

Elektriska kretsar och fält

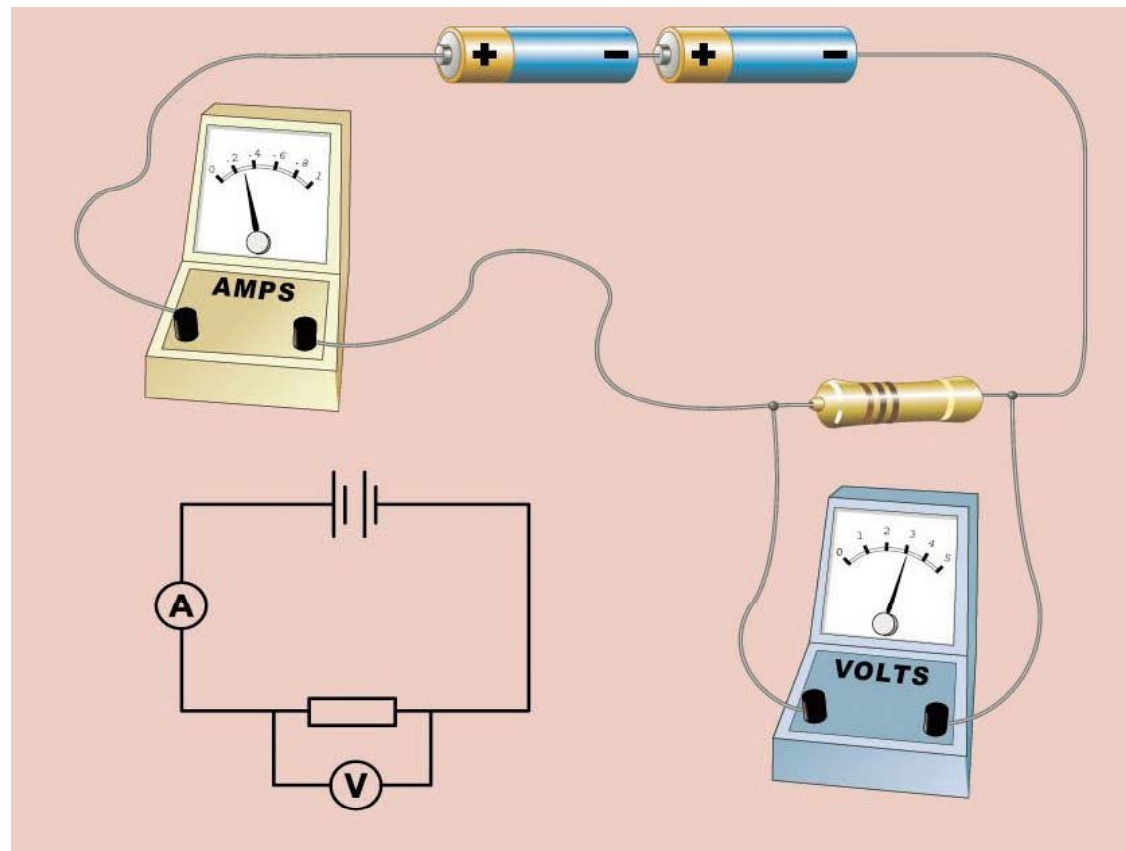
–

några exempel på tillämpningar

Professor Per Larsson-Edefors
VLSI Research Group
Chalmers tekniska högskola
perla@chalmers.se



Ström och spänning – grunden för elektroniksystem



Föreläsningsöversikt

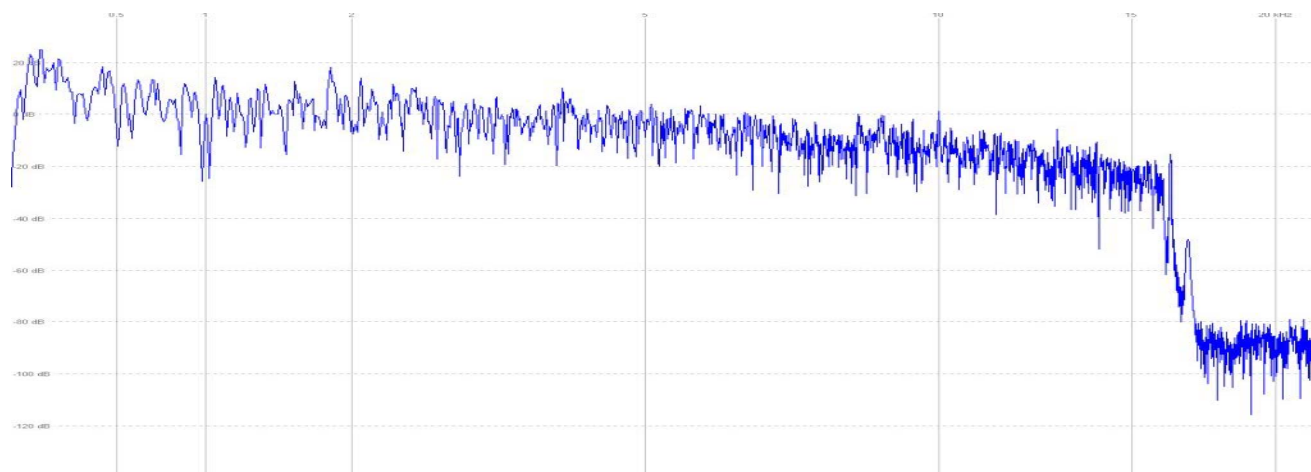
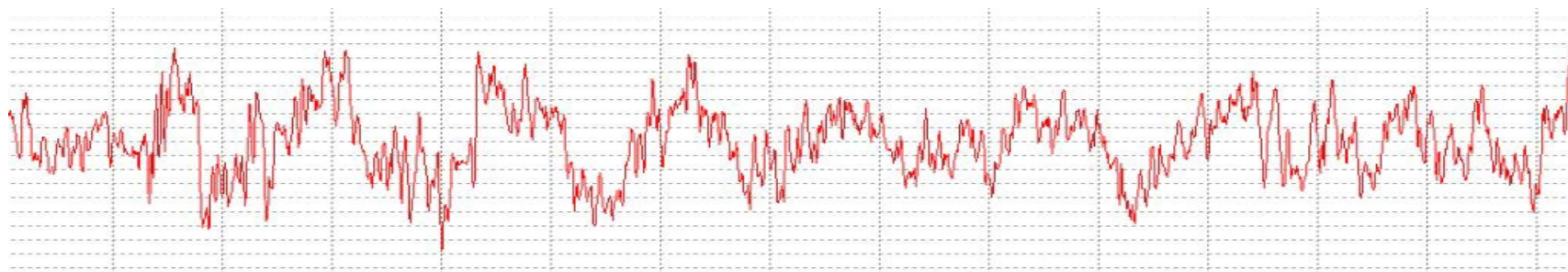
- Samkonstruktion mjuk- och hårdvara.
 - Tid och frekvens.
- Radioteknik.
 - Linjär förstärkning.
- Nätanalys – alla elektronikersystems moder.



Samkonstruktion hårdvara / mjukvara

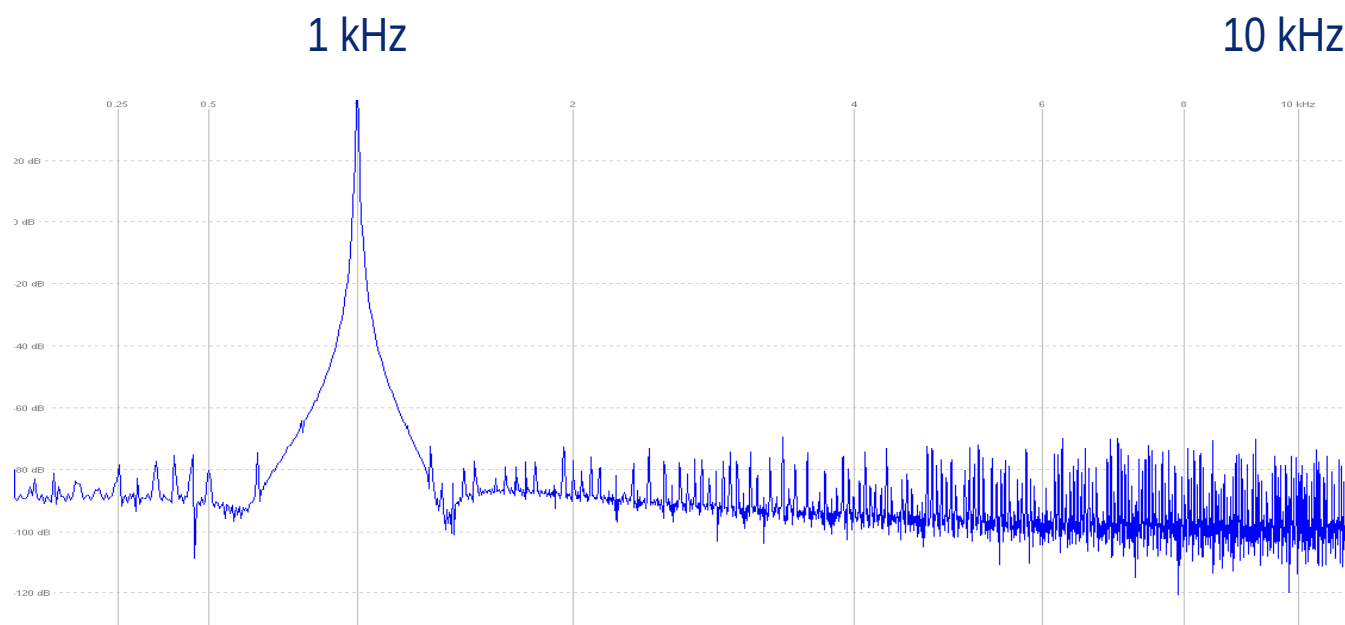


MP3; tids- och frekvensdomän



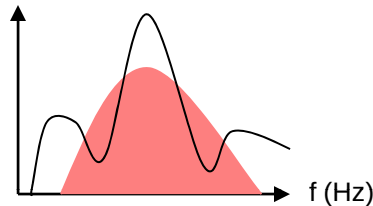
Sinusvåg vid 1 kHz

Frekvensspektrum

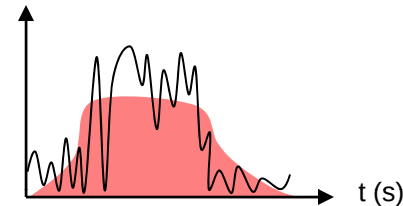


MP3-komprimering

- Komprimeringen är baserad på hur örat hör ...

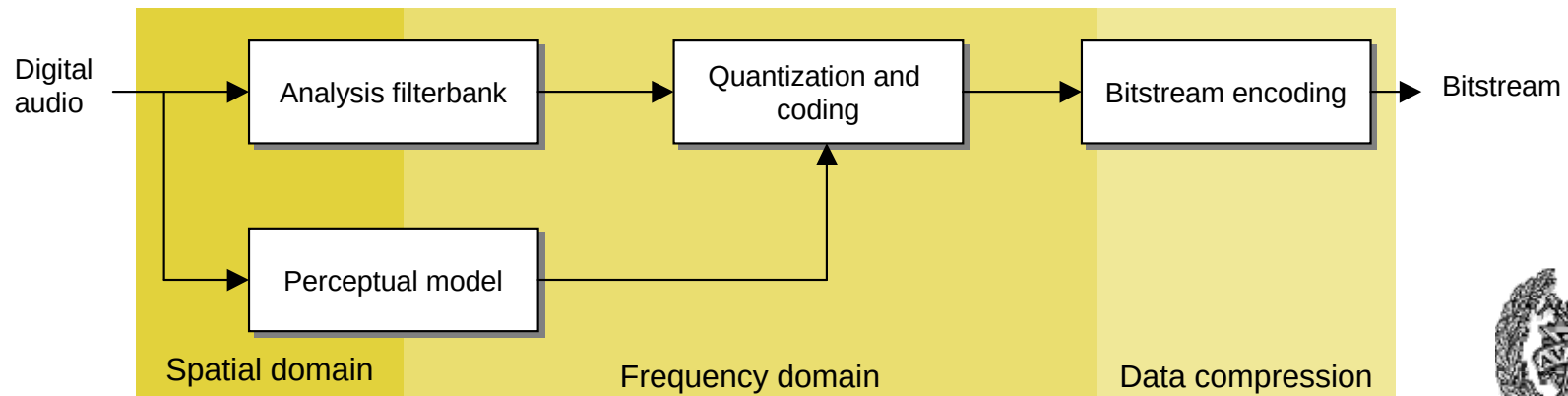


I frekvensdomänen ...

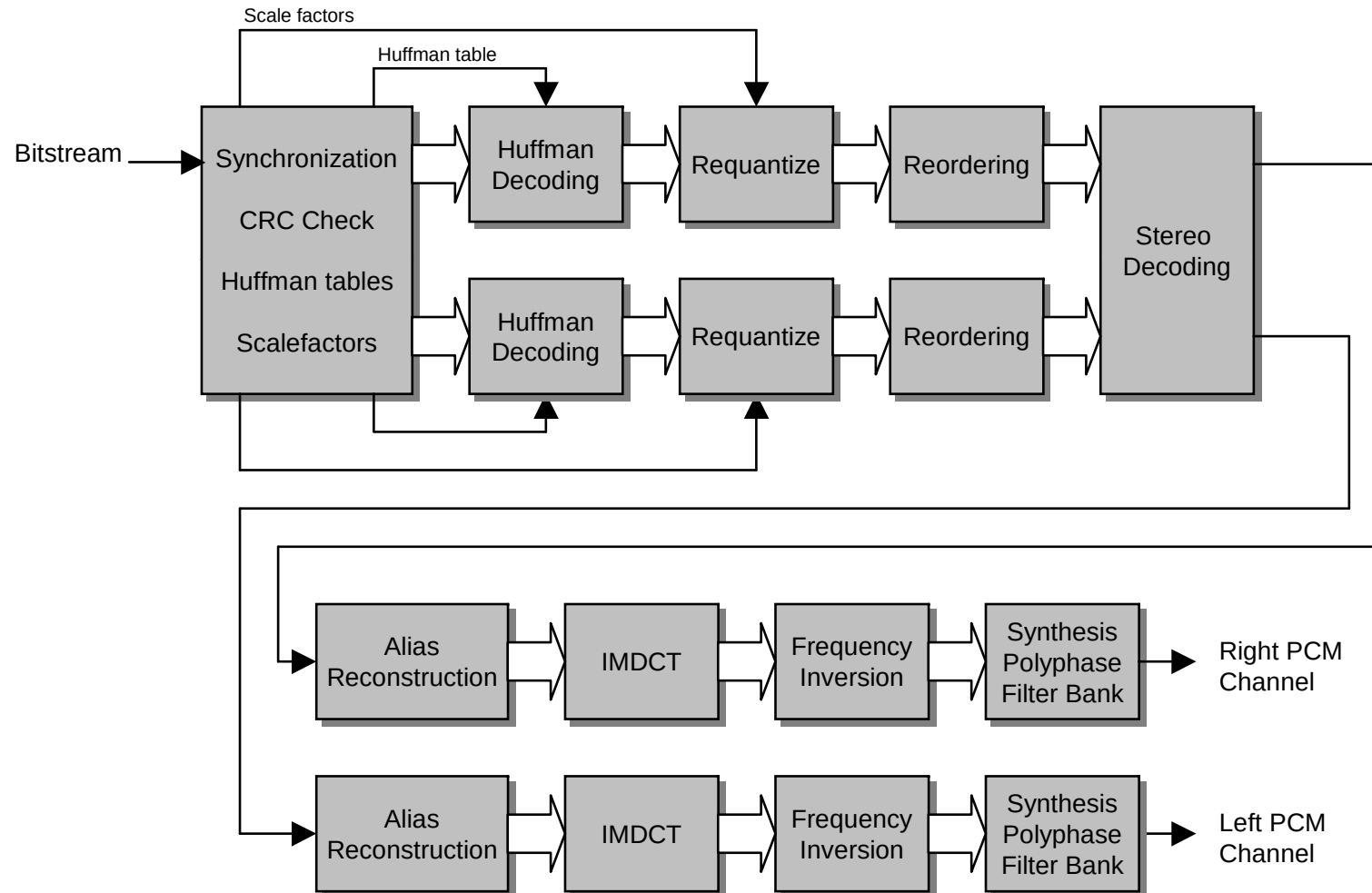


men också i tidsdomänen

- Sedan följer förlustfri komprimering av Huffman-typ

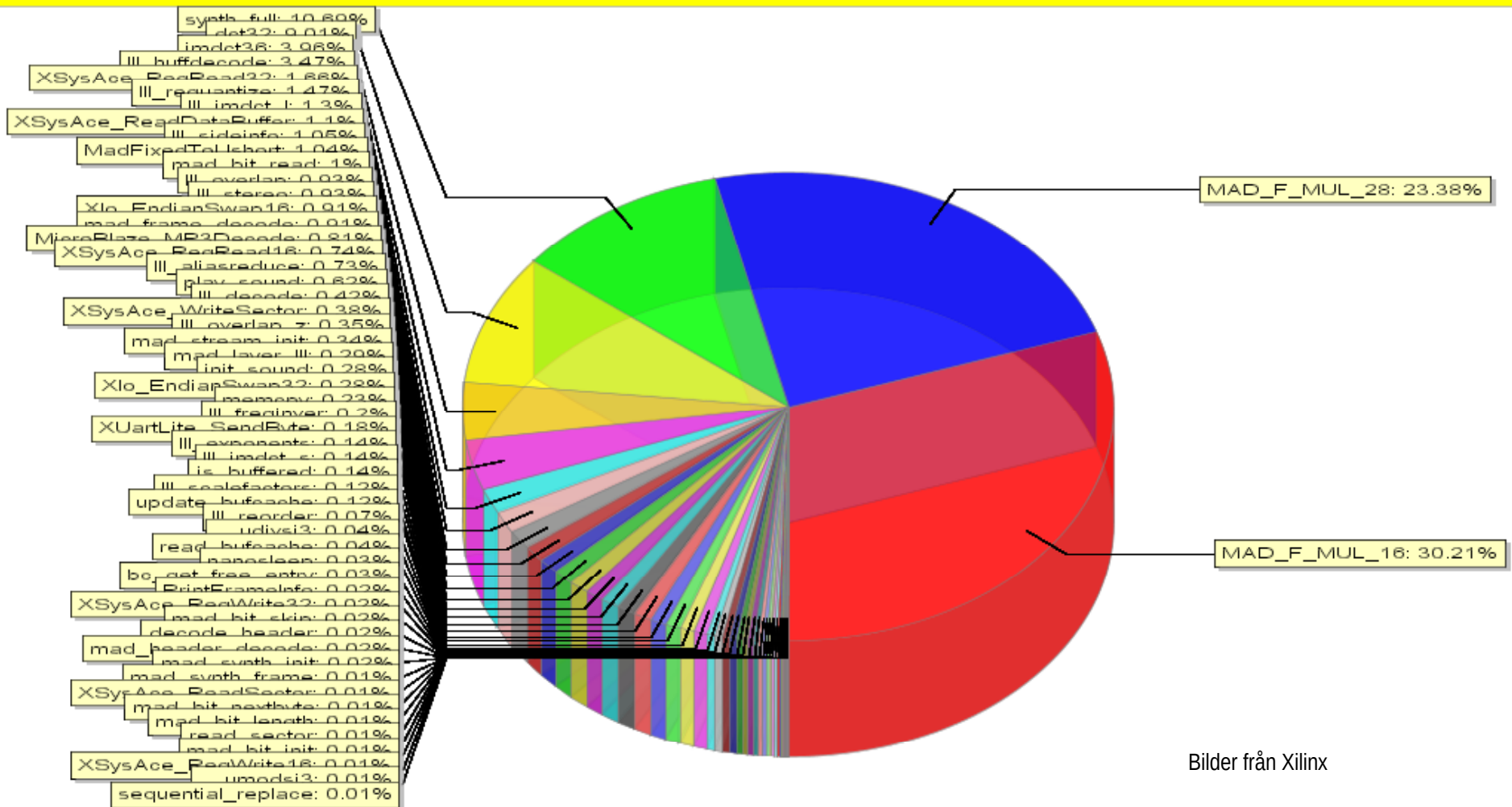


MP3-avkodning (spelare)



Mjukvaru-MP3 på FPGA

Percentage of Time



Bilder från Xilinx

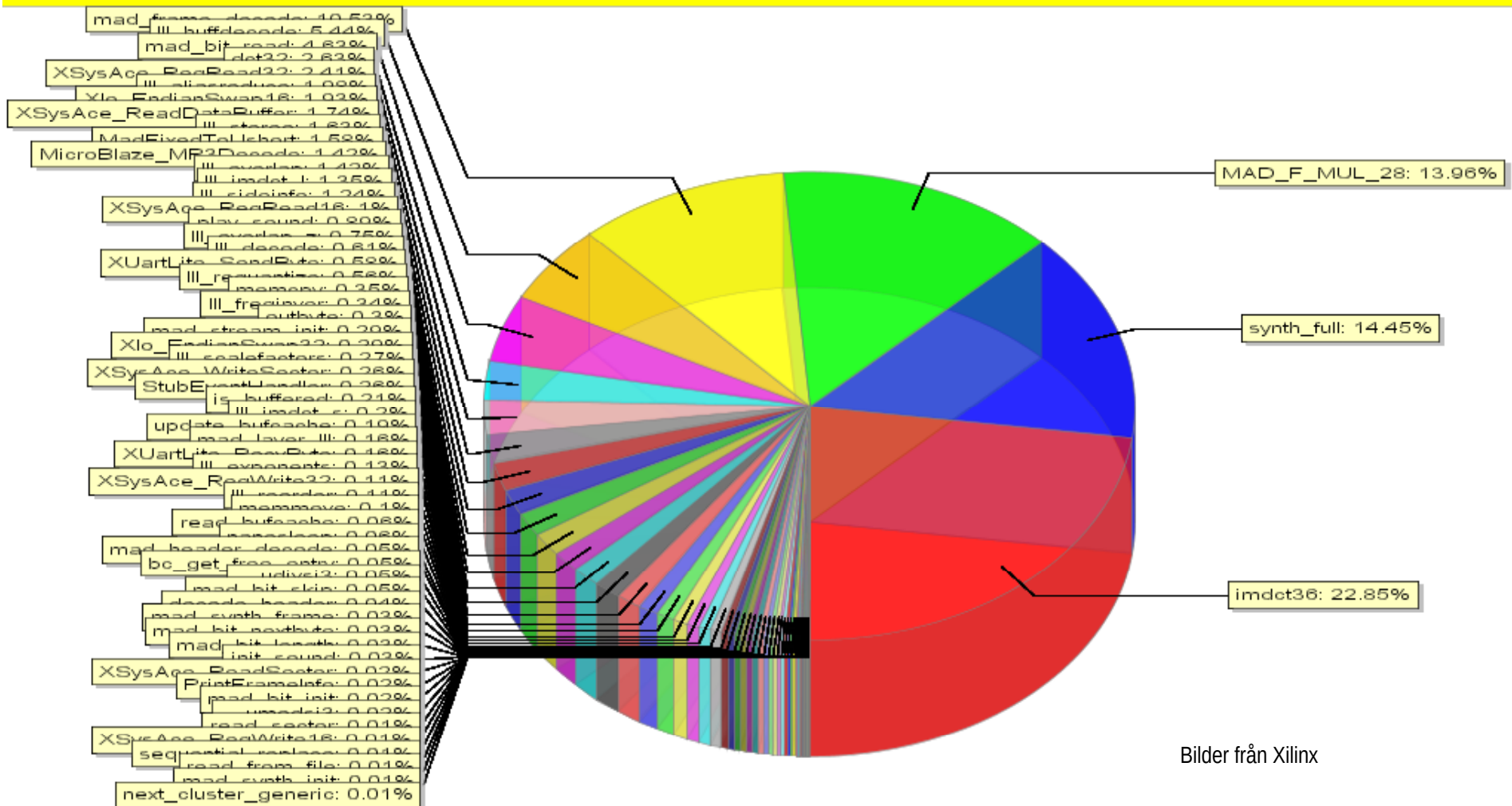
Allt i mjukvara?

Time Taken (%)	Function Name	Total Time (seconds)	Self Time (seconds)	Number of Calls
30.21	MAD_F_MUL_16	49.53	49.53	41731200
23.38	MAD_F_MUL_28	87.88	38.34	161335830
10.69	synth_full	105.40	17.52	1150
9.01	dct32	120.18	14.78	82800
3.96	imdct36	126.68	6.50	100665
3.47	III_huffdecode	132.37	5.70	4600
1.66	XSysAce_RegRead32	135.10	2.73	
1.47	III_requantize	137.50	2.40	142413
1.30	III_imdct_I	139.63	2.12	100665
1.10	XSysAce_ReadDataBuffer	141.43	1.81	
1.05	III_sideinfo	143.15	1.71	1150
1.04	MadFixedToUshort	144.86	1.71	2649600
1.00	mad_bit_read	146.50	1.64	489234
0.93	III_overlap	148.04	1.53	105199
0.93	III_stereo	149.55	1.52	2300
0.91	XIo_EndianSwap16	151.05	1.50	
0.91	mad_frame_decode	152.54	1.49	1528
0.81	MicroBlaze_MP3Decode	153.86	1.32	1
0.74	XSysAce_RegRead16	155.08	1.22	
0.73	III_aliasreduce	156.28	1.20	4398
0.62	play_sound	157.29	1.01	2649600
0.42	III_decode	157.98	0.69	1150
0.38	XSysAce_WriteSector	158.61	0.63	
0.35	III_overlap_z	159.18	0.57	42001
0.34	mad_stream_init	159.73	0.55	1
0.29	mad_layer_III	160.21	0.48	1150
0.28	init_sound	160.67	0.46	1
0.28	XIo_EndianSwap32	161.12	0.45	
0.23	memcpy	161.50	0.38	
0.20	III_freqinver	161.83	0.33	73600
0.18	XUartLite_SendByte	162.13	0.30	

Bilder från Xilinx

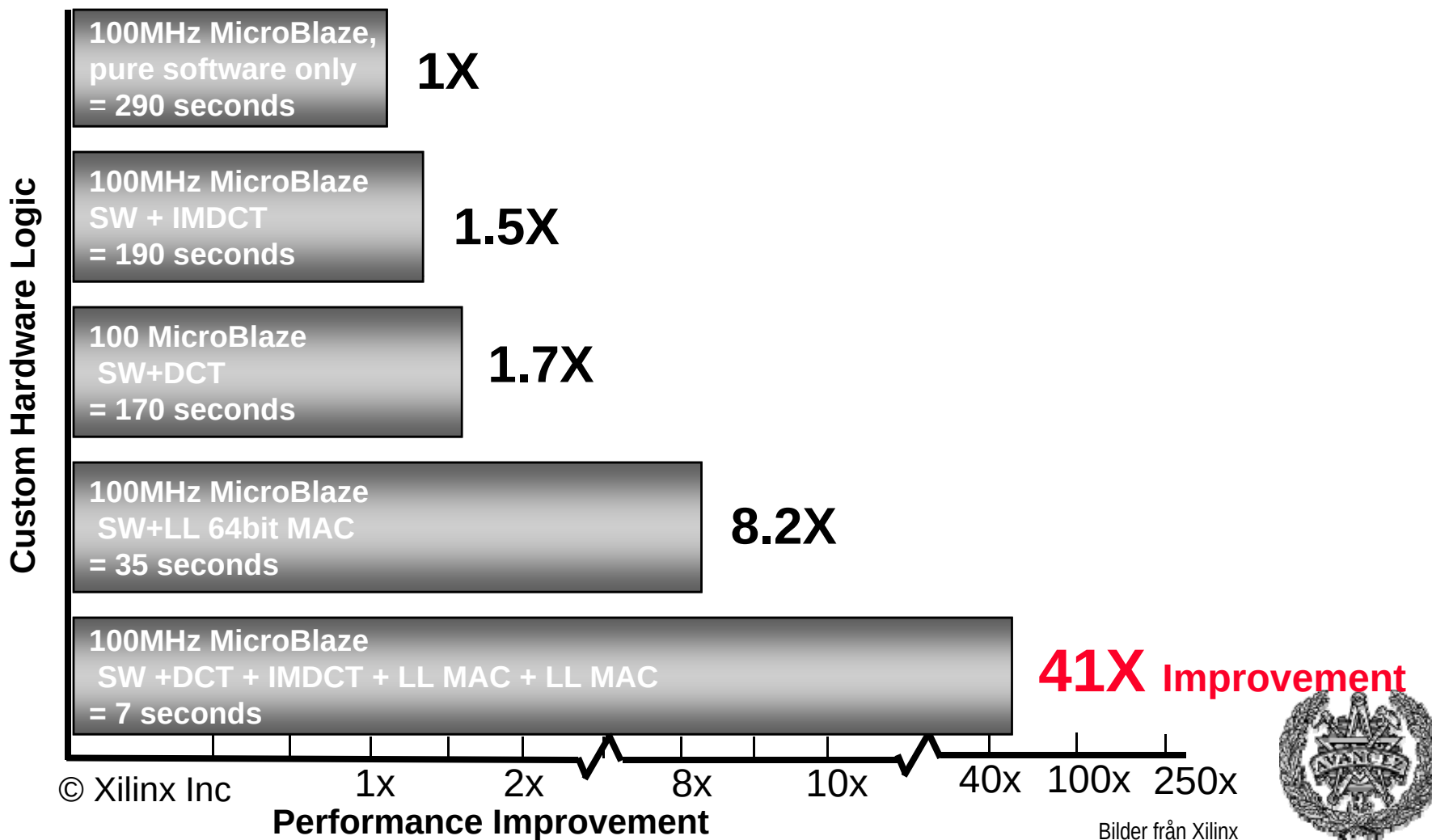
MULT + DCT som hårdvara

Percentage of Time

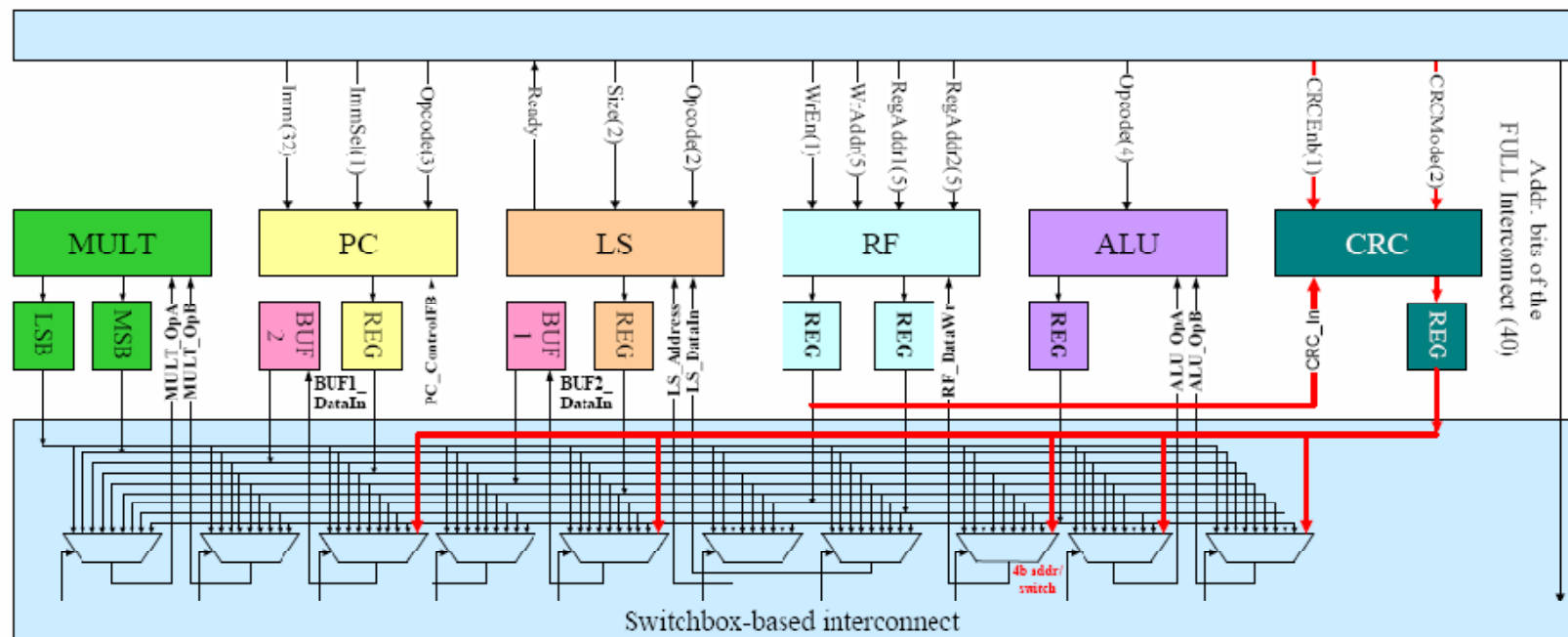


Bilder från Xilinx

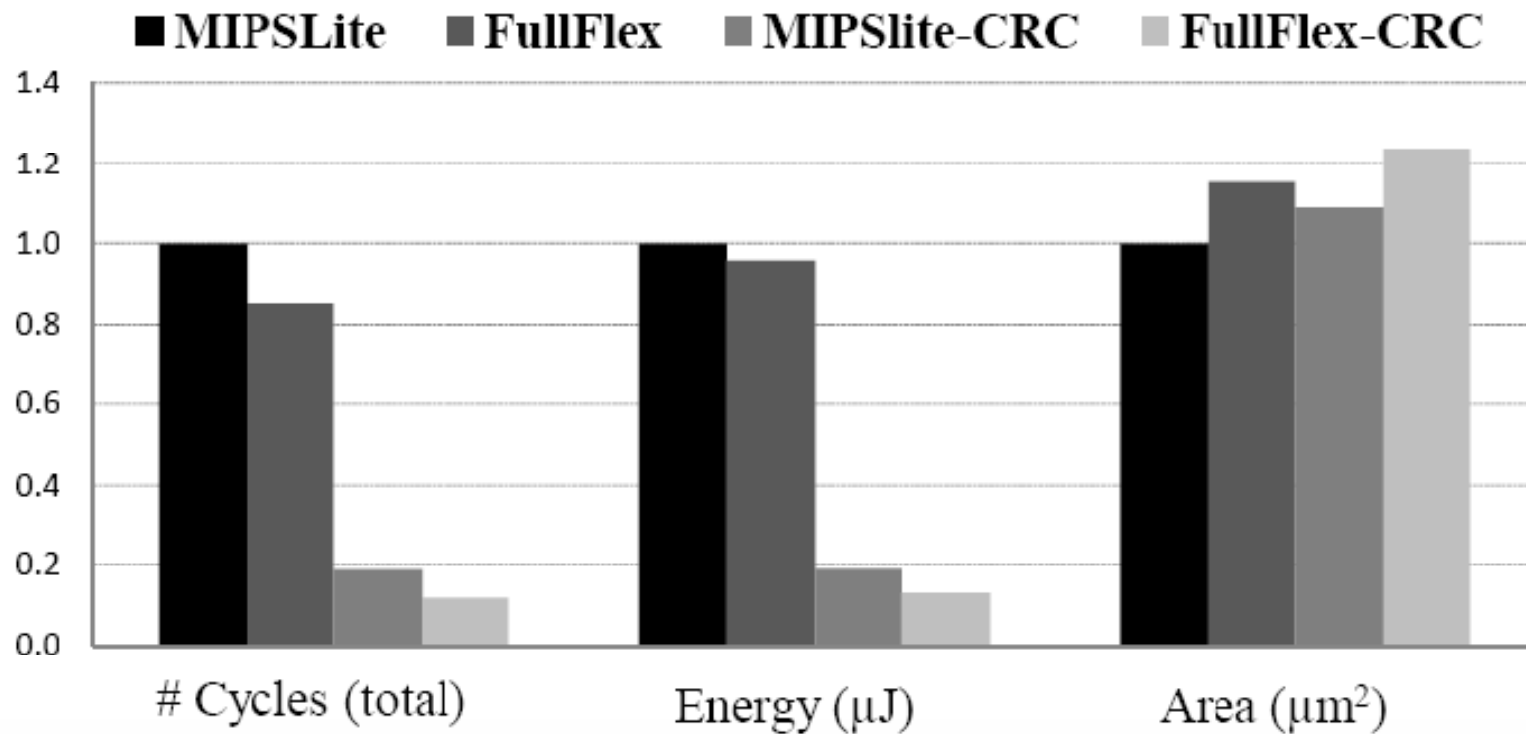
Olika grader av acceleration



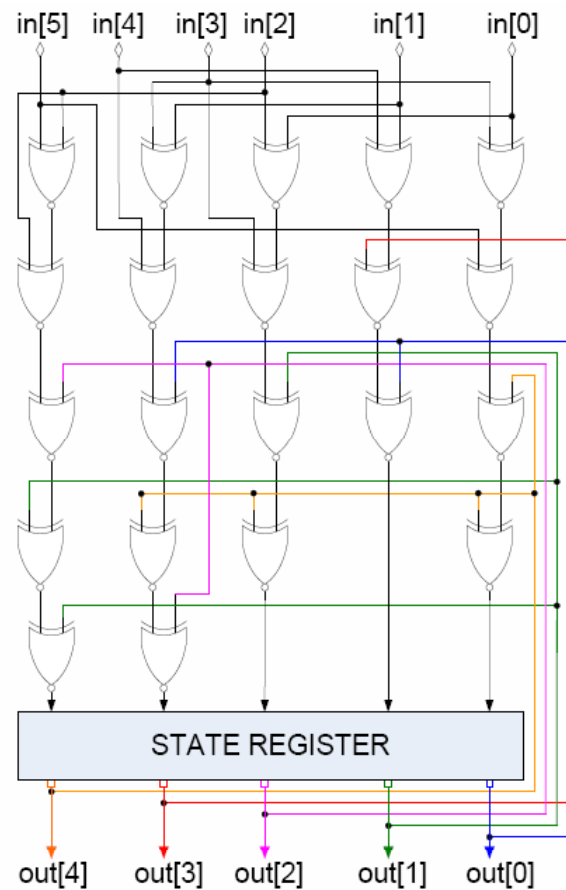
Accelerator för skräddarsydd, inbyggd processor



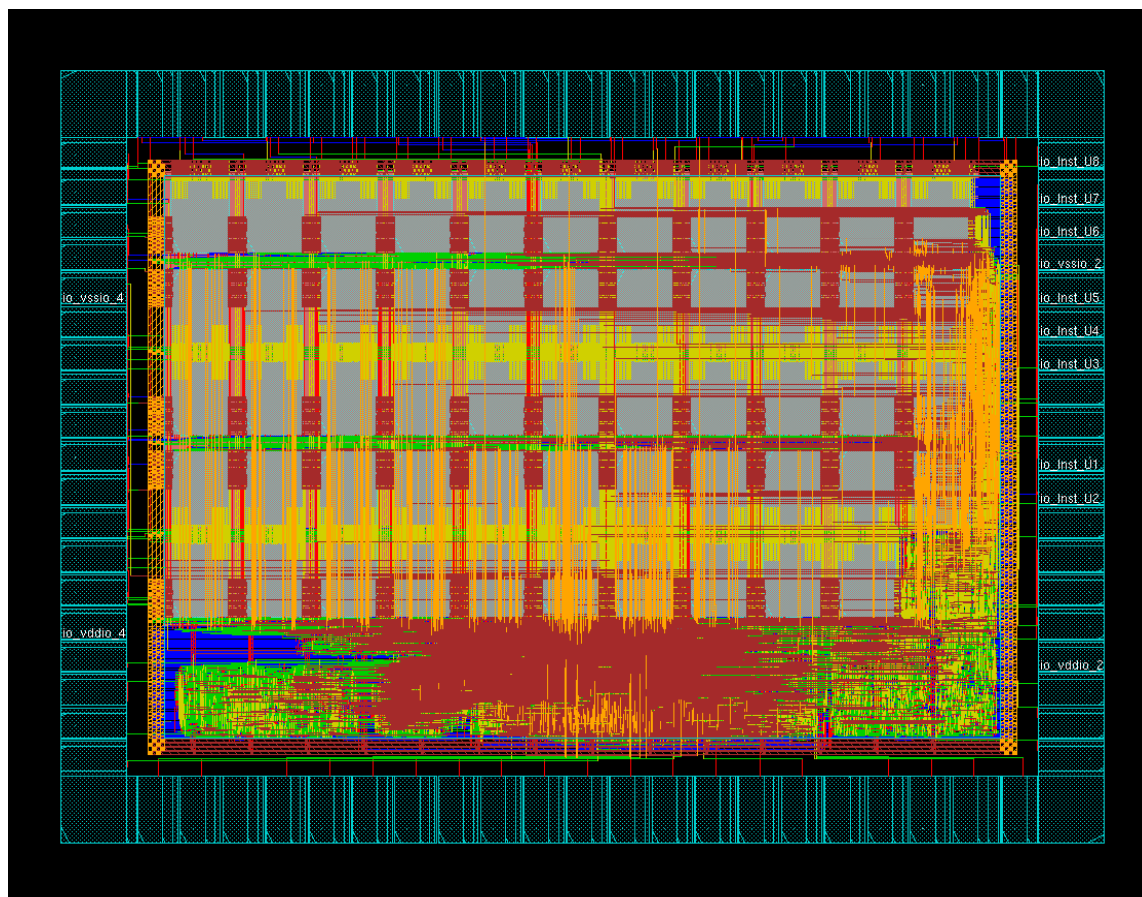
Dedicerad hårdvara kan ge effektivare beräkning



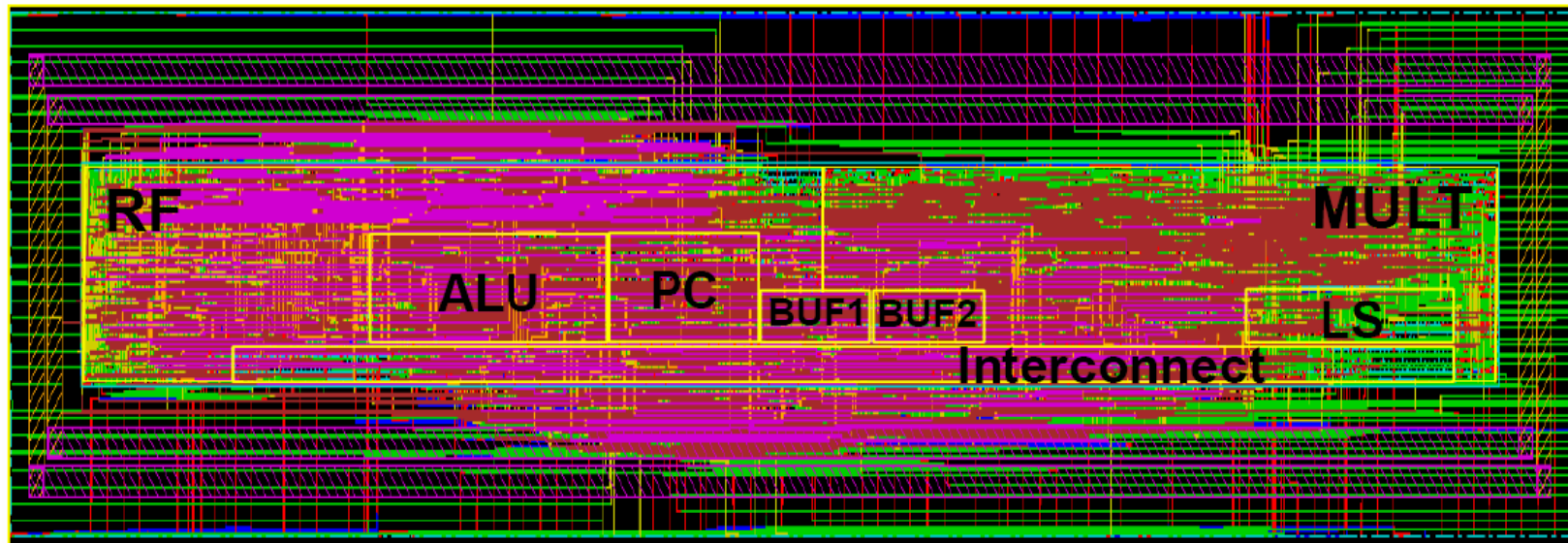
Accelerator: CRC-krets



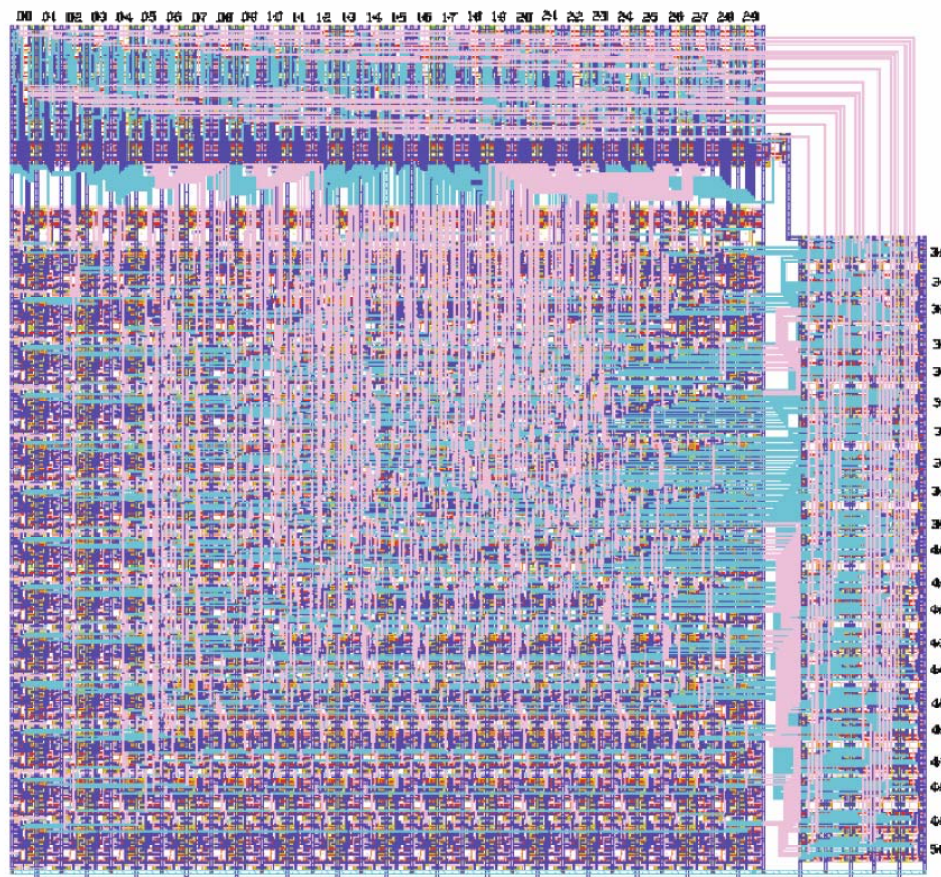
Layout av FlexCoreprocessor



Layout av dataväg

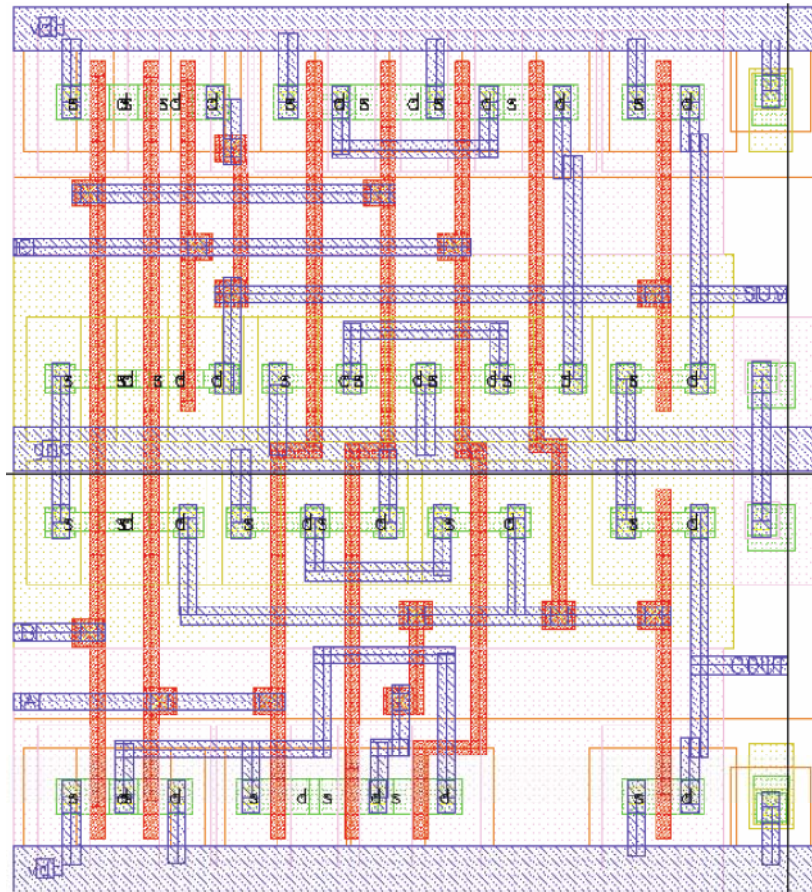


Layout multiplikator [Dig_o_Dat]



Kretslayout heladderare

(för transistorokrets, kolla Dig_o_Dat)



Elektroniksystem

- Effektiva elektroniksystem kräver ...
 - samverkan mellan mjukvara och hårdvara.
 - smarta kretsar.



Radioteknik



Radio på nära håll



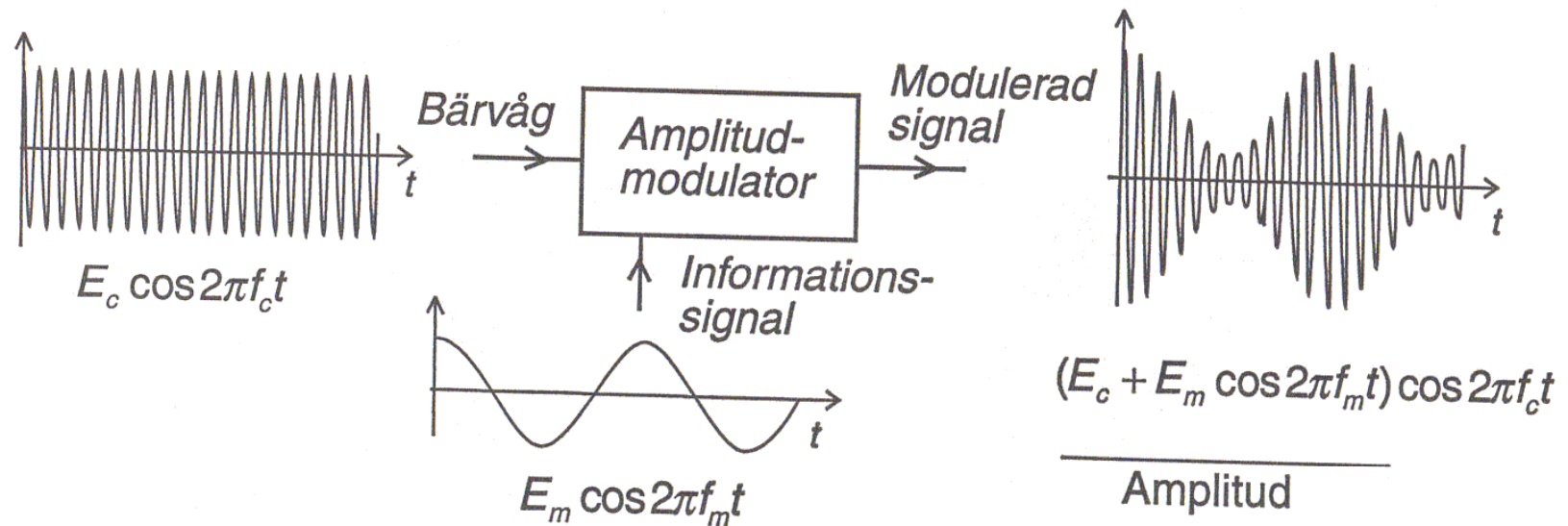
Grimetons LW-sändare från 1924,
UNESCO världsarv 2004!

- ◆ 16,7 kHz = 18.000 m våglängd
- ◆ 200 kW sändareffekt
- ◆ 6 stycken 130 m höga torn
- ◆ Öppet vatten till New York

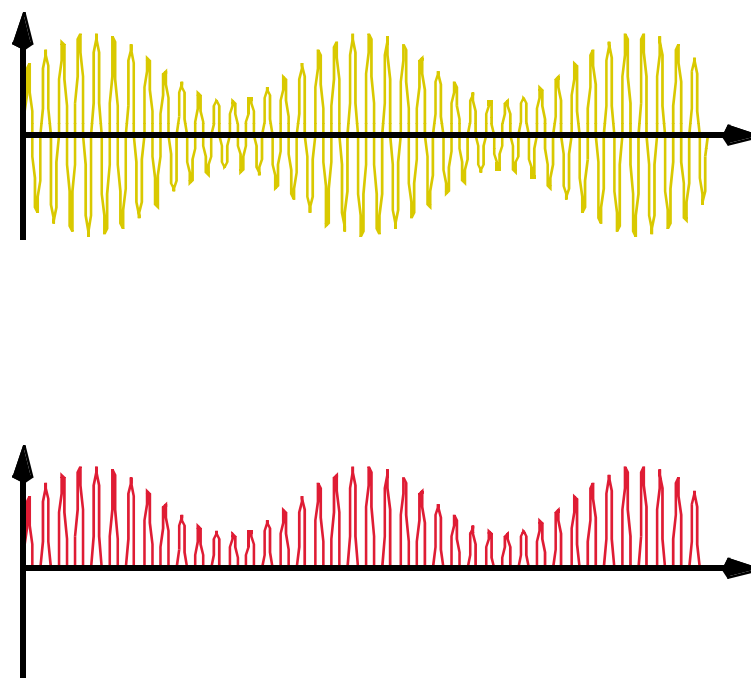
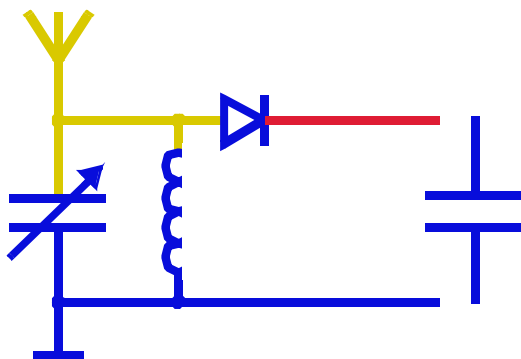


AM-radio

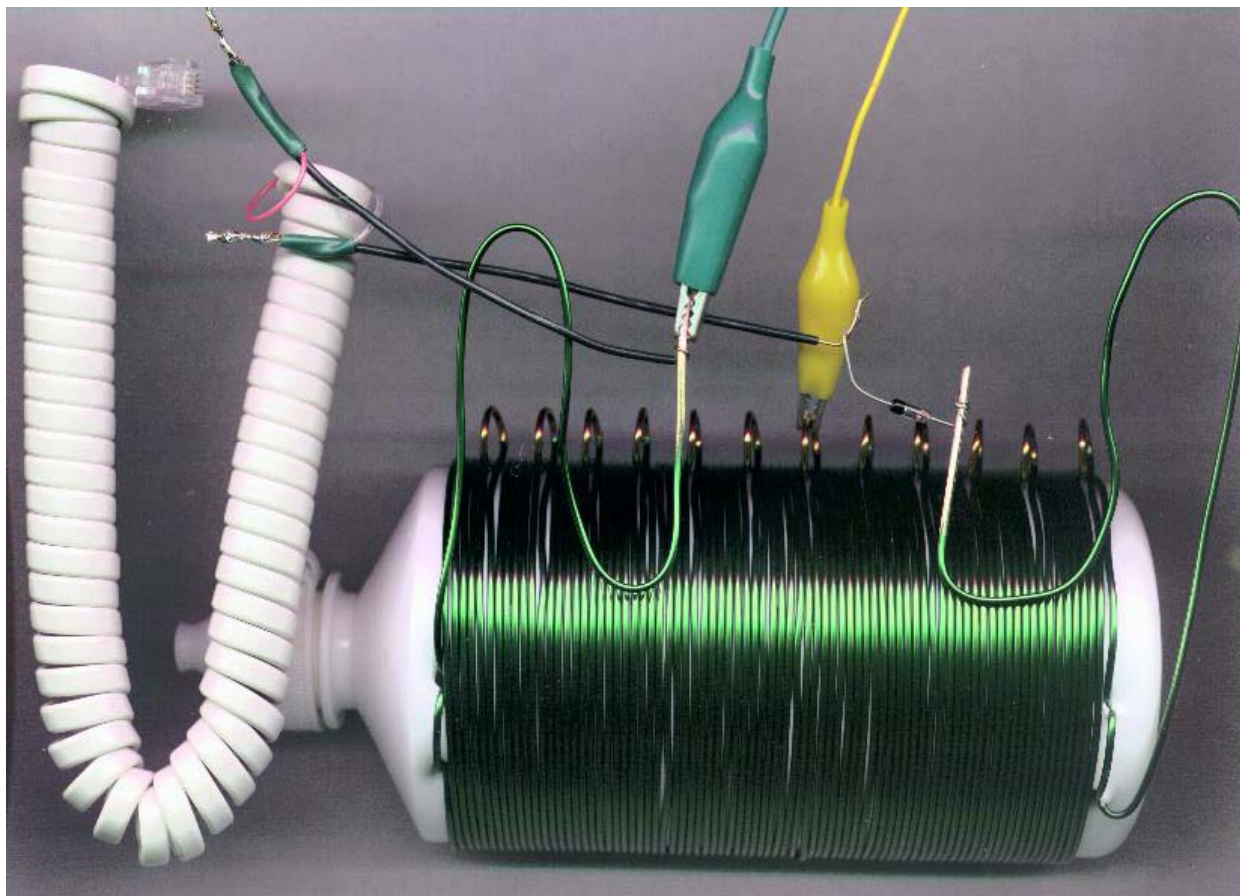
(lång/ mellan/ kortvåg)



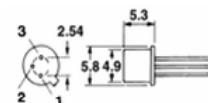
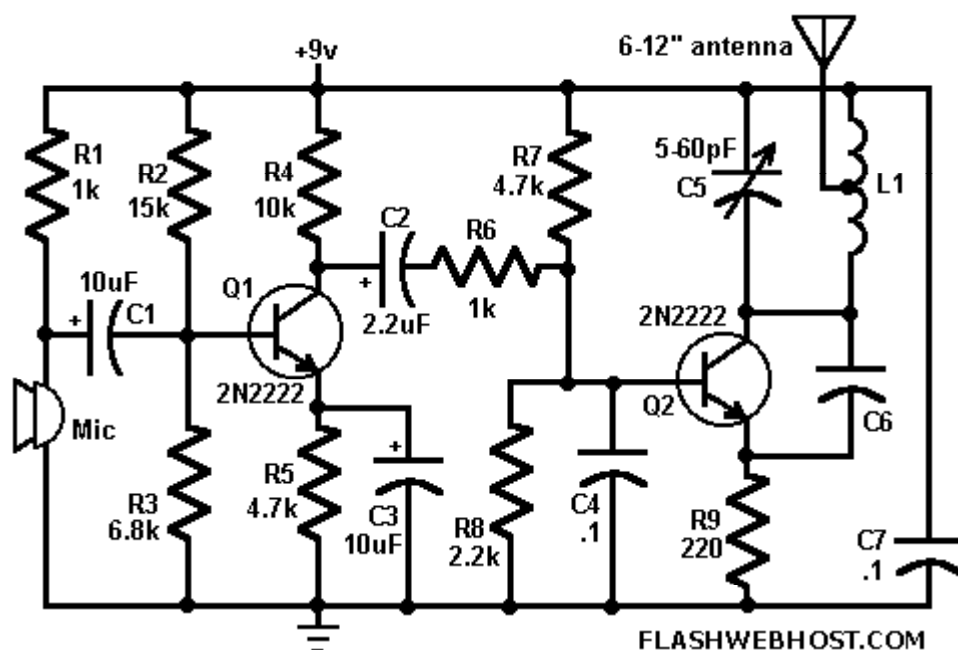
Kristallmottagaren



”Hushålls”radion



Hobbyistens FM-sändare



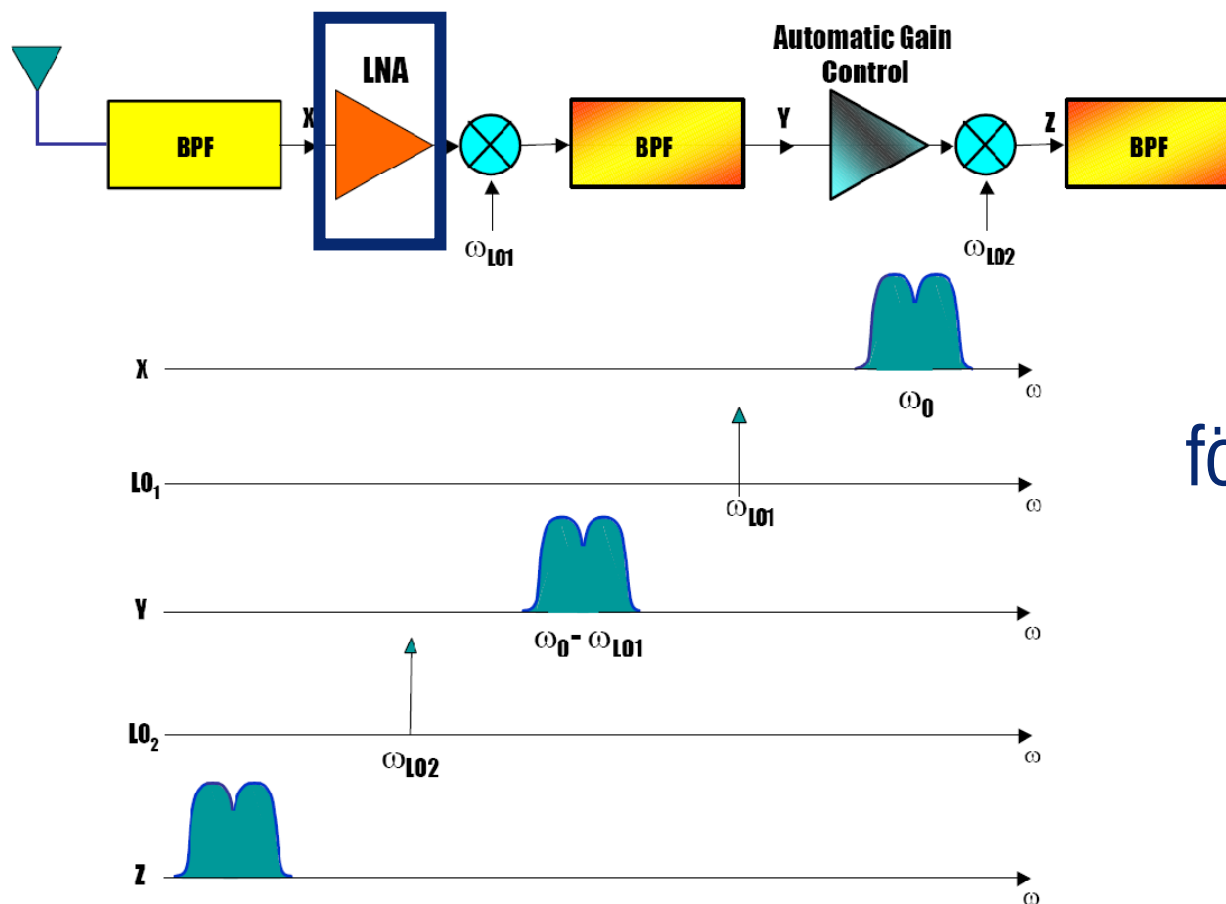
TO18
Sedd
underifrån

TO18		Artikel-		Pris per styck			
	Typ/Fabr	nummer		1-	25-	100-	Pol
1	Köp! BC107B/STM	71-135-82	i d	9.99	8.09	4.67	NPN
1	Köp! BC177B/STM	71-135-90	i d RoHS	13.30	9.80	7.42	PNP
1	Köp! 2N2222/STM	71-003-16	i d RoHS	16.20	10.90	6.09	NPN

Ett kretsschema och en cykeltur till ELFA.



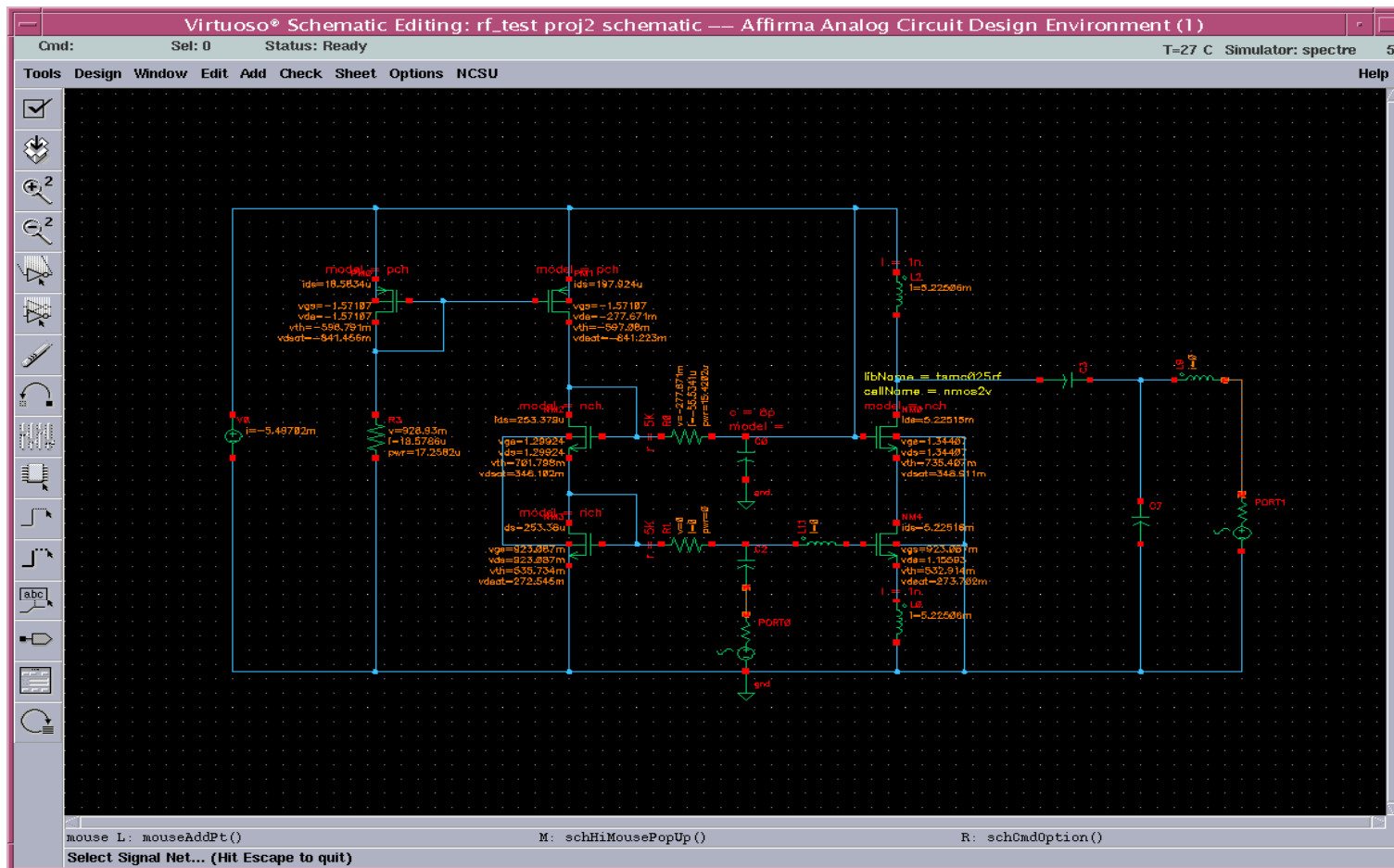
En radiomottagare - superheterodyn



En lågbrusig
förstärkare (LNA)
krävs!

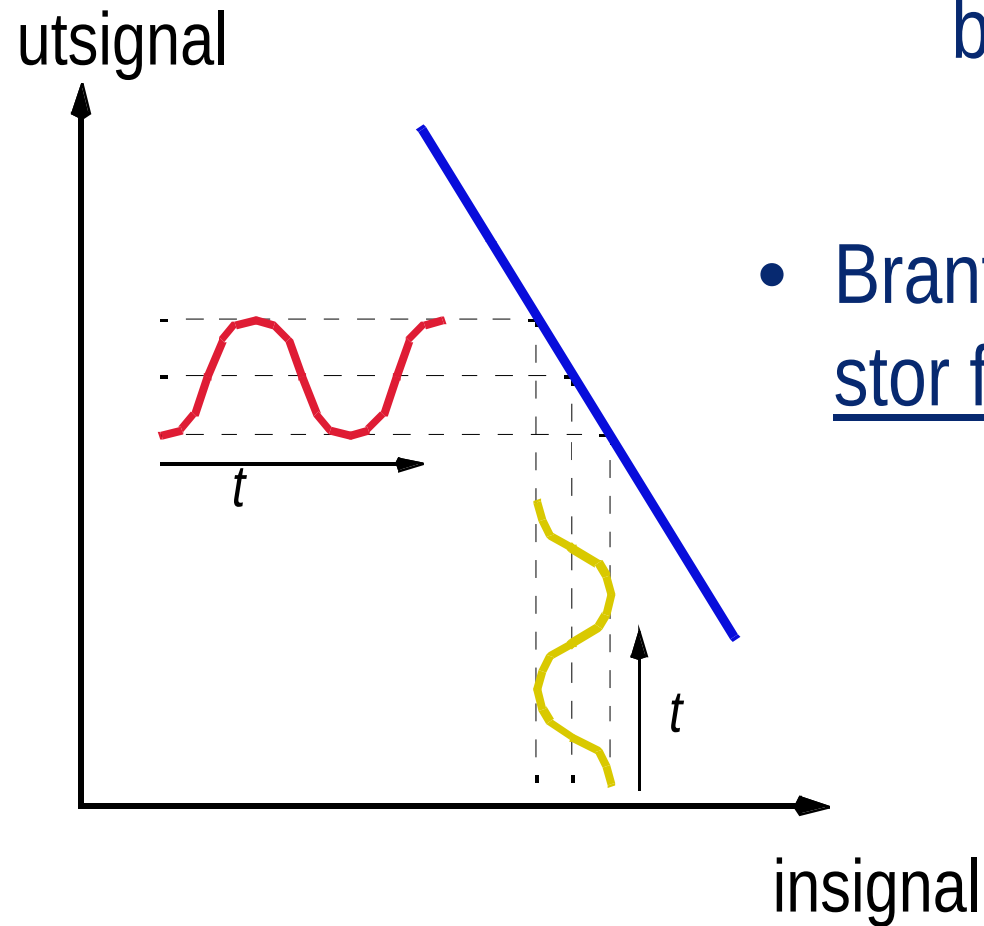
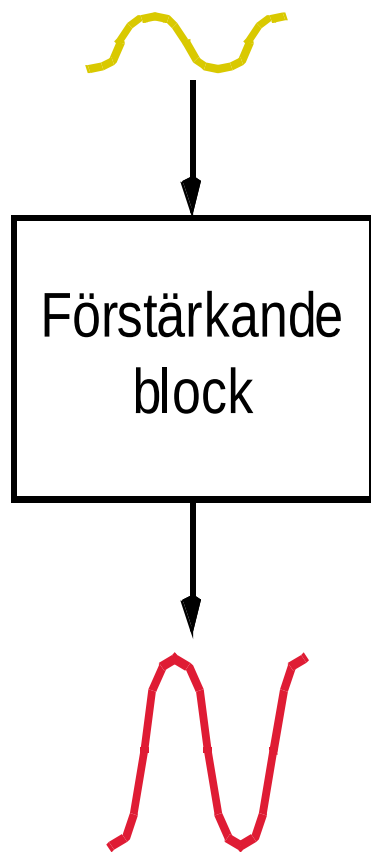


CAD-kretsschema för LNA



Förstärkning

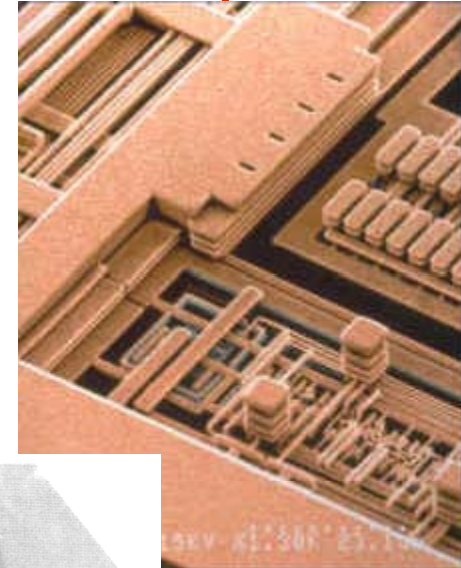
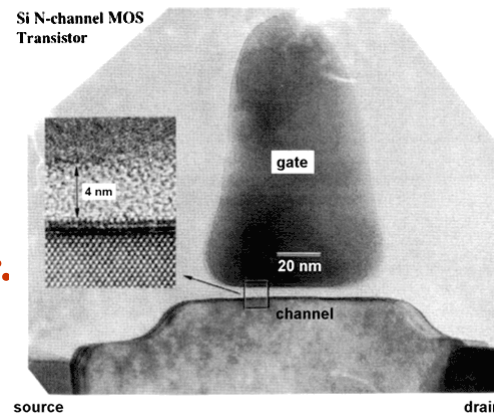
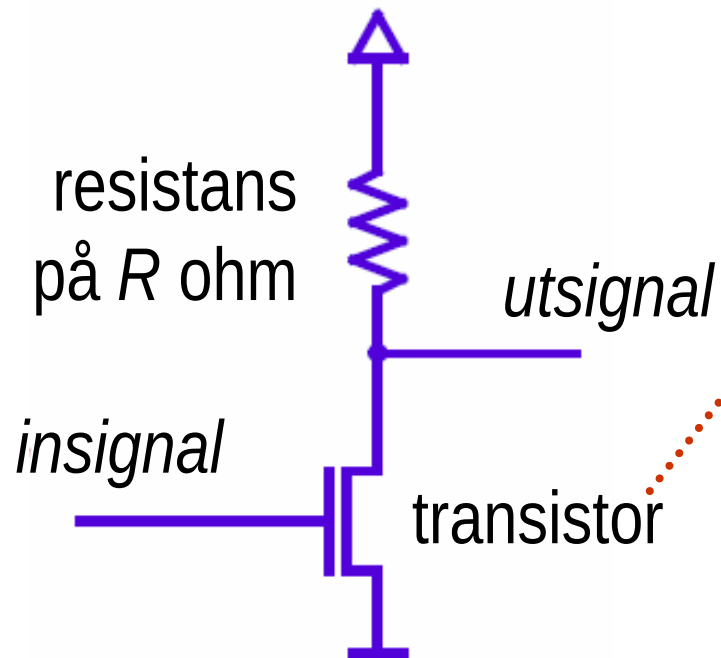
Linjaritet:
"hur rät är den
blå linjen?"



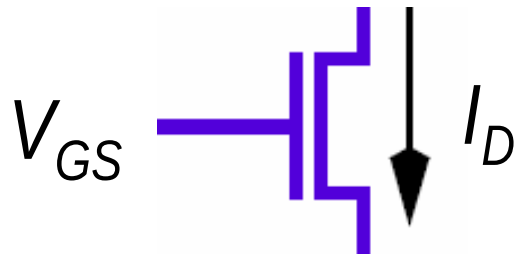
- Brant lutning => stor förstärkning



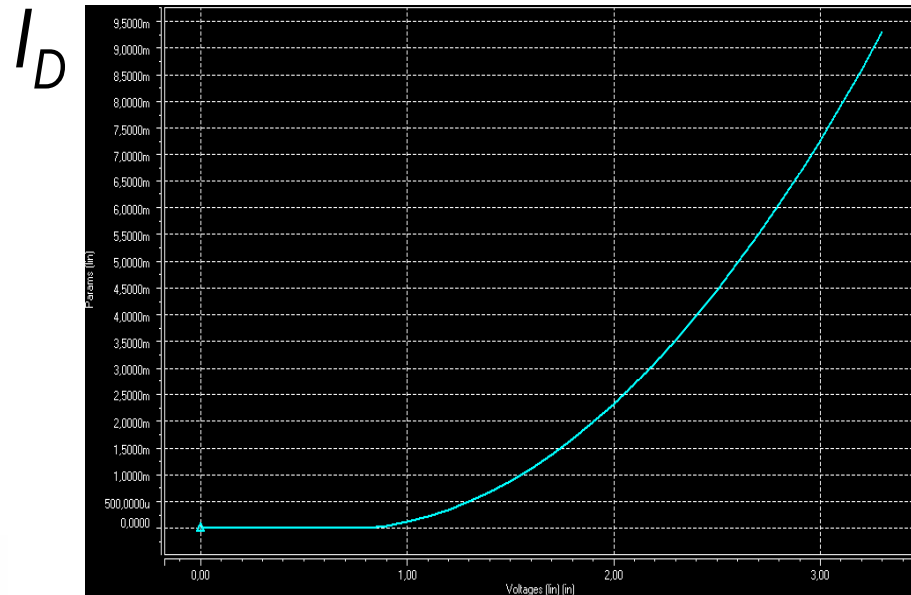
Den enklaste förstärkaren



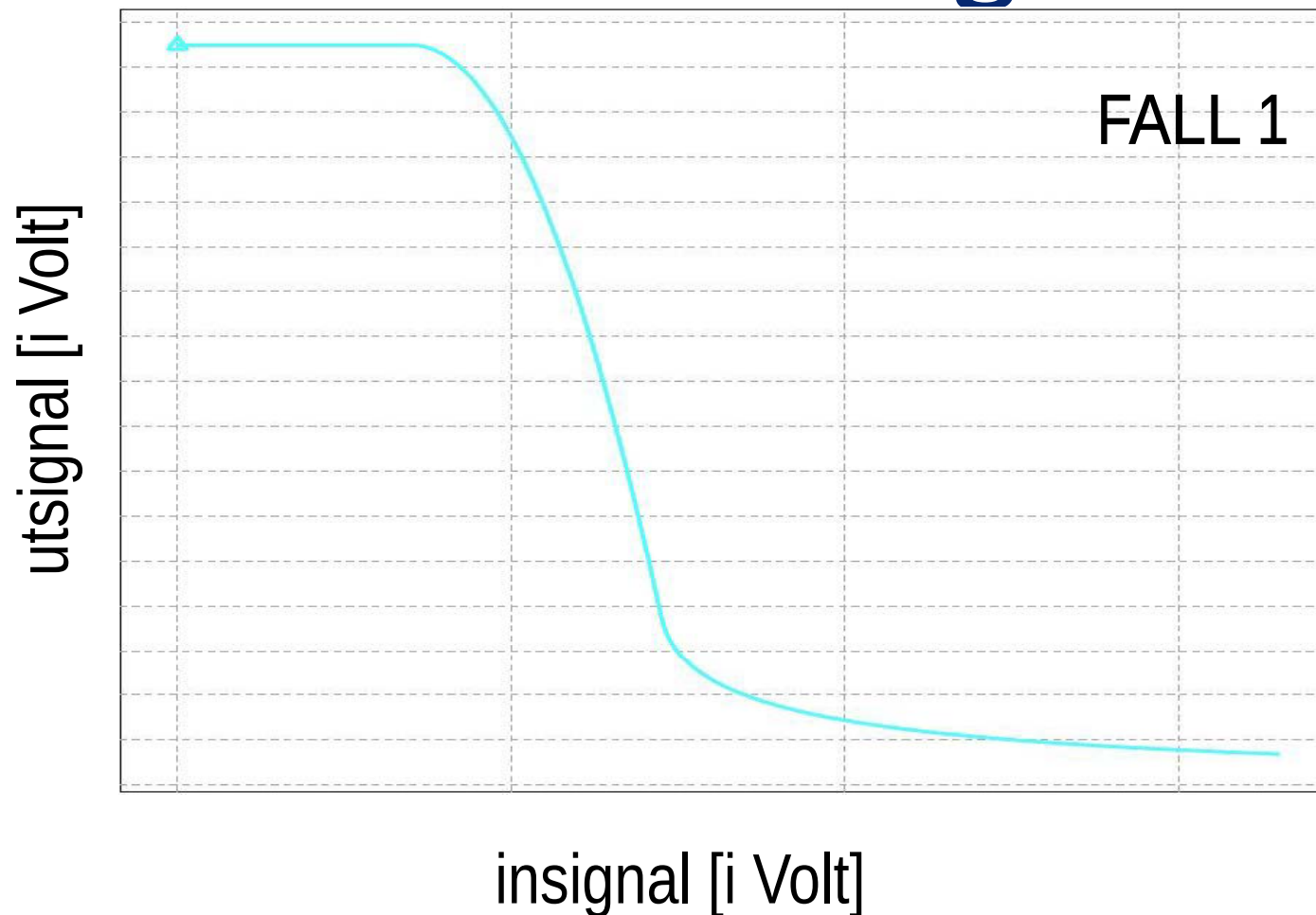
Vi behöver icke-linjära komponenter ...



$$I_D = \frac{k}{2} (V_{GS} - V_T)^2$$



... för då kan vi få hög förstärkning!



Simulering av FALL 1

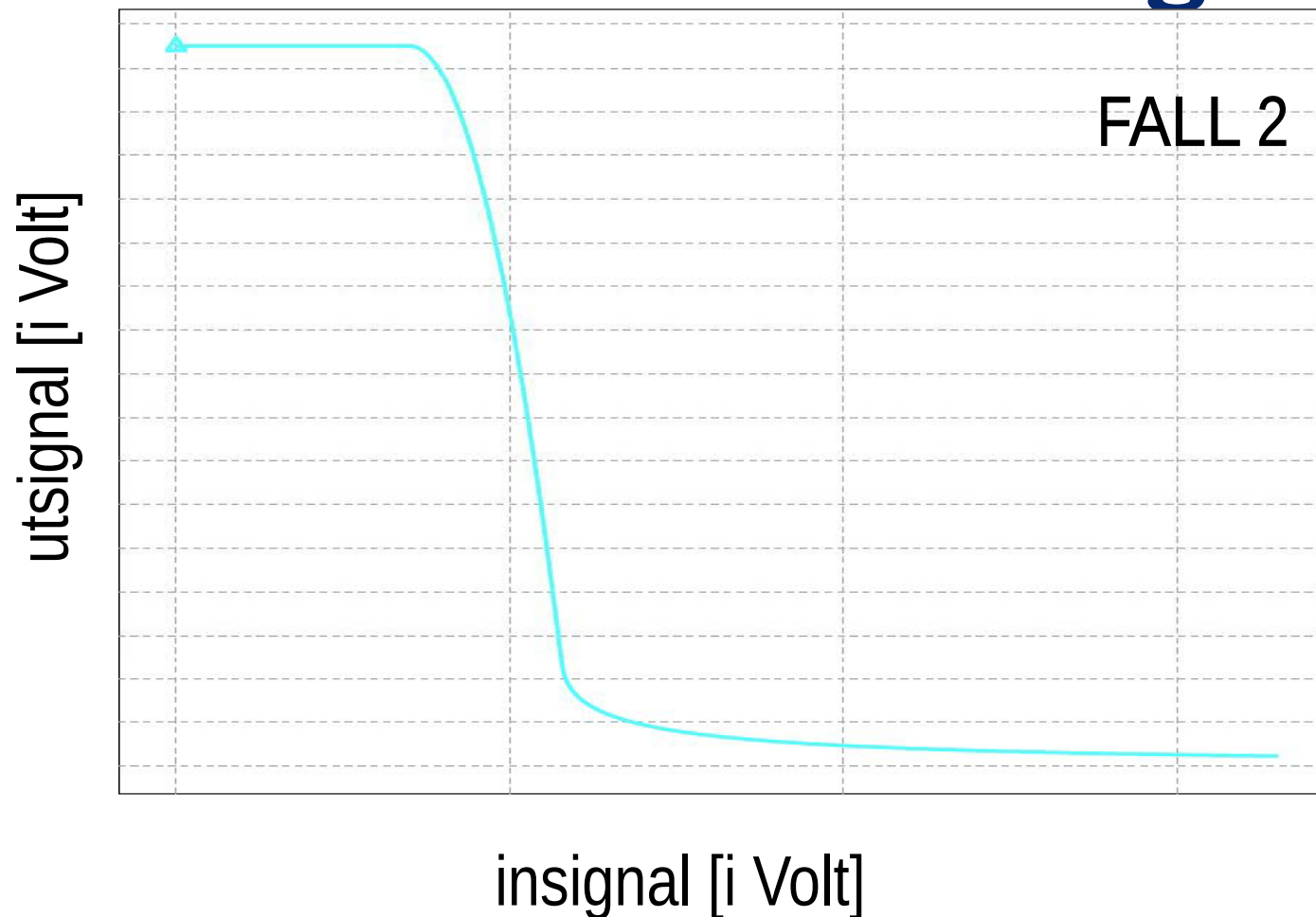


Insignal: en sinus som slår från 1,0 till 1,4 V.

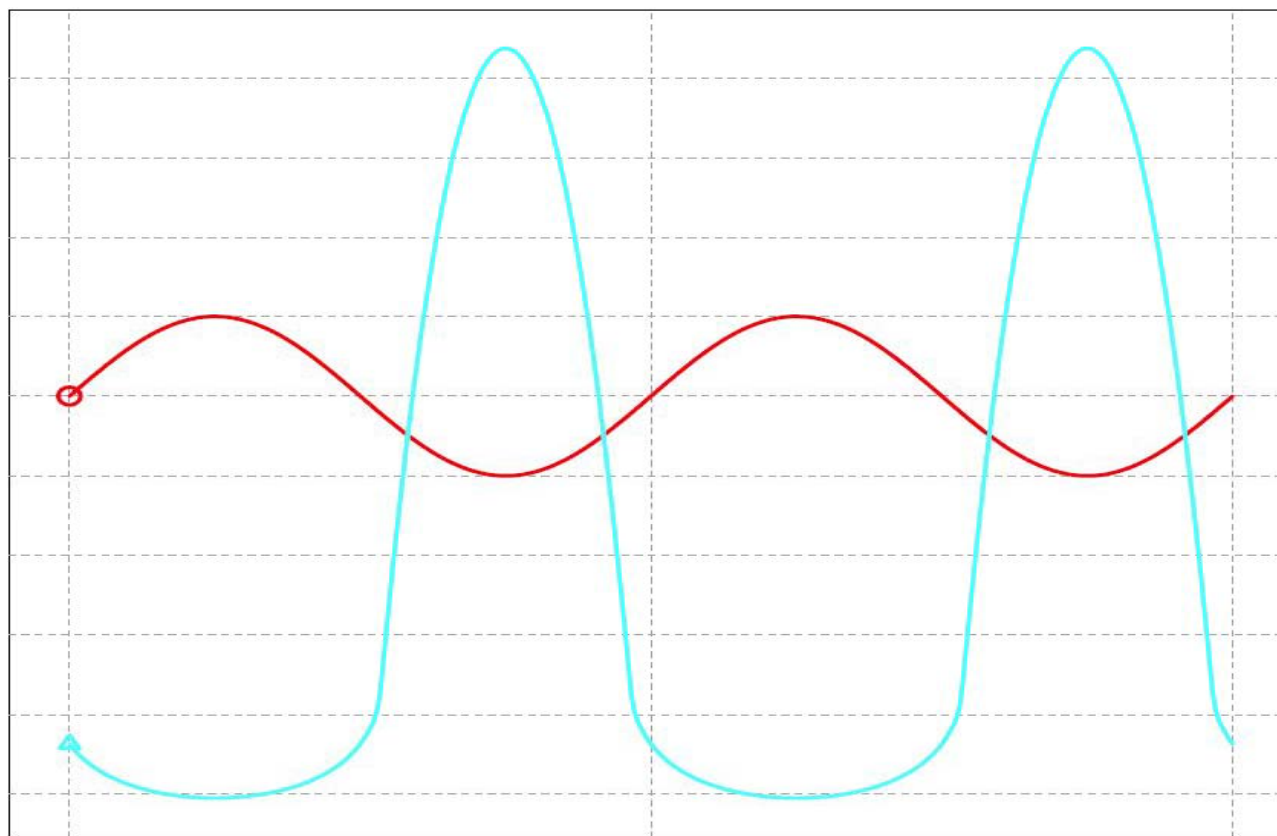
Utsignal: "hygglig".



Större transistor => större förstärkning



Simulering av FALL 2



Insignal: en sinus som slår från 1,0 till 1,4 V.

Utsignal: "KATASTROF".

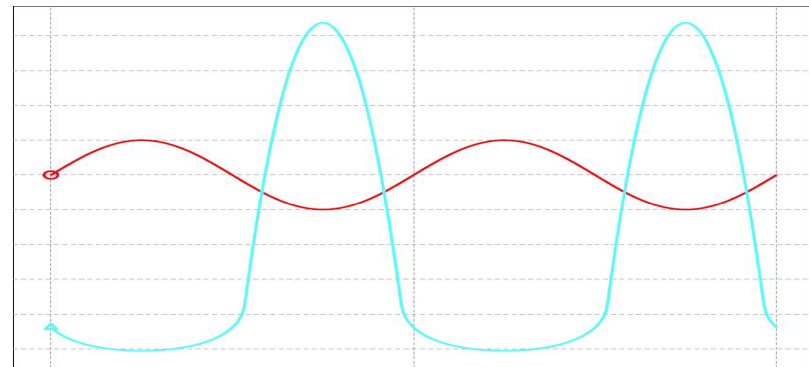


Lyssna själv!

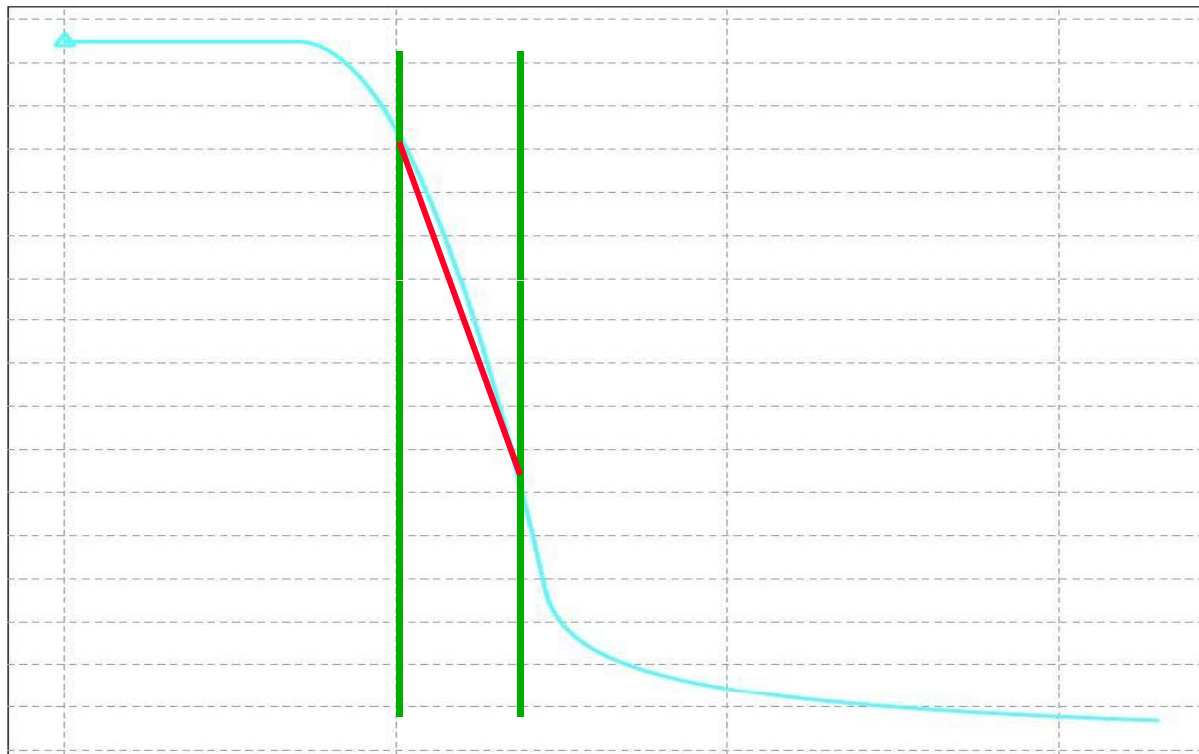
FALL 1



FALL 2



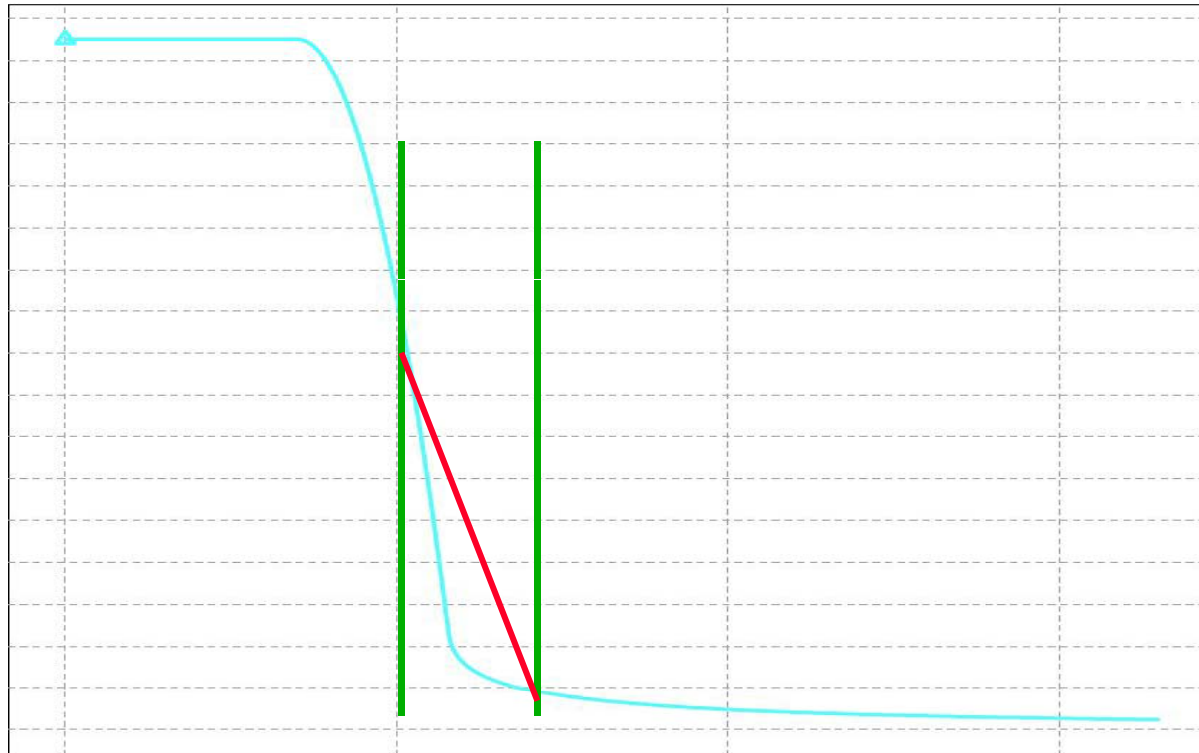
Vad hände i FALL 1?



- En begränsad signalamplitud medför bättre linjaritet.



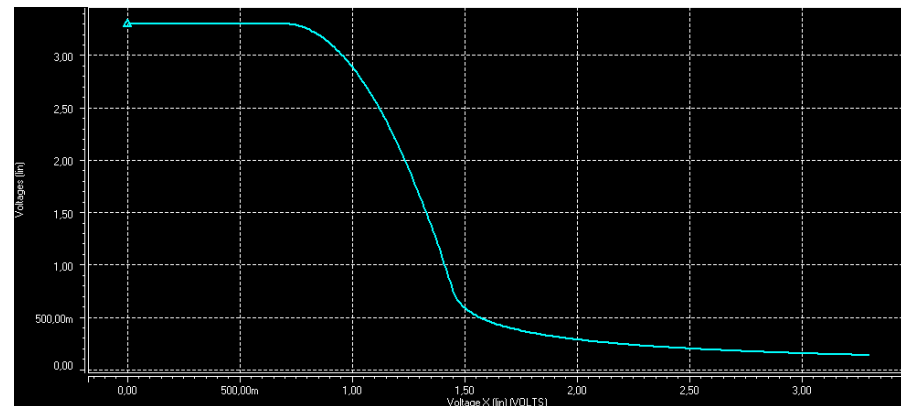
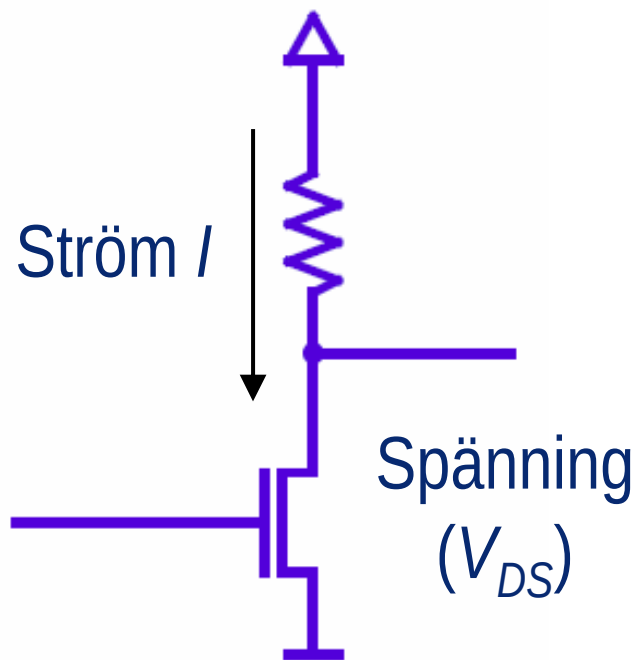
Vad hände i FALL 2?



- Den röda linjen är det ideala, helt linjära fallet.
- FALL 2 är helt misslyckat.



Konstruktion kräver analys!



- Var ligger signalens spänning?
- Vilket R ?
- Hur stor transistor?



Nätanalys



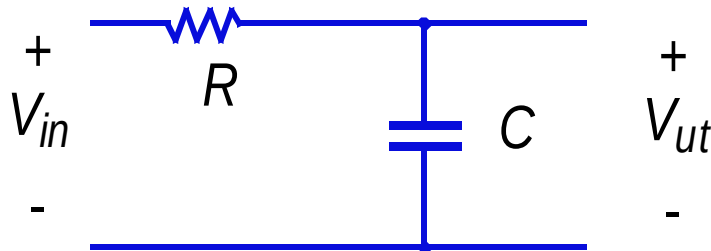
Nätanalys



1. 16 julgransljus på 230 V.
 2. Seriekoppling.
- Vad är spänningen per lampa?
 - Resultat:
Cirka 14 V per lampa.



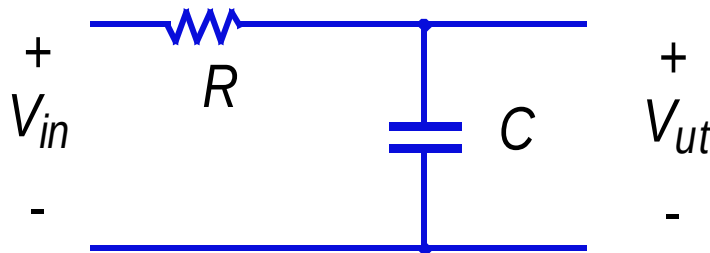
Nätanalys ... Lågpasfilter



- Analys med avseende på ...
 - DC = likströmmar och likspänningar.
 - AC = växelströmmar och växelspänningar.
- Låt oss kolla kretsen till vänster – hur förhåller sig V_{ut} till V_{in} ?



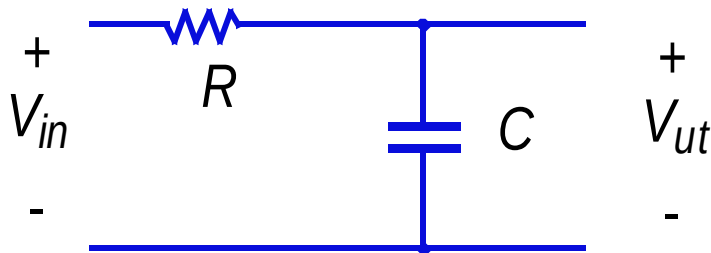
Nätanalys ... Lågpasfilter



- För en likström är en kondensator ett avbrott.
- För en växelström upplevs inte kondensatorn som ett omöjligt hinder.
- Ju högre frekvens, desto bättre leder kondensatorn.



Nätanalys ... Lågpasfilter

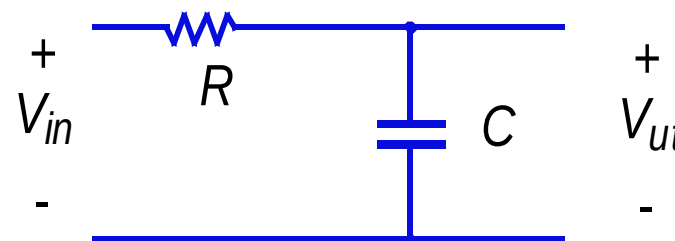
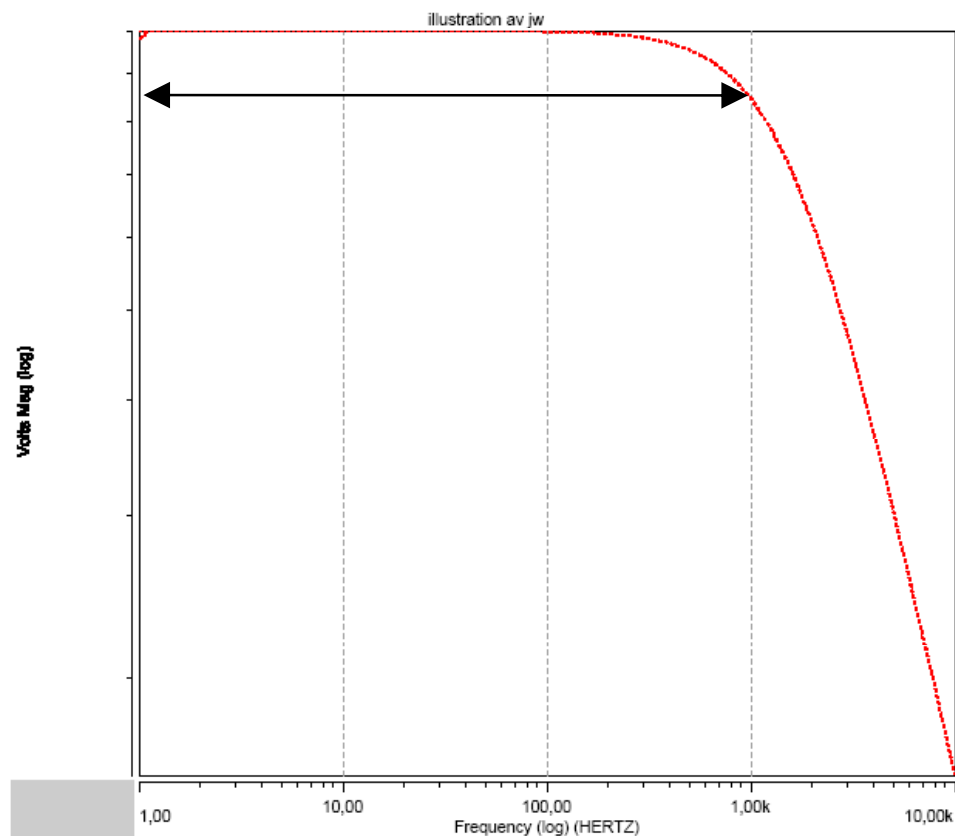


$$V_{ut} = V_{in} \cdot \frac{\frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C} + R}$$

$$\frac{V_{ut}}{V_{in}} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

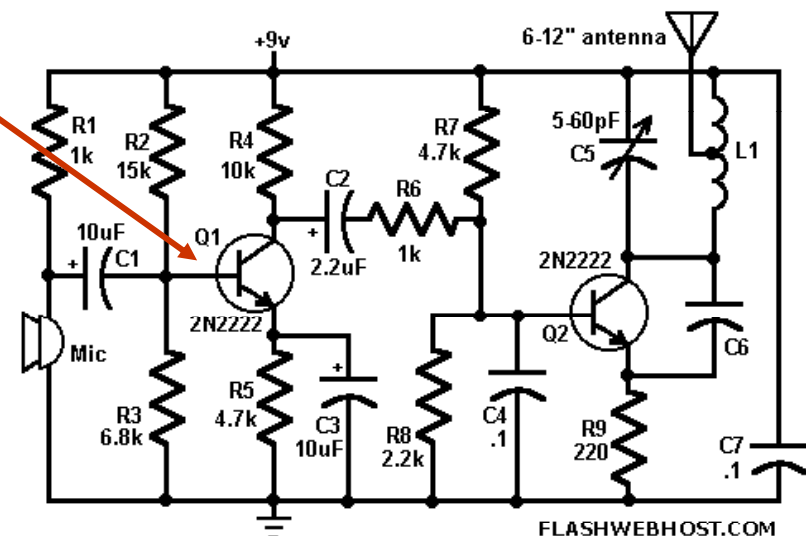


Lågpasfiltrets bandbredd

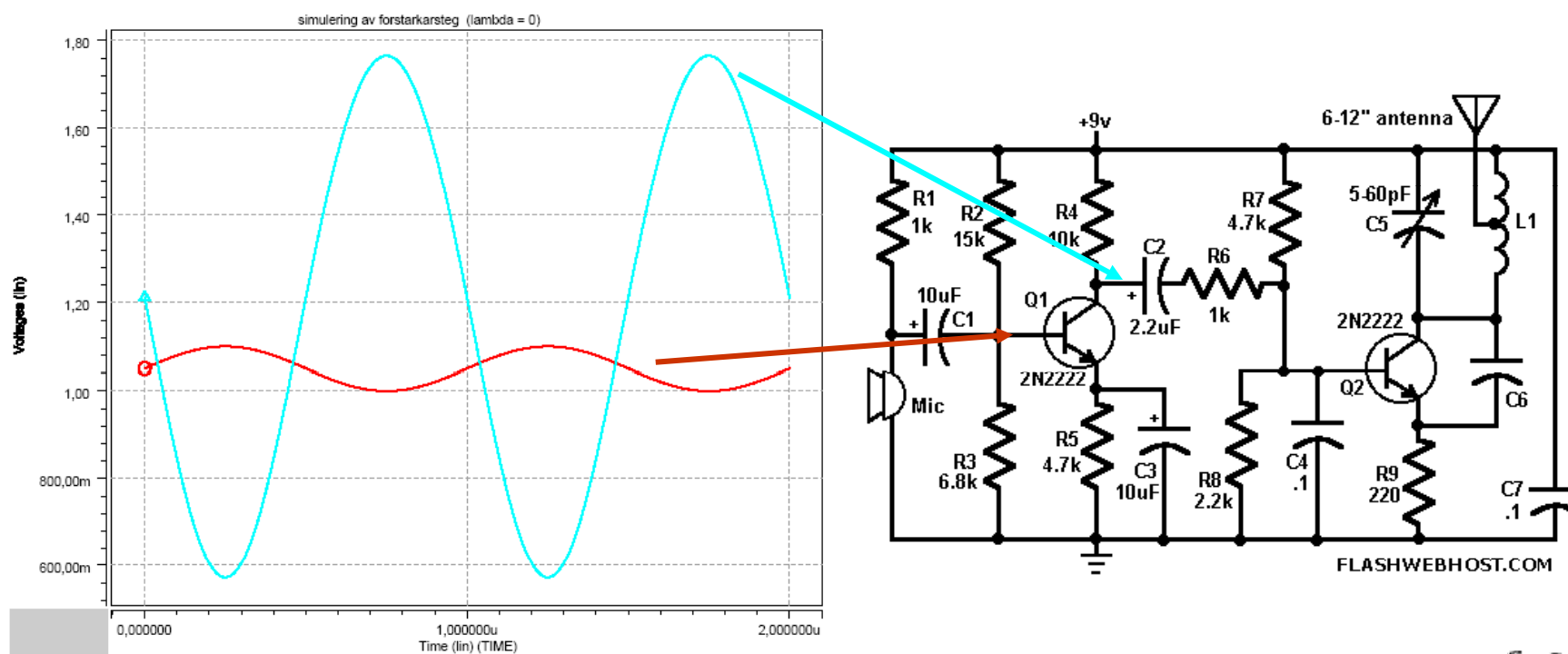


Tillämpning av nätanalys 1(2)

1. DC: Etablera en s.k. "arbetspunkt" (spänning) kring vilken en ljudsignal kan svänga.
2. AC: Studera hur ljudsignalen från mikrofonen tar sig fram genom kretsen.



Tillämpning av nätanalys 2(2)



Summerring nätanalys

1. Med $j\omega$ -metoden har vi samma analysmetodik för DC och AC.
 2. DC-analys och AC-analys kan kombineras – linjära system tillåter superposition av signaler.
- I $j\omega$ -metoden anger ω vinkelfrekvensen för en sinusvåg (där $\omega = 2\pi f$).



Sammanfattning

- Elektriska kretsar och fält ...
 - ger träning i elementär nätanalys och fältteori.
 - ger insikt i metoder för att arbeta med elektronikkomponenter och ledningar.
 - ger förutsättningar för konstruktion av effektiva elektroniksystem, från mjukvara till kretsar.

