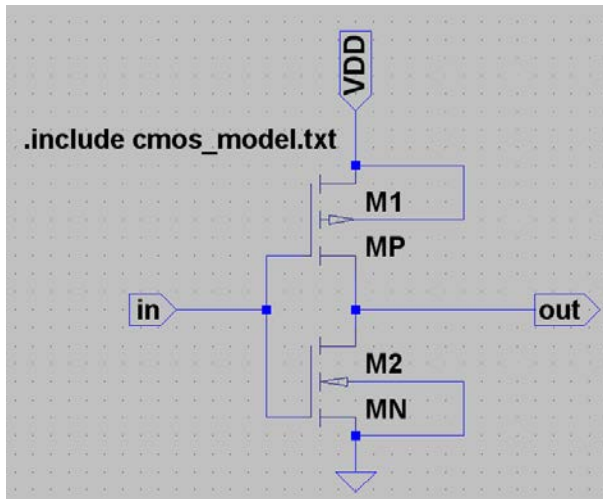
MP l=5u w=480u

Monolithic MOSFET - M2

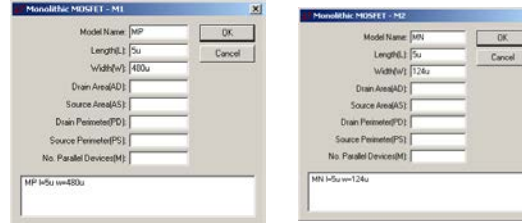
Model Name:	MN	OK
Length(L):	5u	Cancel
Width(w):	124u	
Drain Area(AD):		
Source Area(AS):		
Drain Perimeter(PD):		
Source Perimeter(PS):		
No. Parallel Devices(M):		

MN l=5u w=124u

(MOS-Old school)



Lägg filen `cmos_model.txt` i arbetsmappen. Den innehåller ”skalbara” modeller. Skriv direktivet: `.include cmos_model.txt`



• NMOS

Model Name: **MN**

Length (L): **5u**

Width (W): **124u**

• PMOS

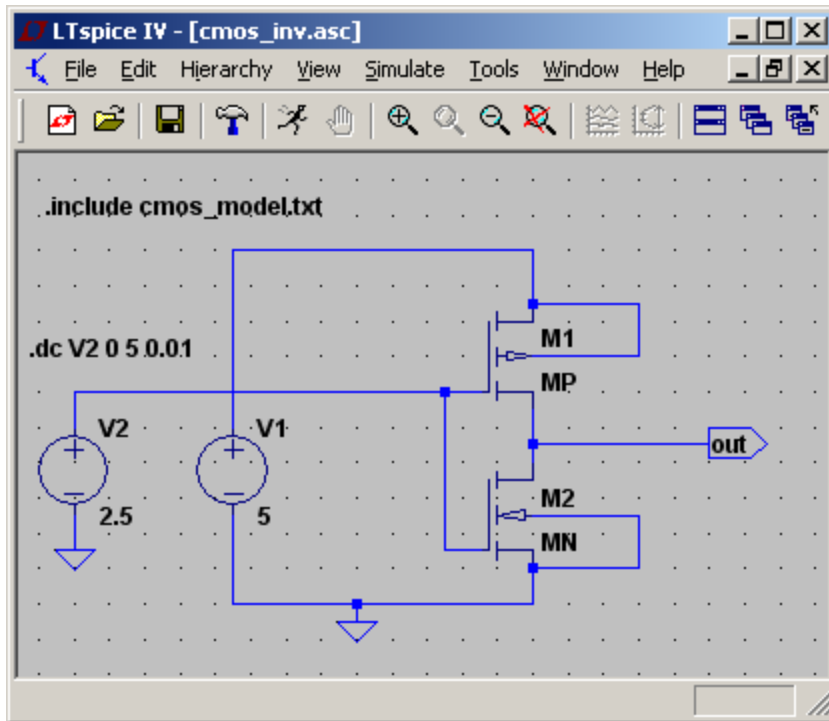
Model Name: **MP**

Length (L): **5u**

Width (W): **480u**

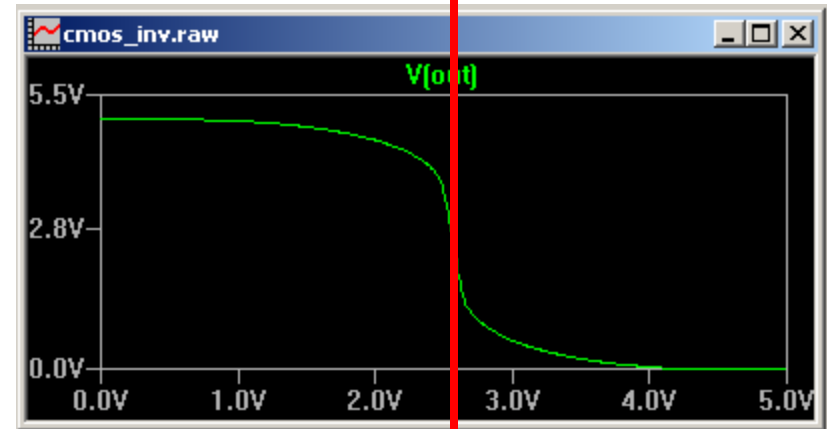
Med dessa val blir de två transistorerna jämnstarka!

(CMOS-inverteraren)



Simulera med dc-svep:

```
.dc V2 0 5 0.01
```

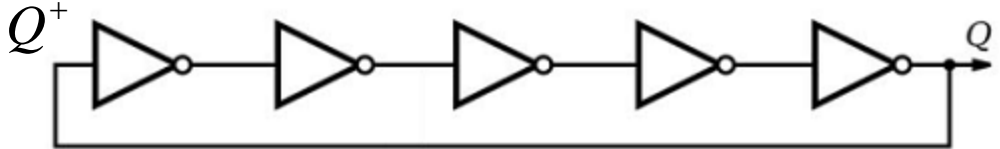
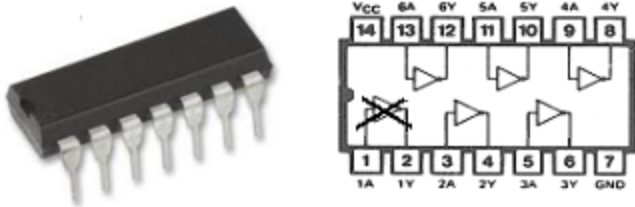


2,5 V

Jämnstarka transistorer ger omslag vid 2,5V.

*Tentatal i
DigDes!*

Ring-oscillator

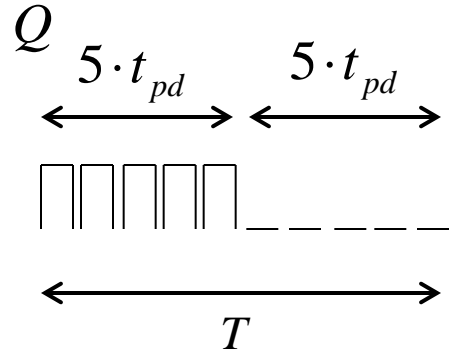
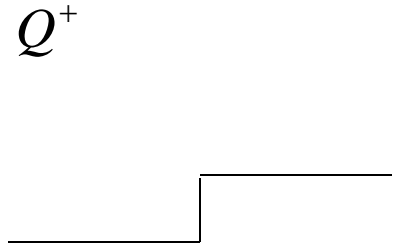


- En ringoscillator består av ett udda antal återkopplade inverterare.

$$Q^+ = f(Q)$$

Q	Q^+
0	1
1	0

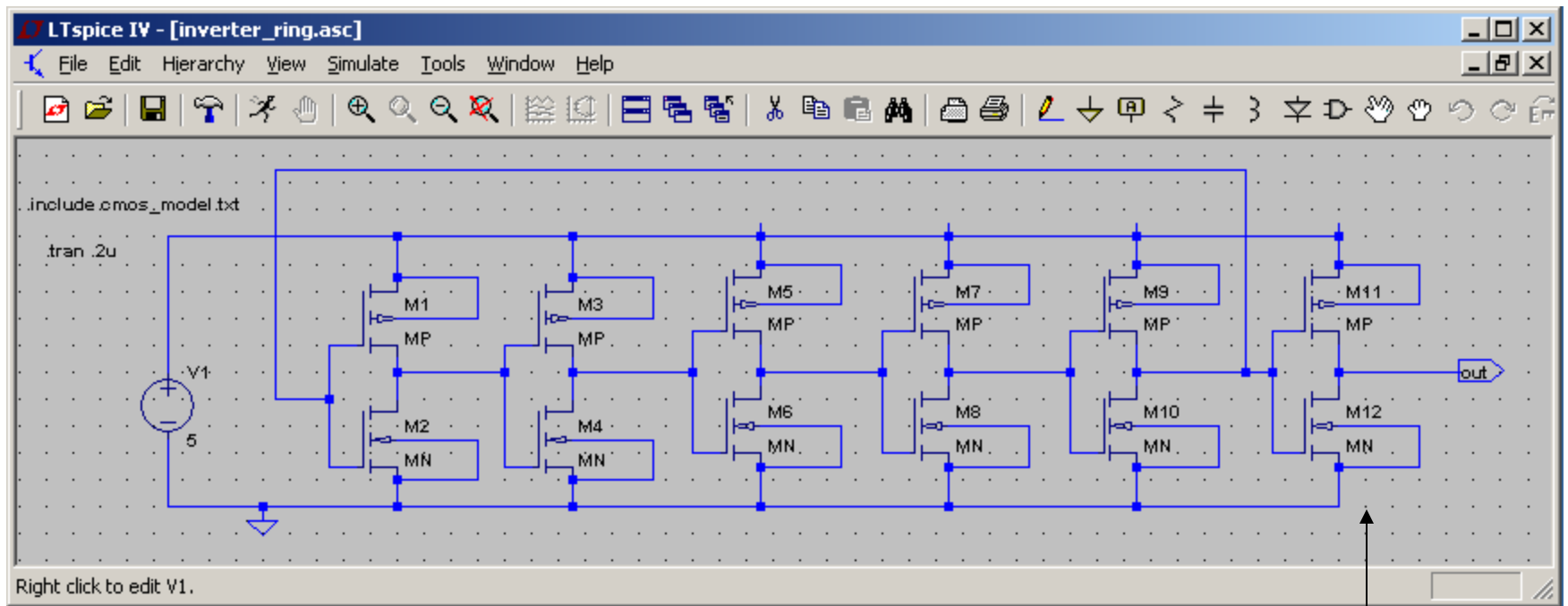
$$T = 2 \cdot 5 \cdot t_{pd} \quad f = \frac{1}{T}$$



Ring-oscillator



Kopiera inverteraren 5 ggr! (Vi har ett chip med 6 inverterare)



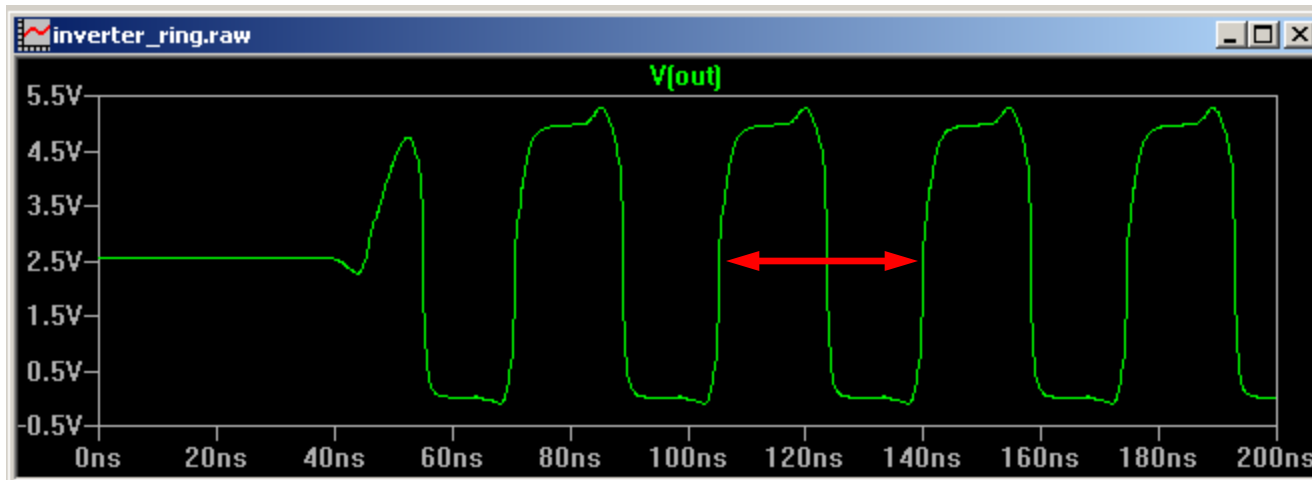
5 inverterare i "ring"

+ Buffer

Ring-oscillator



Simulera med: `.tran .2u`

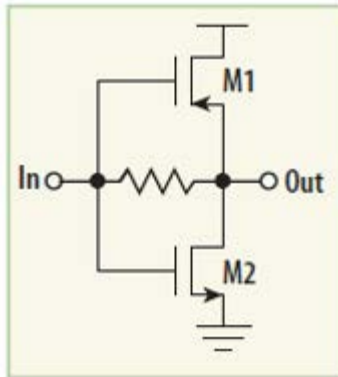


En inverterares
grindfördröjning: $t_{PD} = \frac{35}{5+5} = 3,5 \text{ ns}$

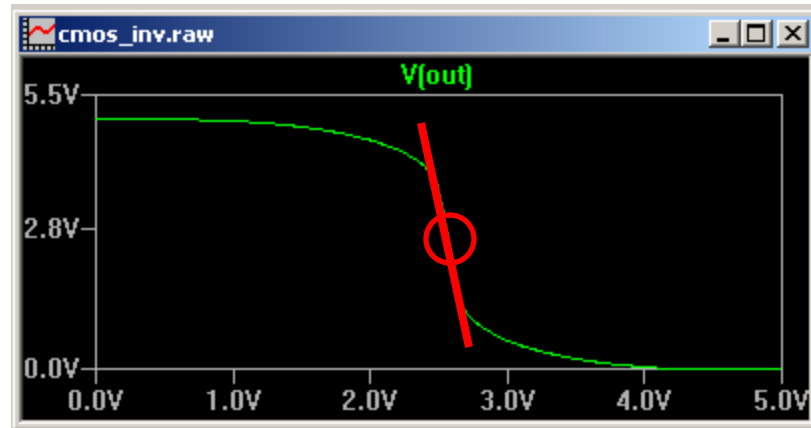
Ringoscillatorn kan användas för att indirekt mäta upp
grindfördröjningen i logikkretsar!

William Sandqvist william@kth.se

Förstärkare



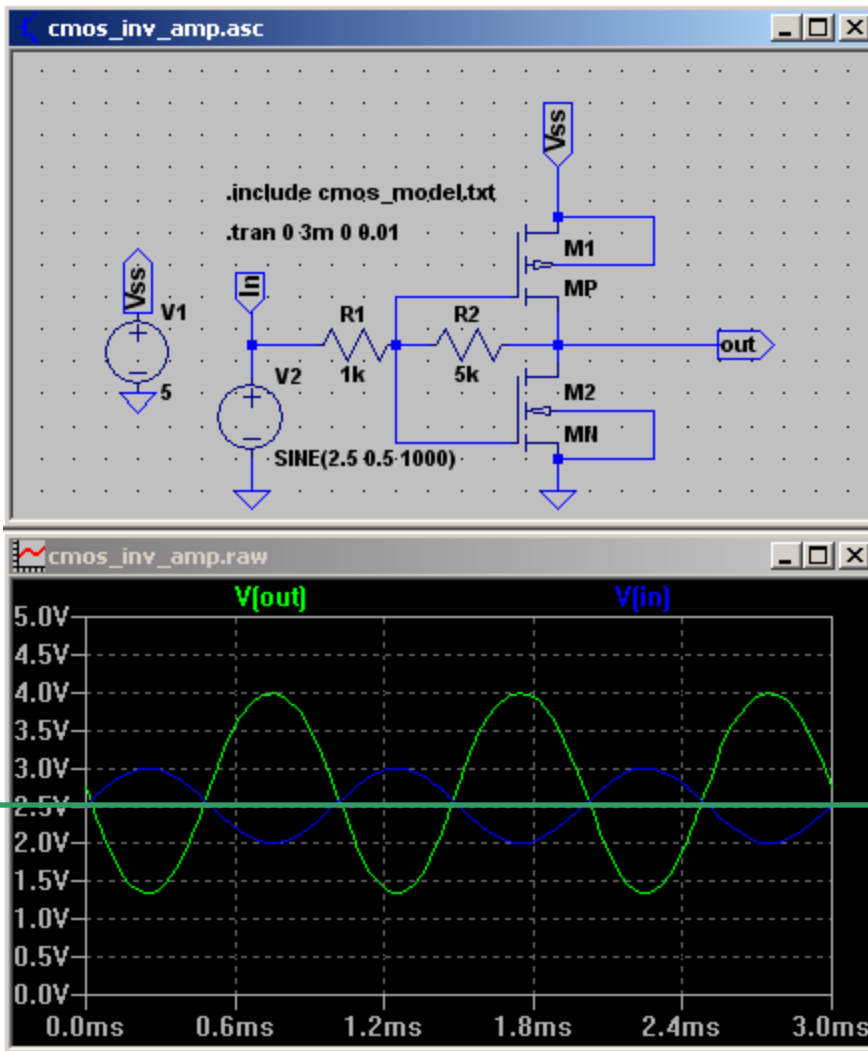
U_{ut}



U_{in}

Om man återkopplar utgången till ingången $U_{ut} = U_{in}$ på *en ensam inverterare* så hamnar spänningen mitt mellan "1" och "0". Kurvans lutning är brant, så en inspänningsändring förstärks kraftigt. En positiv inspänningsändring ger upphov till en förstärkt negativ utspänningsändring, så vi har 180° fasvridning.

Förstärkare



U_{in} : en 0,5 V (toppvärde) sinusspänning (kring 2,5V nivå)

U_{ut} : en 2,5 V (toppvärde) sinusspänning med motsatt tecken dvs. 180° fasvinkel.

Förstärkning 0,5:2,5 **1:5**

$R1 = 1k$ $R2 = 5k$

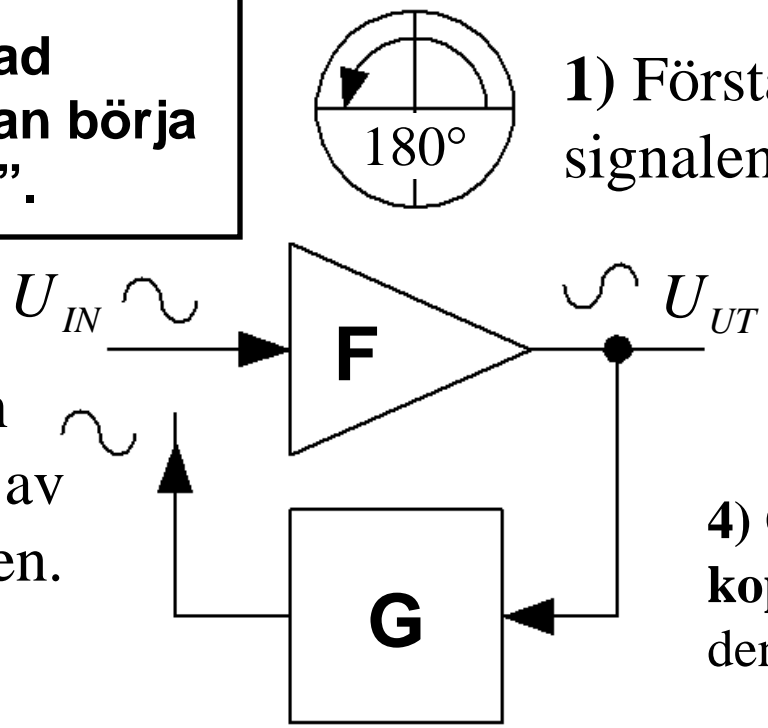
(rätt gissat, förstärkningen bestäms av $R2/R1$)

William Sandqvist william@kth.se

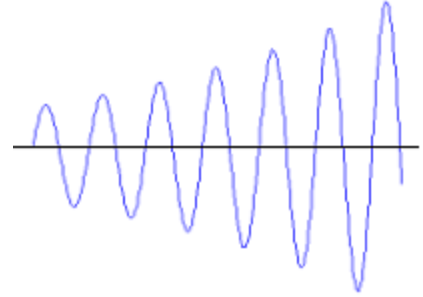
Kan en förstärkare bli en oscillator?

En återkopplad förstärkare kan börja "självsvänga".

3) Då får vi en extra "kopia" av ingångssignalen.



1) Förstärkaren fasvrider signalen 180° (= tvärtom)



4) Om vi nu har en **förstärkt kopia** så växer utsignalen tills den begränsas.

2) Om återkopplingsnätet fasvrider signalen -180° för någon frekvens

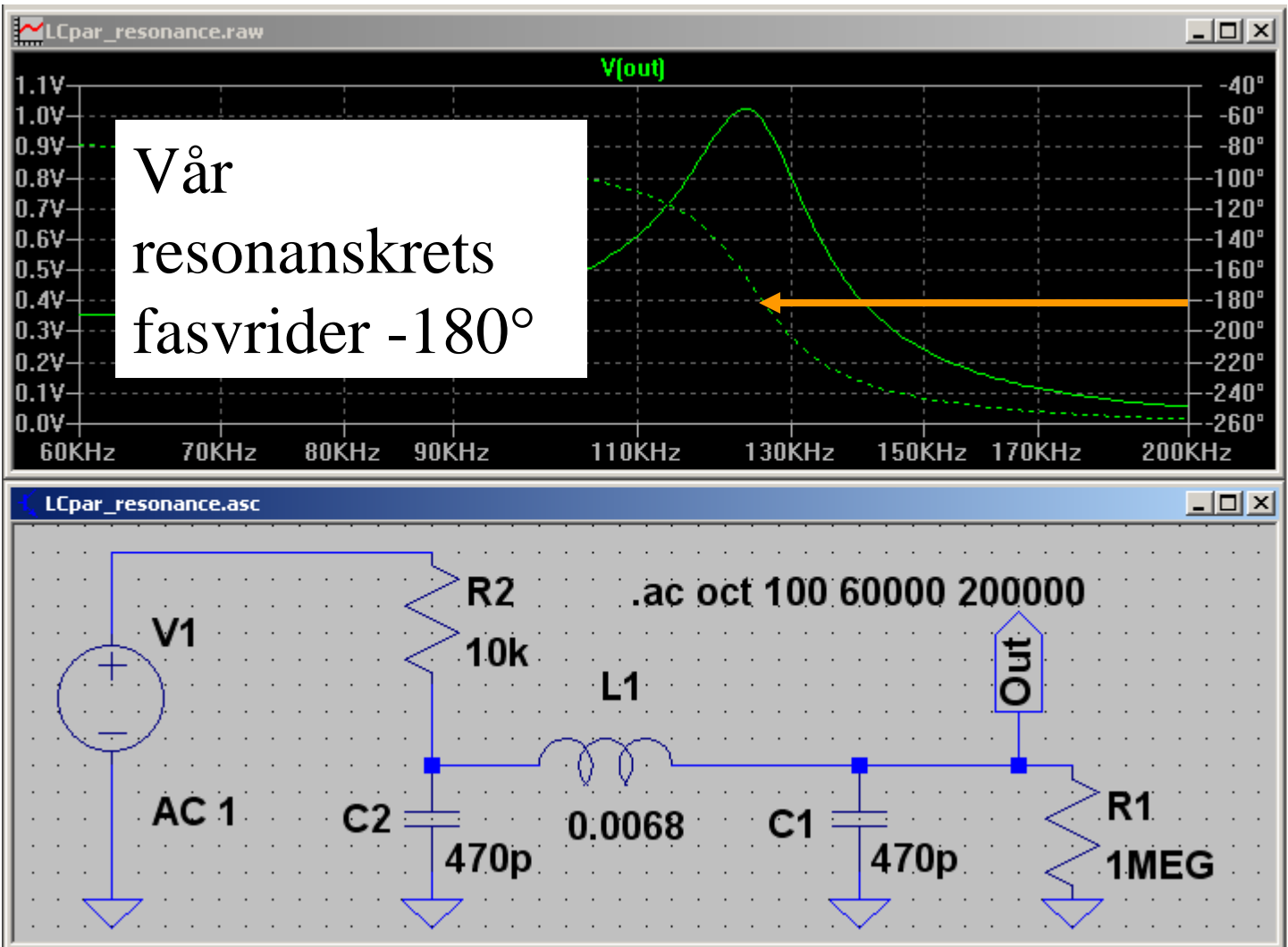
Kan en förstärkare bli en oscillator?

Om den totala fasvridningen för blocken F och G är 0° för någon frekvens, och det samtidigt finns en netto-förstärkning (>1) för den frekvensen – då självsvänger förstärkaren med den frekvensen!

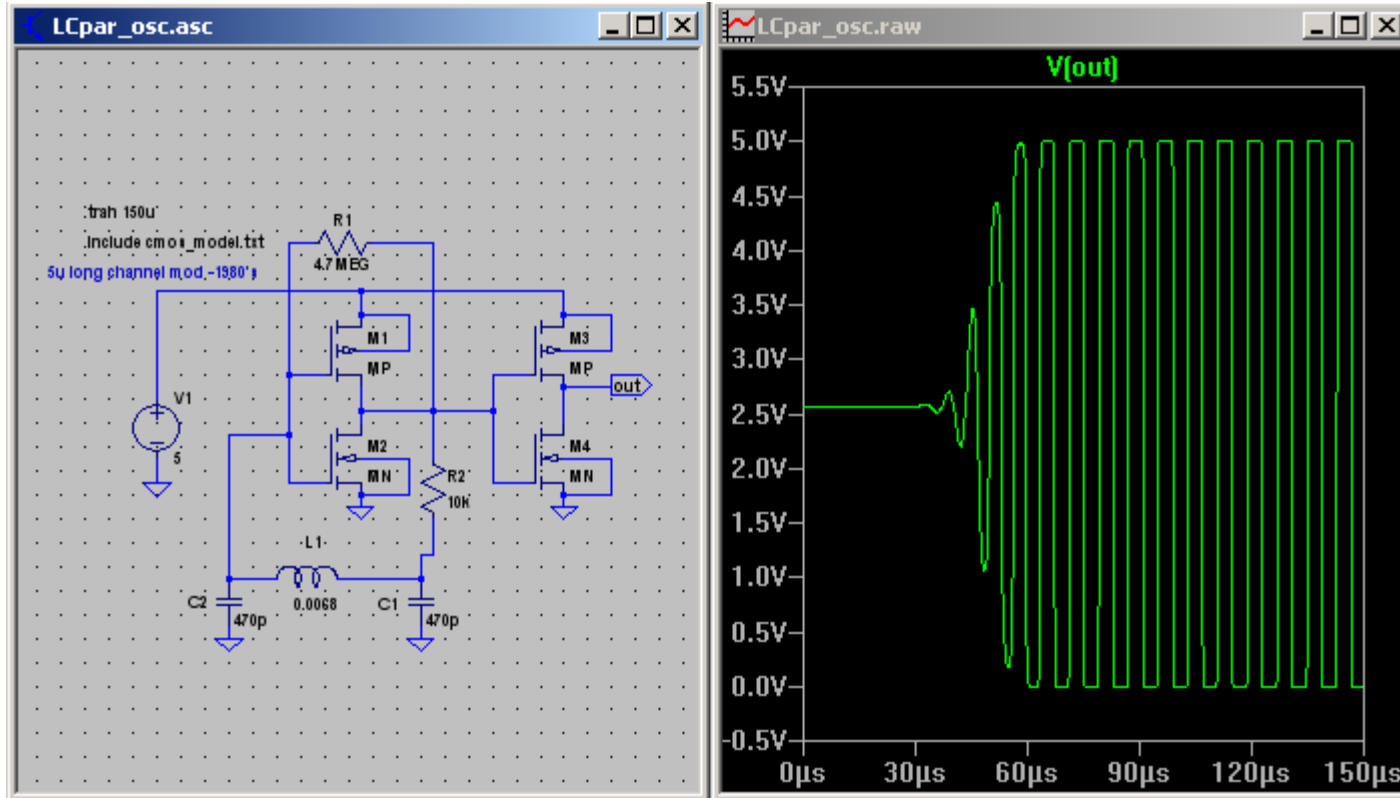


Harry Nyquist

Detta är det så kallade
Nyquistkriteriet för stabilitet!

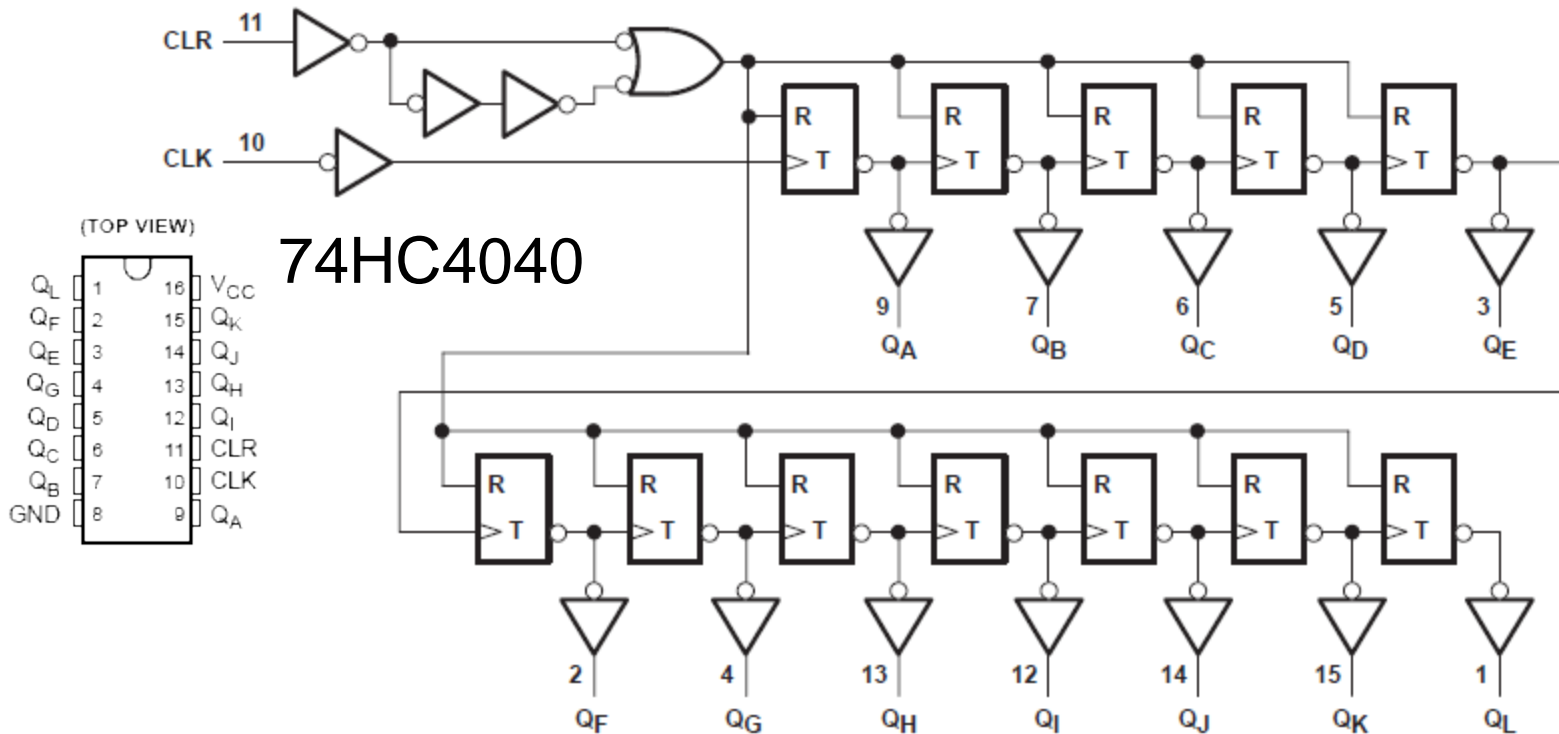


Oscillator



Oscillatorm vid laborationen. En inverterare återkopplad med resonansfiltret. En extra inverterare gör utsignalen digital.

En räknarkrets



Vid laborationen använder vi en billig räknarkrets.

Oscillatorfrekvensen kan delas ned med upp till 12 steg – till en hörbar signal. (Du har hört om kretsen i DigitalDesign-kursen).

William Sandqvist william@kth.se