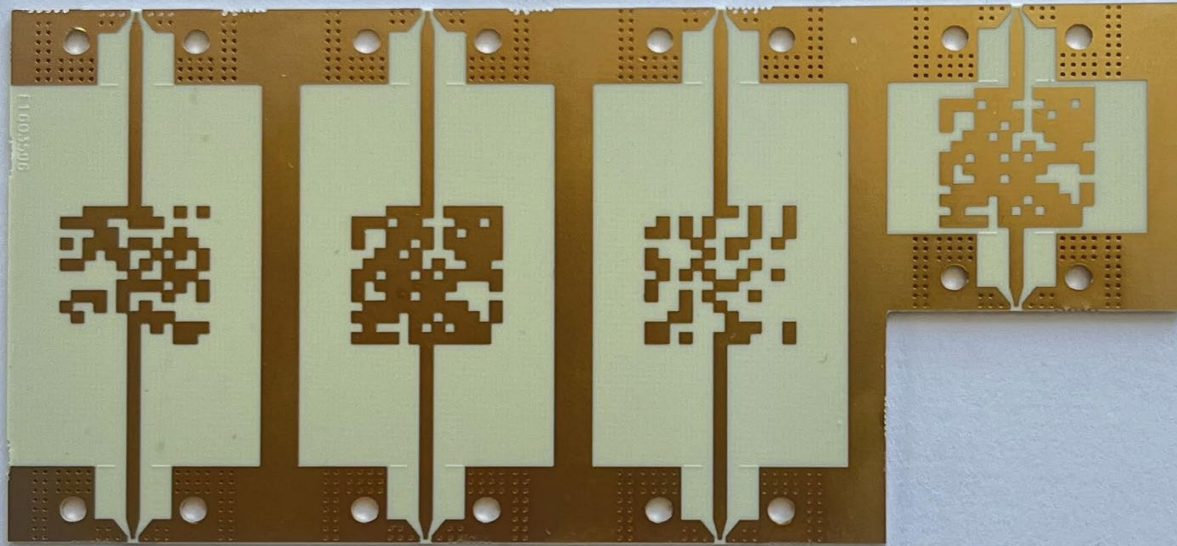


Maskininlärning för design av mikrovågskretsar

...

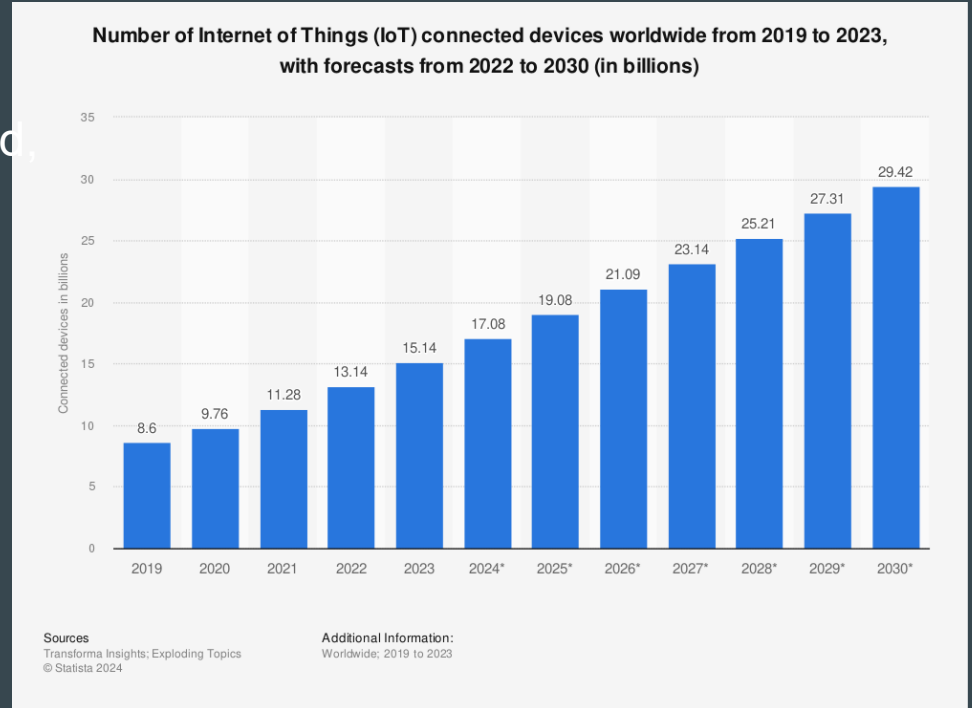
Alexander, Gabriel, Pontus, David, Ludvig,

Otänkbara mikrovågskretsar



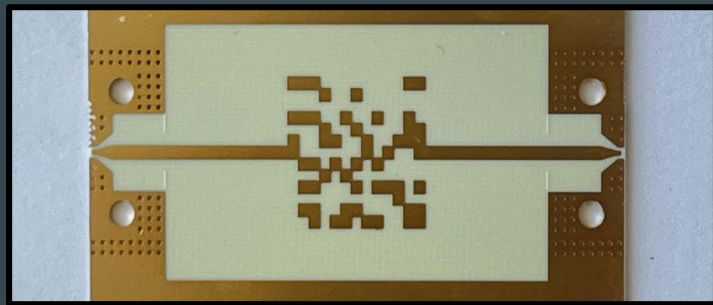
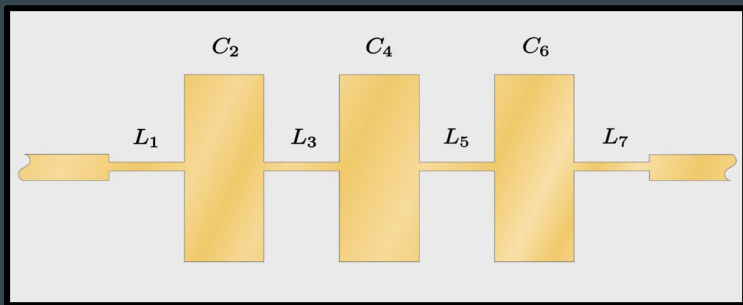
Bakgrund

- Större krav på nät, t.ex. bandbredd och uppkopplingshastighet
- Traditionella metoder, oflexibla, tidskrävande
- Nya metoder sannolikt nödvändiga



Mål och Syfte

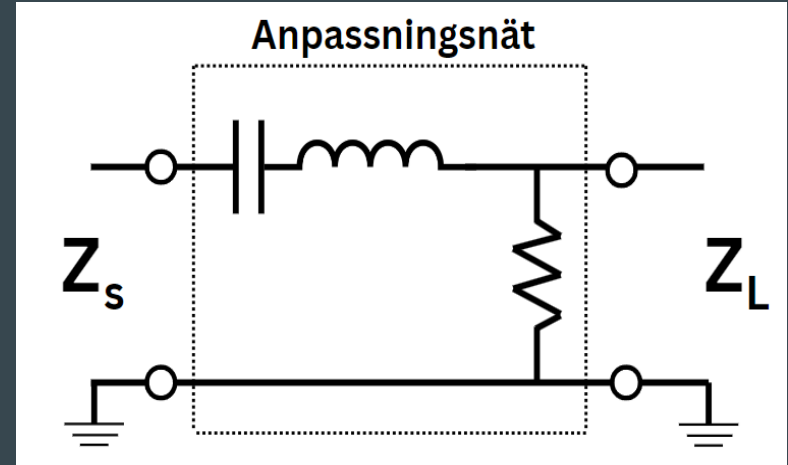
- Utveckla en designmetod som använder AI för att generera kretsar utifrån önskad prestanda
- Designmetoden skall ha någon fördel över konventionella designmetoder, tex kretsens prestanda, storlek eller tidsåtgång



“Stripline filter low-pass”, [2] CC BY-SA 3.0

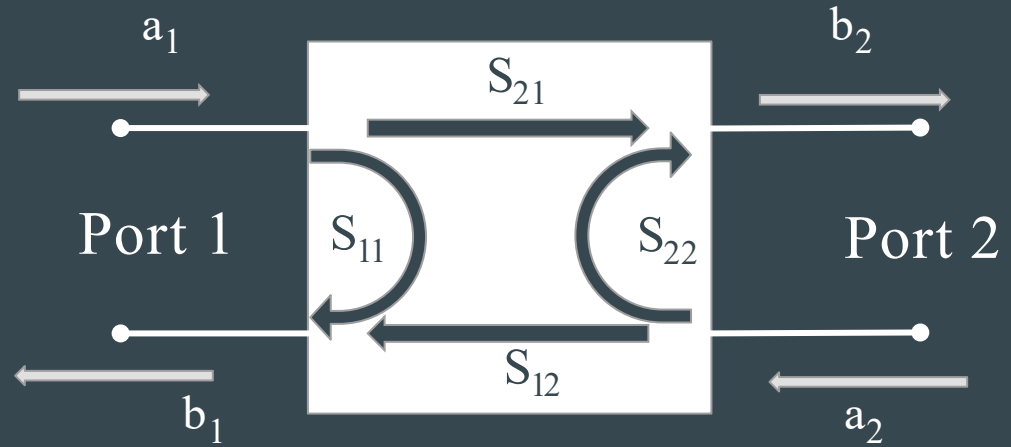
Anpassningsnät & HTN (Harmonic Tuning Network)

- Anpassningsnät används för att anpassa överförd signalstyrka vid skild käll- och lastimpedans
- Har ofta även filteregenskaper till exempel lågpass och bandpass
- HTN: Speciellt anpassningsnät som optimeras vid enskilda frekvenser istället för frekvensband
- Designmål: Ett lågpassfilter, ett bandpassfilter och en HTN krets



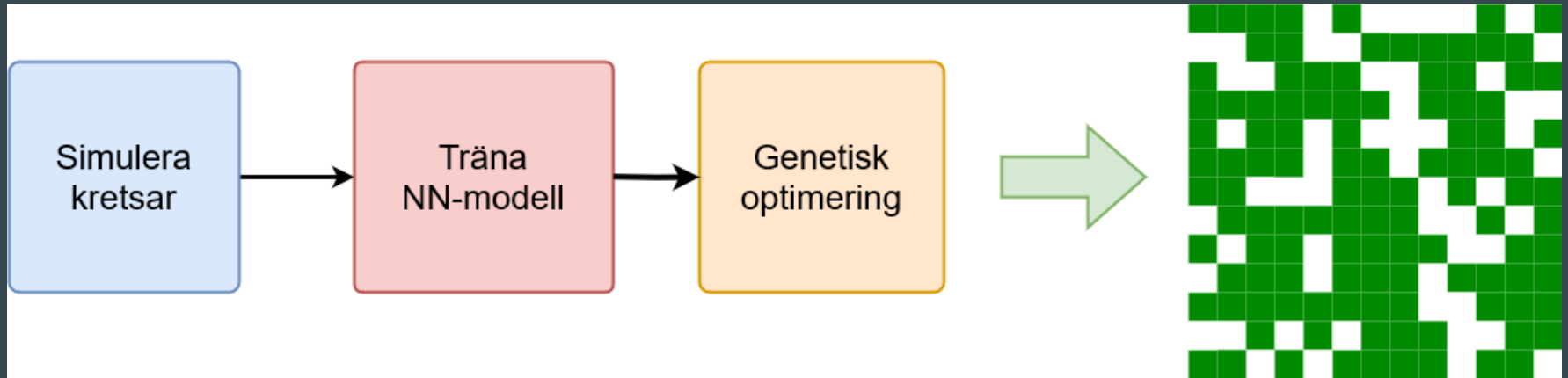
S-parametrar

- Relaterar in- och utsignal i en krets
- Fördelaktigt vid design i höga frekvenser
- Enkelt sätt att beskriva vad som händer med signaler som når kretsen



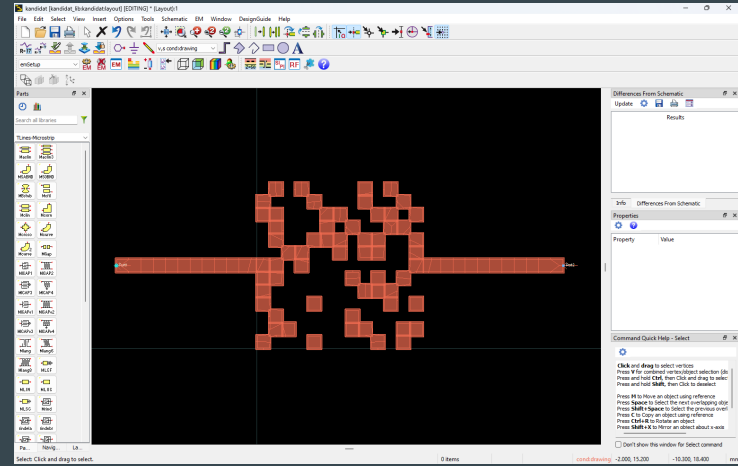
$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}$$

Metod - Inversdesign - Arbetsflöde

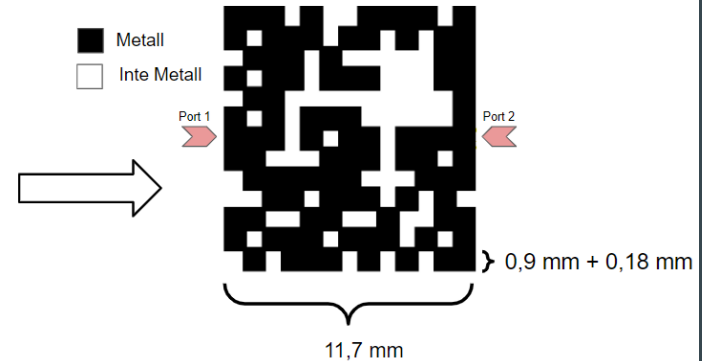


Simulera kretsar i ADS mha Python

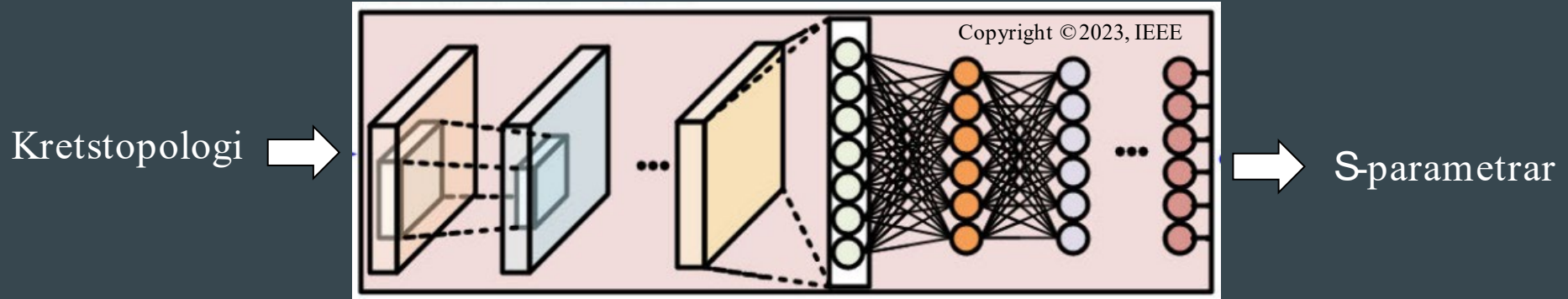
- Python väljer ut lämpliga kretsar utifrån satta kriterier
- Omvandlar sedan en binär matris av 1 och 0 till en krets i ADS
- Startar simuleringen och extraherar data
- Skapar ett dataset med kretsar och deras motsvarande s-parametrar



1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1
1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1
0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1



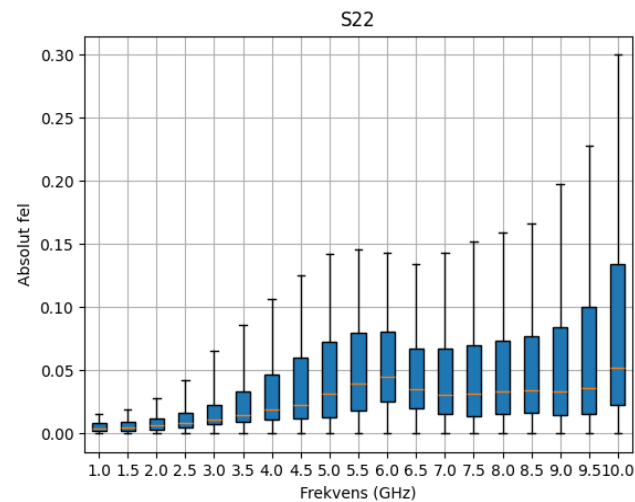
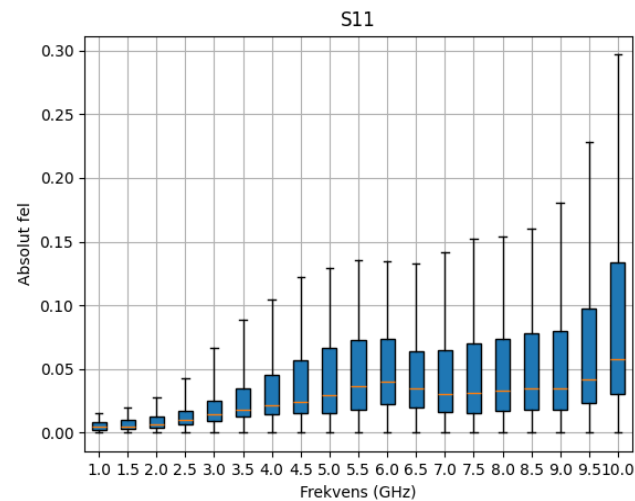
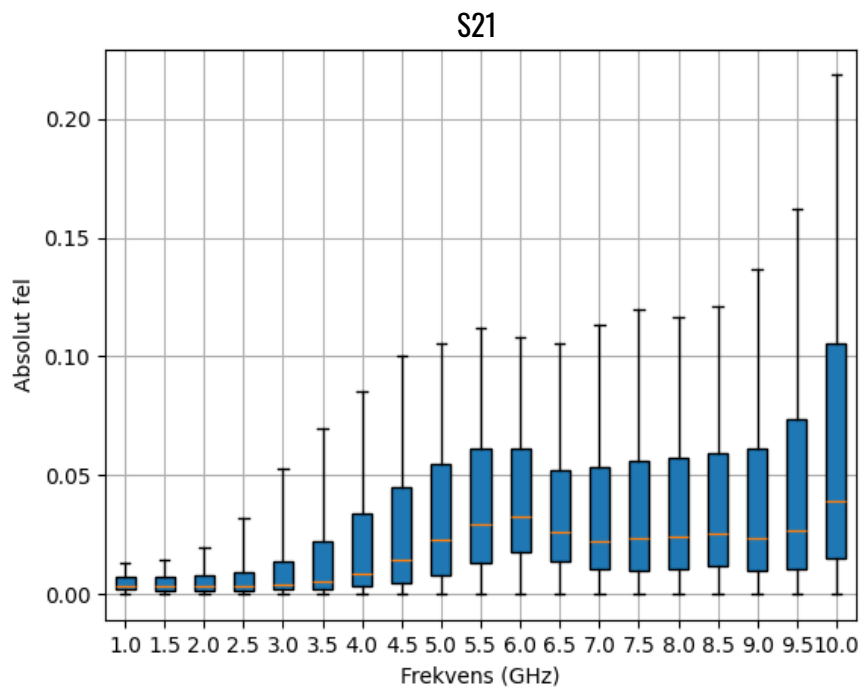
Konstruera och träna Neuralt Nätverk



[1] återgiven med tillstånd

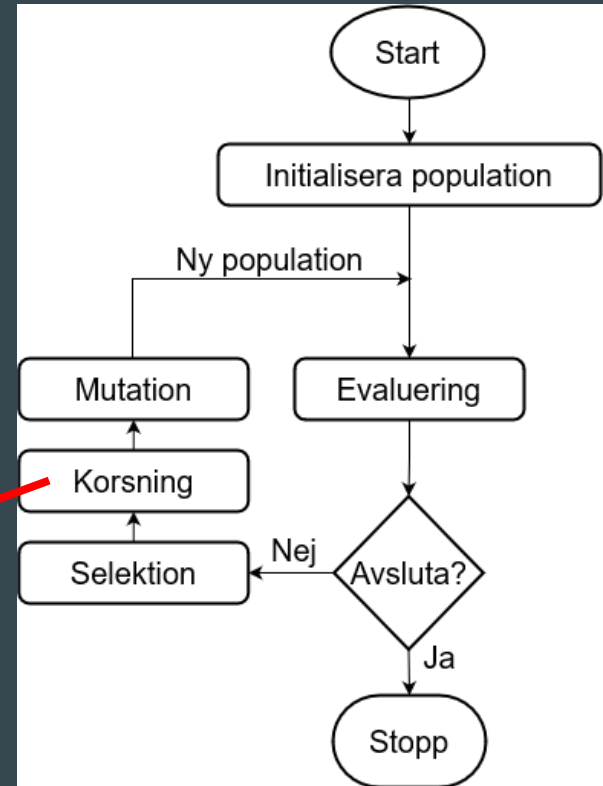
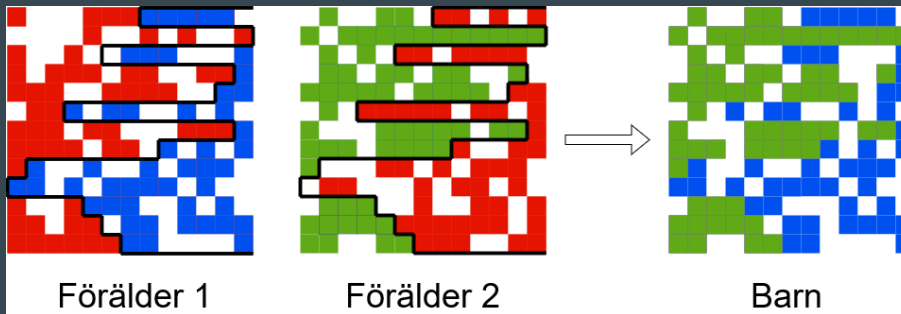
- Neuralt nätverk med 14 + 3 lager
- Tränas på simuleringsdata från ADS
- Används sedan för att generera S-parametrar utifrån given krets

Resultat från NN utifrån testdata

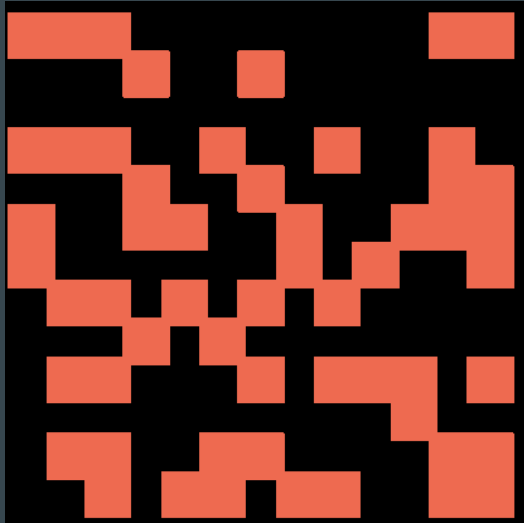
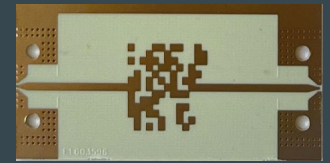
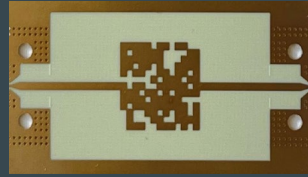
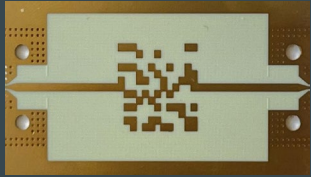


Genetisk optimeringsalgoritm

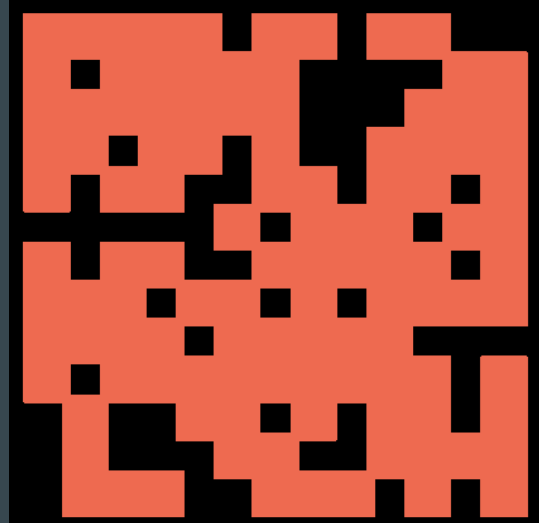
- Evolutionär
- Stor variation -> bred sökning
- Neurtalt nätverk vid evaluering -> snabb



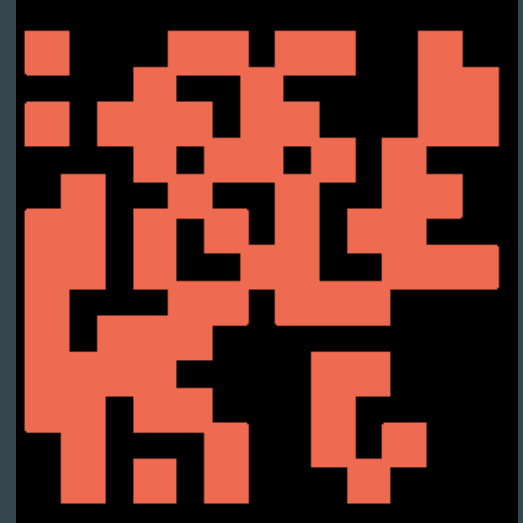
Kretsar



Lågpäss



Bandpass

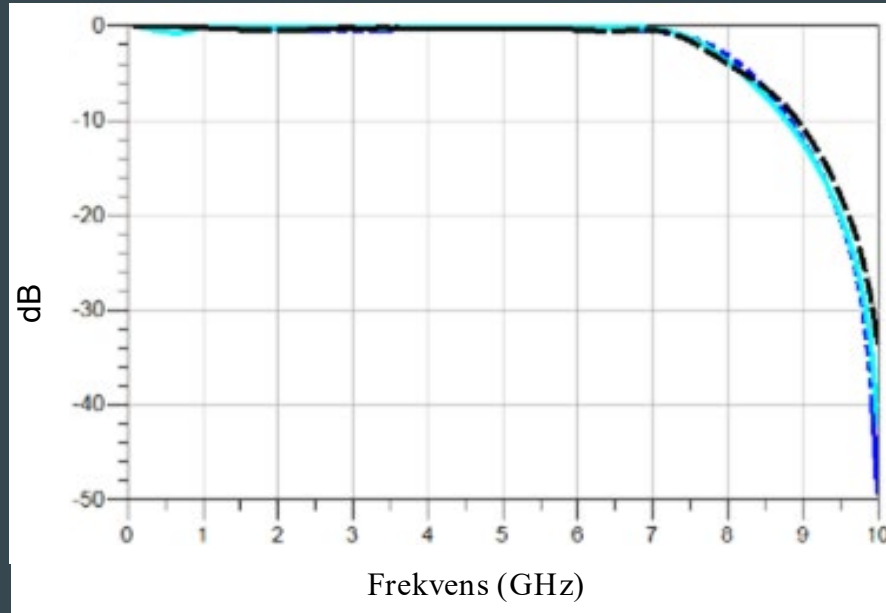


HTN

Lågpasfilter

- ADS
- HFSS
- Verklighet

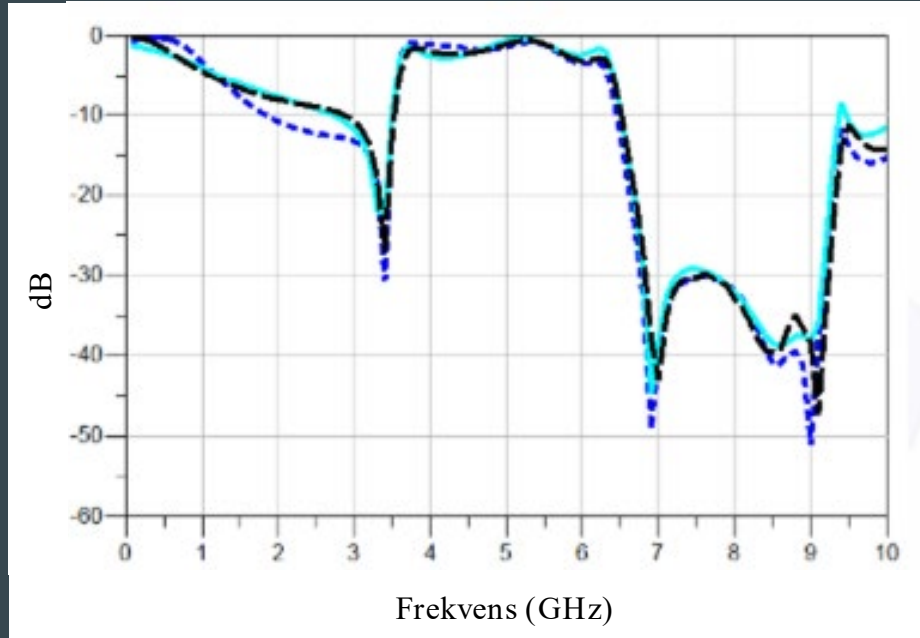
S_{21}



Bandpassfilter

S_{21}

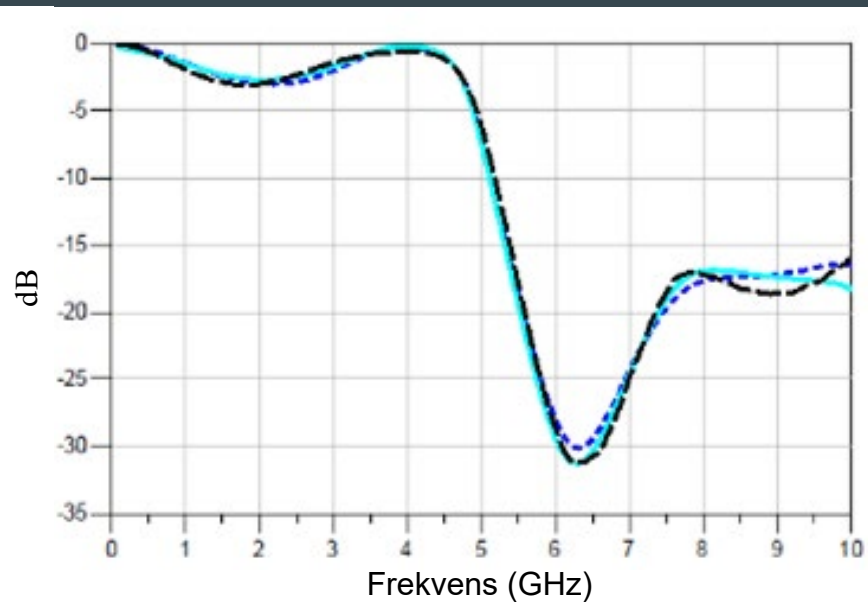
- ADS
- HFSS
- Verklighet



HTN

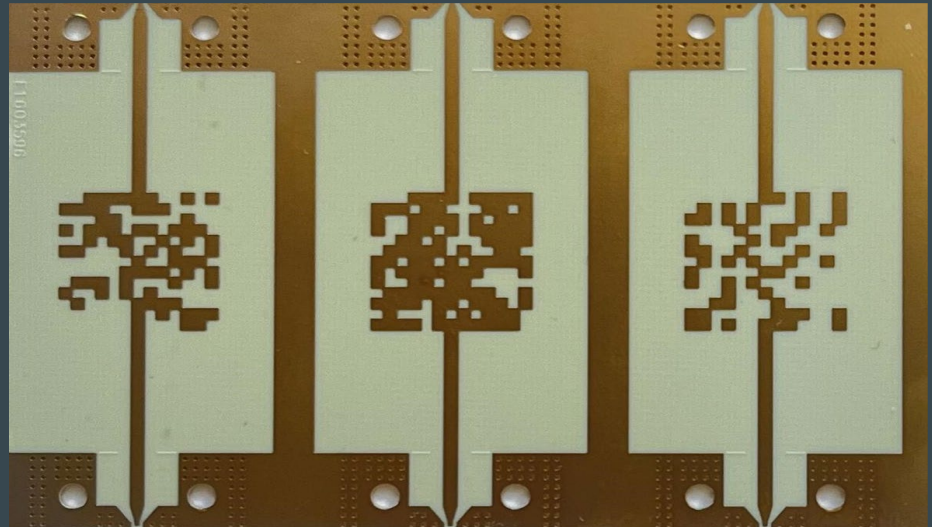
 S_{21}

- ADS
- HFSS
- Verklighet



Utvärdering

- Storleken och prestandan är i de flesta fall jämförbar med konventionellt designade kretsar
- Tidsåtgången för design är mindre



Referens

[1] E. A. Karahan, Z. Liu and K. Sengupta, "Deep-Learning-Based Inverse-Designed Millimeter-Wave Passives and Power Amplifiers," in *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, vol. 58, no. 11, pp. 3074-3088, Nov. 2023, doi: 10.1109/JSSC.2023.3276315

[2] Wikipedia, "Stripline filter low-pass", CC BY-SA 3.0" Hämtad: 25 maj, 2024.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/2/2e/Stripline_filter_low-pass_form_1.svg

Frågor?