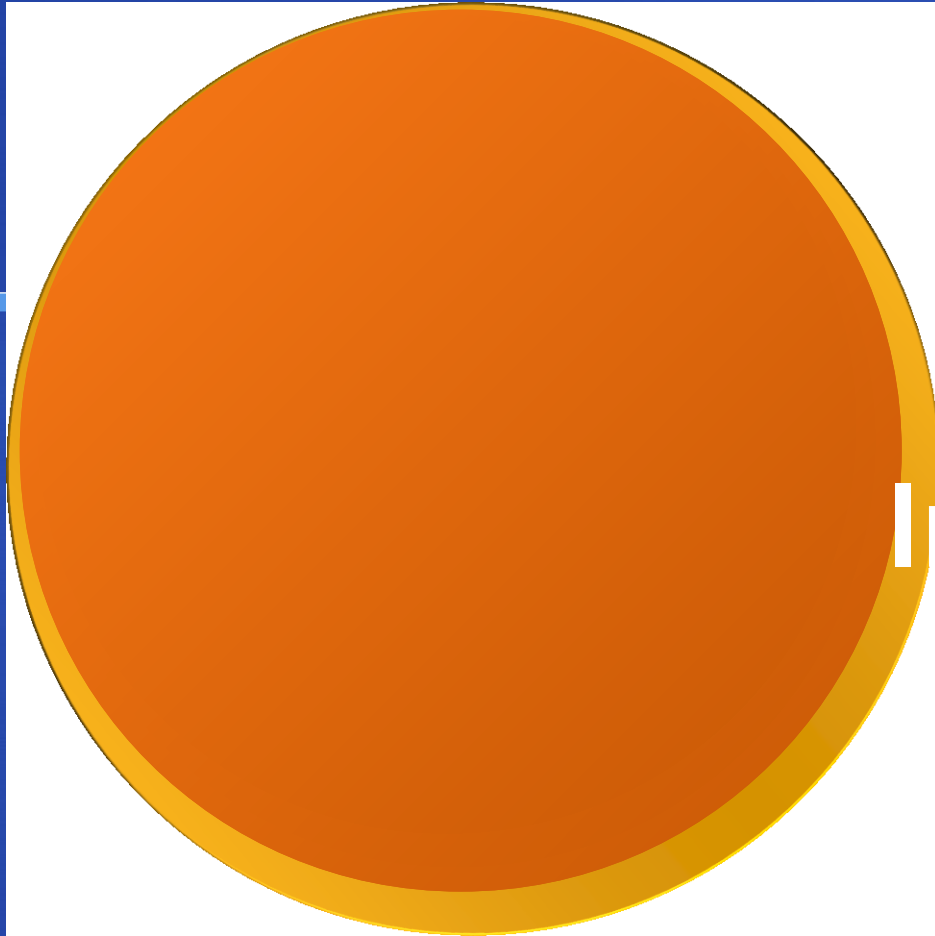


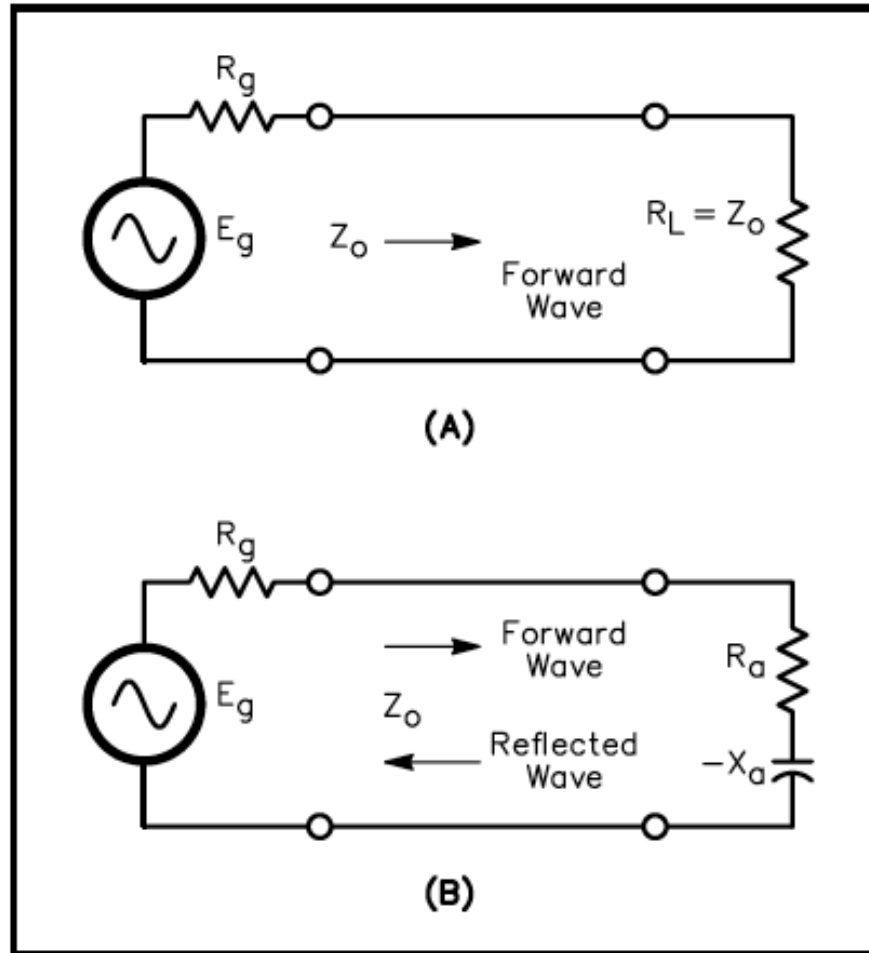


Introductie Smith Diagram

RF seminar B&D 2013

Robert Langenhuisen, PAoRYL

Transmissielijn



Reflection Coefficient and SWR

$$\rho = \frac{Z_a - Z'_0}{Z_a + Z_0} = \frac{(R_a \pm jX_a) - (R_0 \mp jX_0)}{(R_a \pm jX_a) + (R_0 \pm jX_0)}$$

Als de lijn zuiver ohms is, dan $X_0=0$ dus absolute waarde van reflection coefficient wordt:

$$|\rho| = \sqrt{\frac{(R_a - R_0)^2 + X_a^2}{(R_a + R_0)^2 + X_a^2}}$$

$$SWR = \frac{1 + |\rho|}{1 - |\rho|}$$

$$|\rho| = \frac{SWR - 1}{SWR + 1}$$

Bij zuiver reële impedanties: $SWR = Z_a/Z_0$ of Z_0/Z_a

Transmissielijn als impedantie transformator

$$Z_{\text{in}} = Z_0 \times \frac{Z_L \cosh(\eta \ell) + Z_0 \sinh(\eta \ell)}{Z_L \sinh(\eta \ell) + Z_0 \cosh(\eta \ell)}$$

Z_{in} is complexe ingangsimpedantie $R_{\text{in}} +/- jX_{\text{in}}$ van de lijn

Z_L is complexe belastingsimpedantie $R_a +/- jX_a$ aan eind van lijn

η is Complexe verlies coefficient $\alpha +/- j\beta$

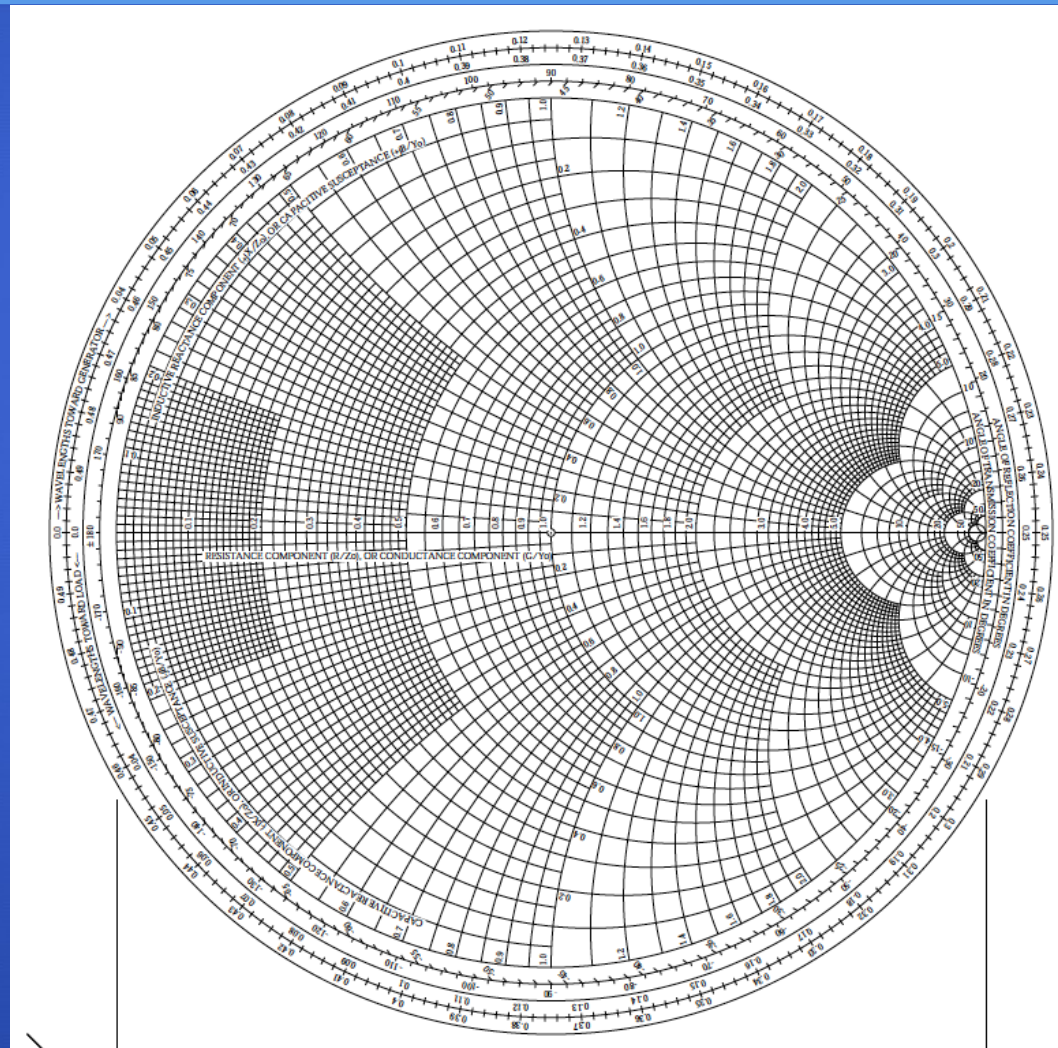
A is verliesfactor bij aangepaste lijn in Nepers/lengte (1 neper = 8,688 dB)

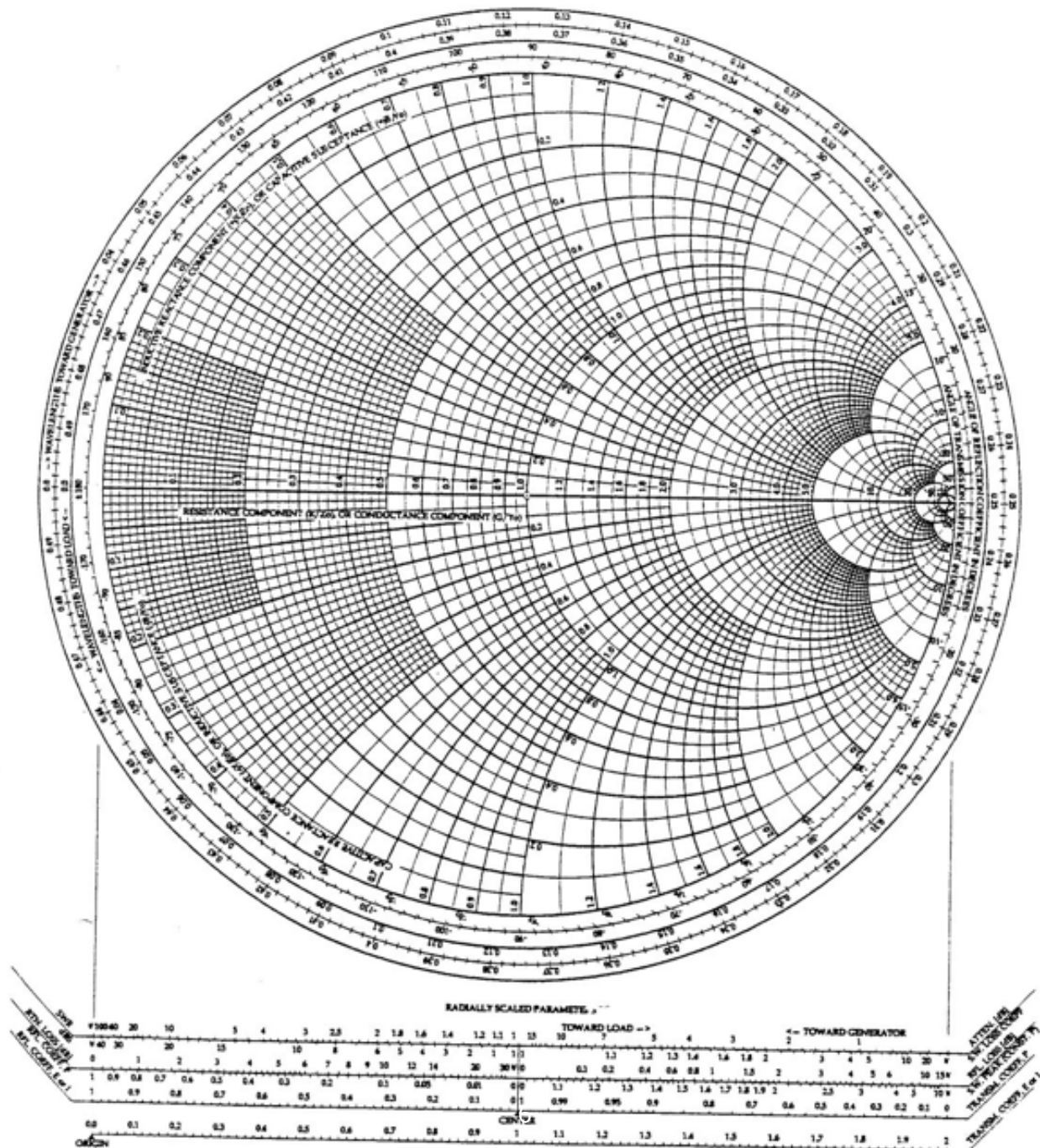
β is faseconstante van de lijn in radialen per lengte eenheid

ℓ is lengte van de lijn (in zelfde lengte eenheden als hierboven)

De Smith Chart

- Sinds 1939 maakt Philip H. Smith met zijn grafische weergaves de transmissielijn formule inzichtelijk





Gebruiksvoorbeelden van Smith Charts

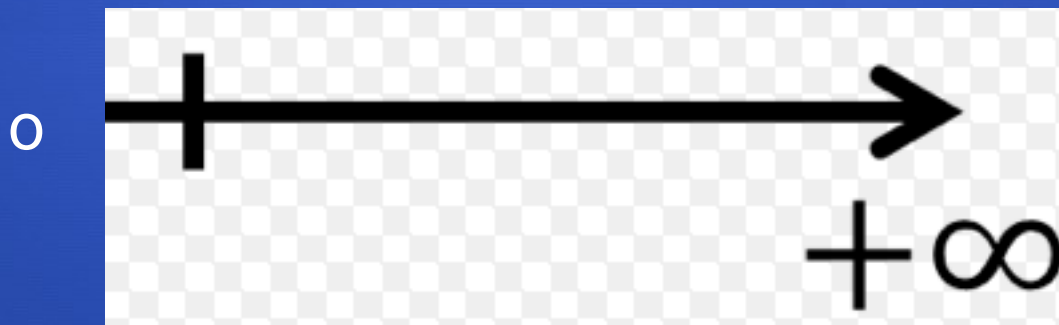
- Complexe spanning en stroom reflectiecoëfficiënten
- Complexe spanning en stroom transmissiecoëfficiënten
- Vermogens reflectie en transmissiecoëfficiënten
- Reflection Loss en Return Loss
- Max en Min van staande golven, SWR
- Fase verdeling van spanning en stroom langs de lijn bij staande golven
- Het in kaart brengen van de effecten van kabelverliezen
- Evalueren van input/output functies

Gebruik Smith Chart voor evaluatie van

- input reactantie of susceptantie van open of kortgesloten $\lambda/4$ lijnen
- Effecten van shunt of serie impedanties
- Aanpassingsnetwerken met discrete componenten of transmissielijnen
- Frequentieafhankelijke complexe impedantie
- S parameters

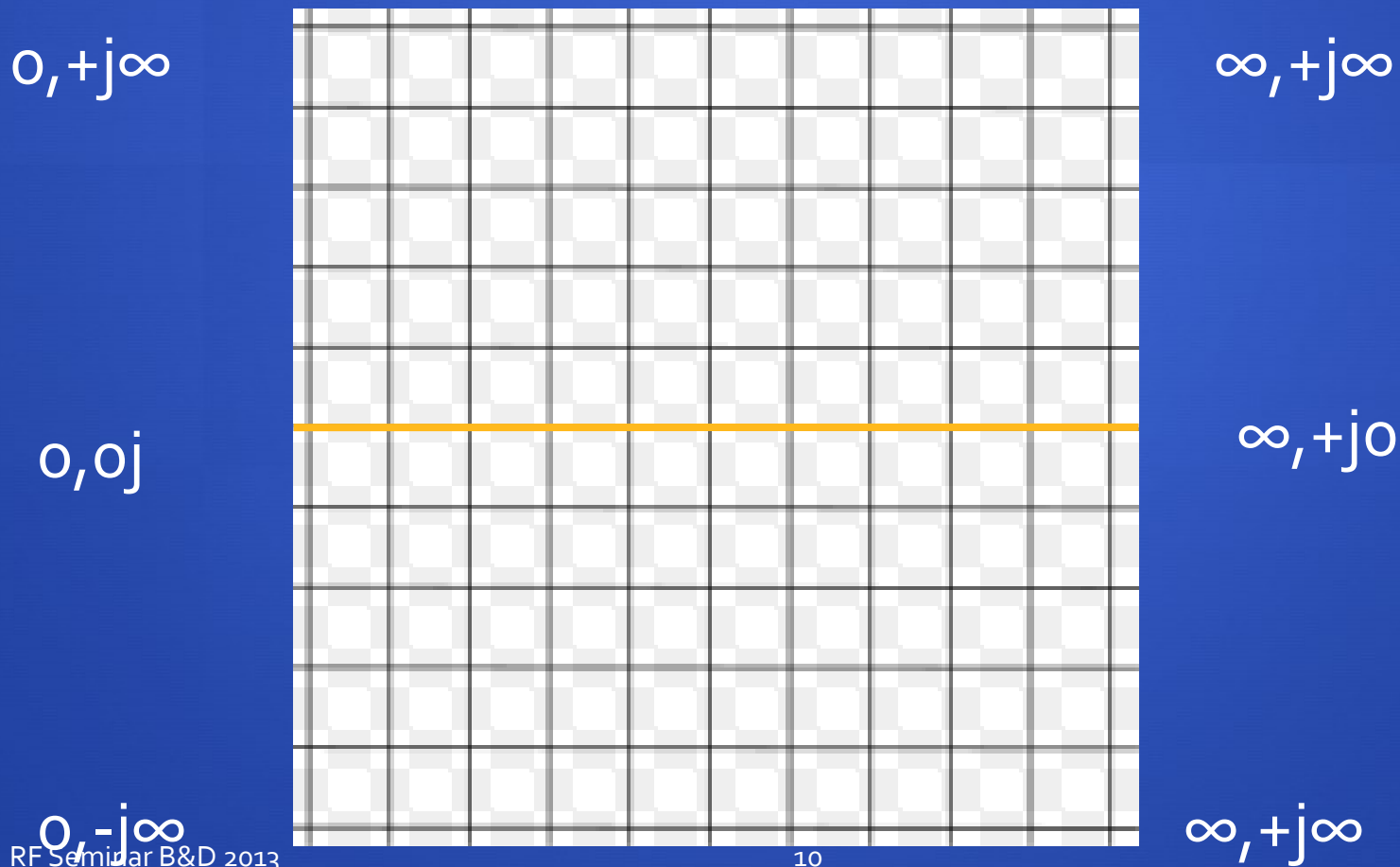
Grafische weergave van reële impedanties

- Positief
- Liggen tussen 0 en oneindig
- Papier is wel geduldig maar niet oneindig groot
- Logarithmische weergave gaat niet helpen

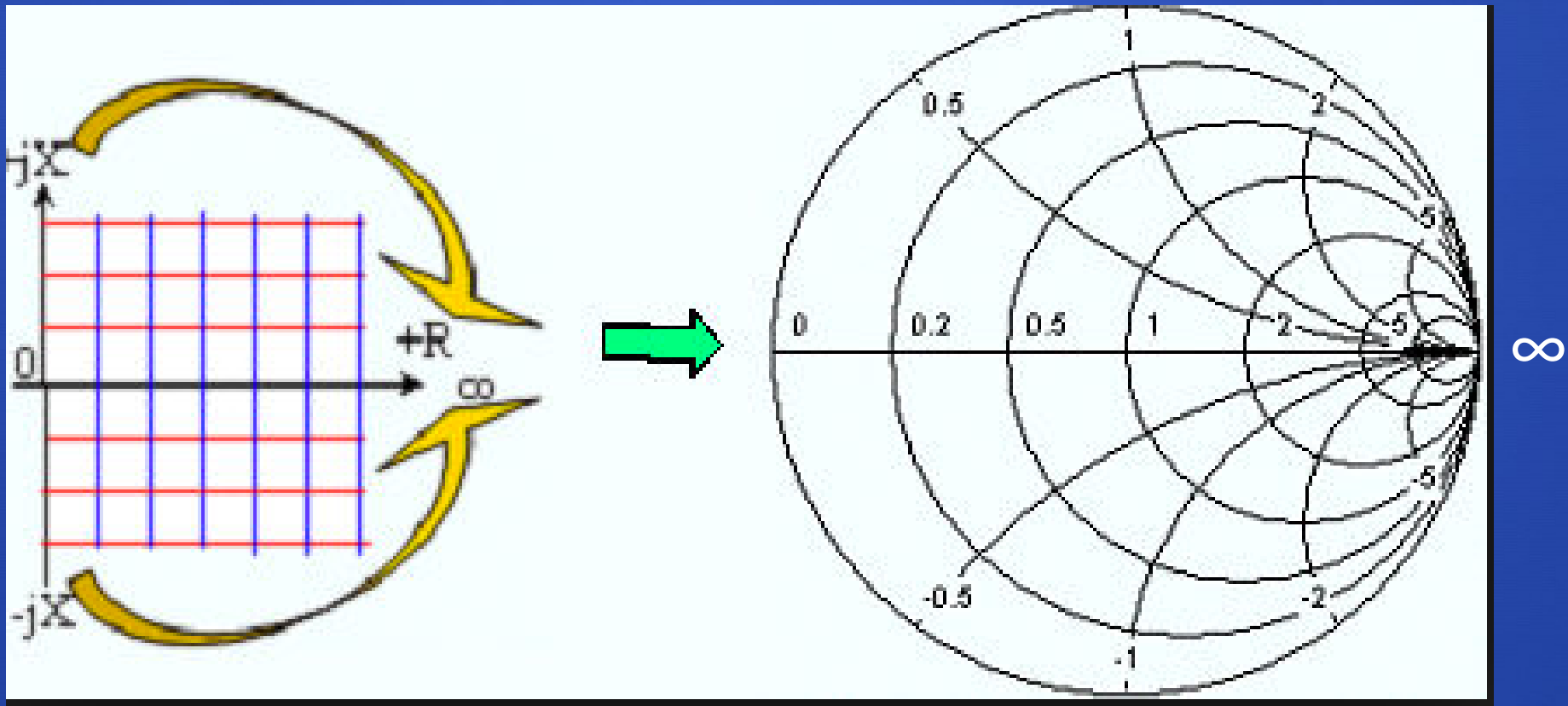


Grafische weergave van complexe impedanties

- Waarden tussen $-j\infty$ en $+j\infty$ inclusief 0

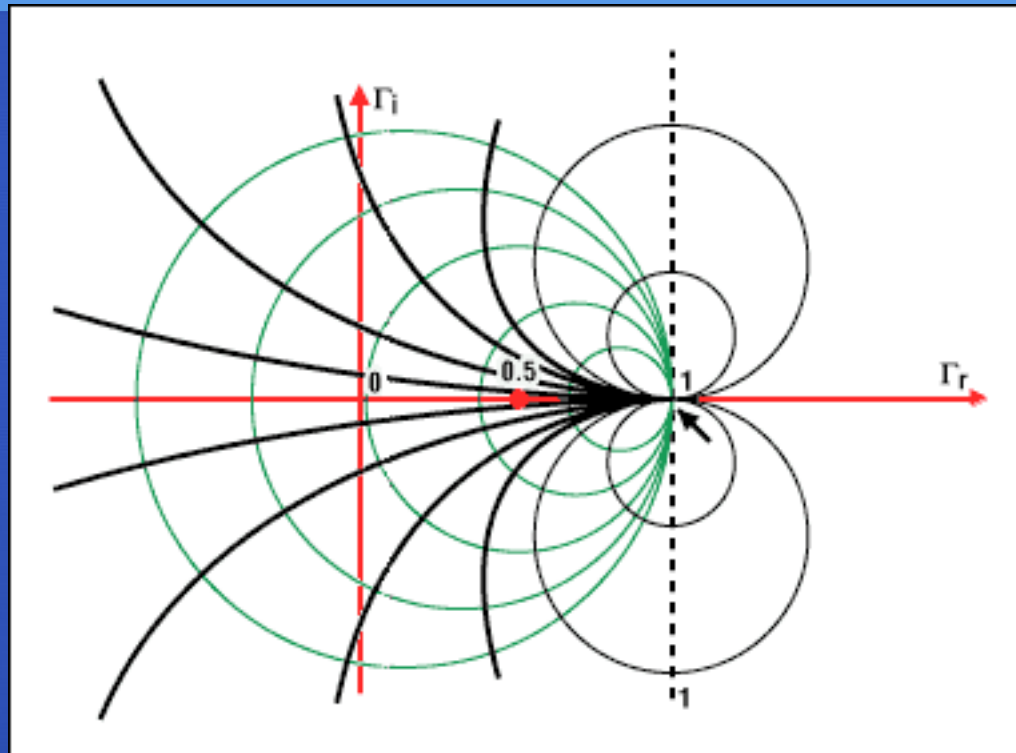


Conversie naar Smith Chart



Smith Charts zijn genormaliseerd

Mathematische achtergrond



De Smith Chart

$$Z = R \pm j X$$

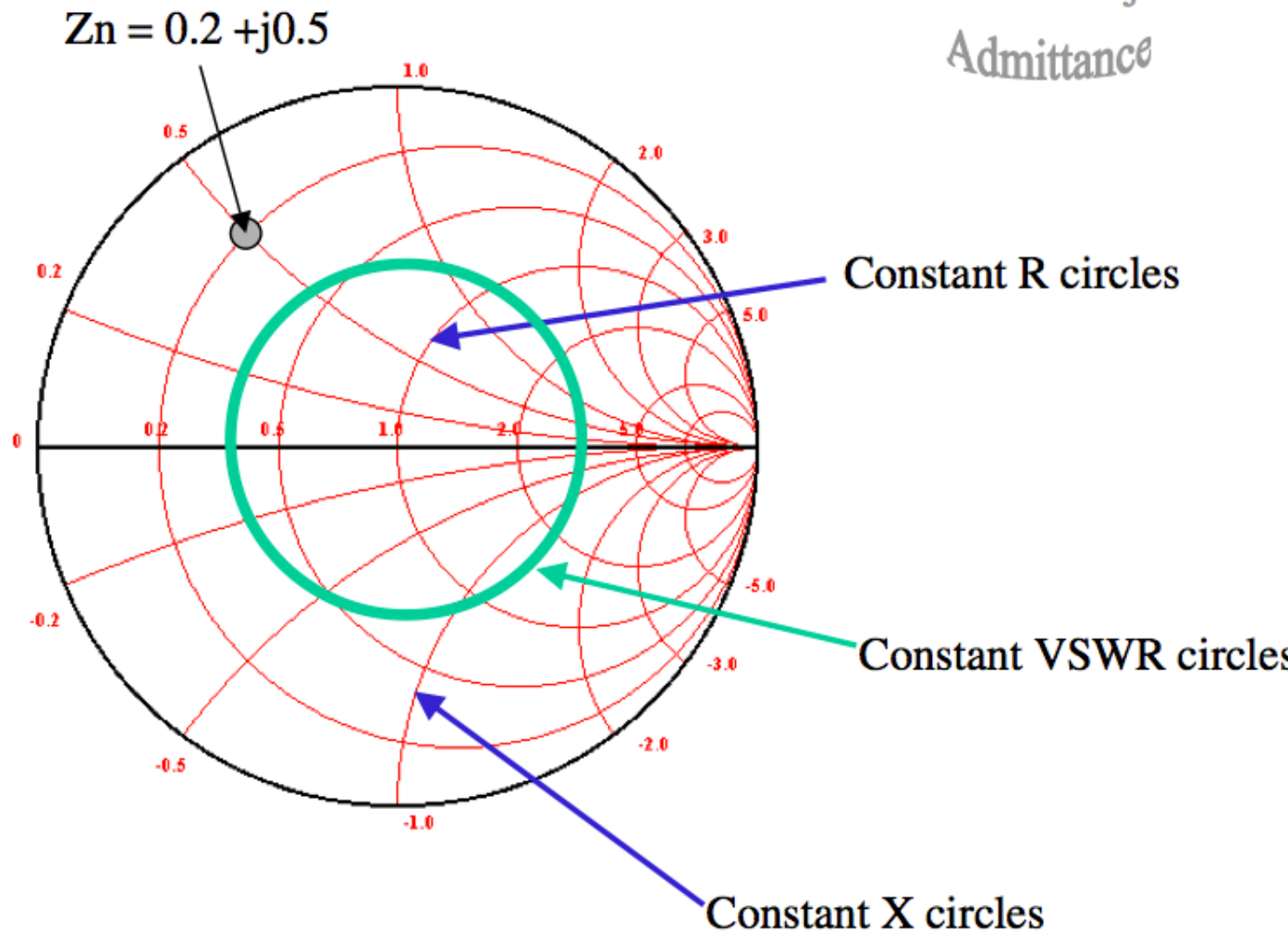
Impedance

The chart is normalized (Z_n) so that any characteristic impedance (Z_0) can be used.

$$Z_n = \frac{R}{Z_0} \pm j \frac{X}{Z_0}$$

$$Y = G \pm j B$$

Admittance



Impedantie regio's

Inductantie $j\omega L$ heeft een positieve imaginaire waarde en ligt in bovenste impedantie helft

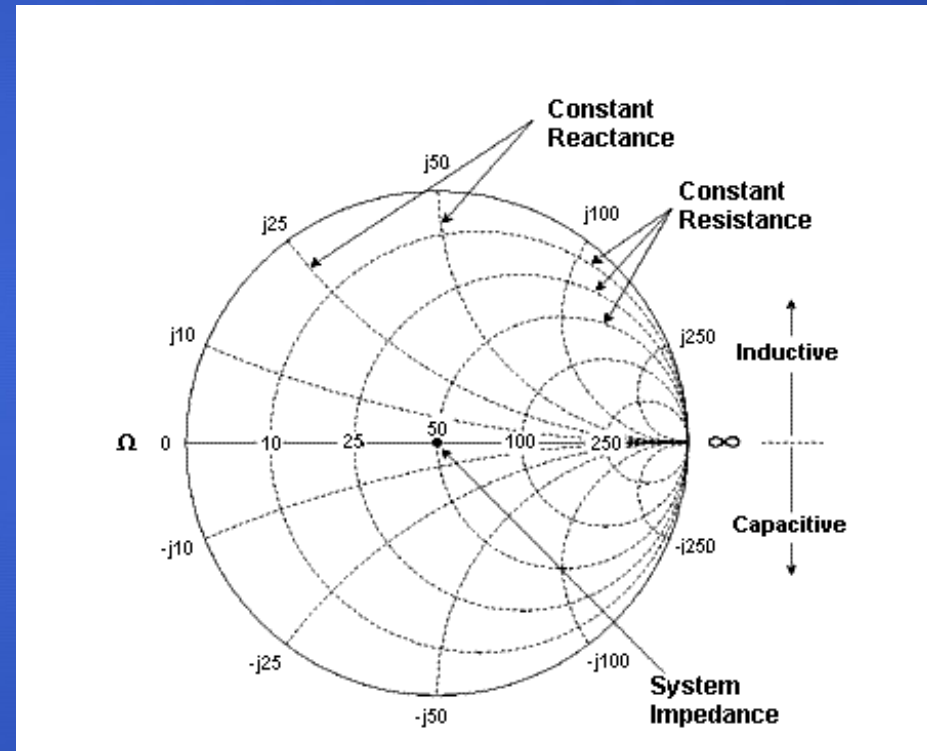
Capacitantes $1/j\omega C = j/j^* \omega j C = j/-\omega C = -j/\omega C$
 En heeft dus een negatieve imaginaire waarde
 en ligt in onderste impedantie helft

Puur reële impedanties (weerstand)
liggen op de horizontale scheidslijn tussen
inductieve en capacitieve regio's

De gestippelde cirkels die de horizontale as doorsnijden representeren impedanties met constante reële waarde

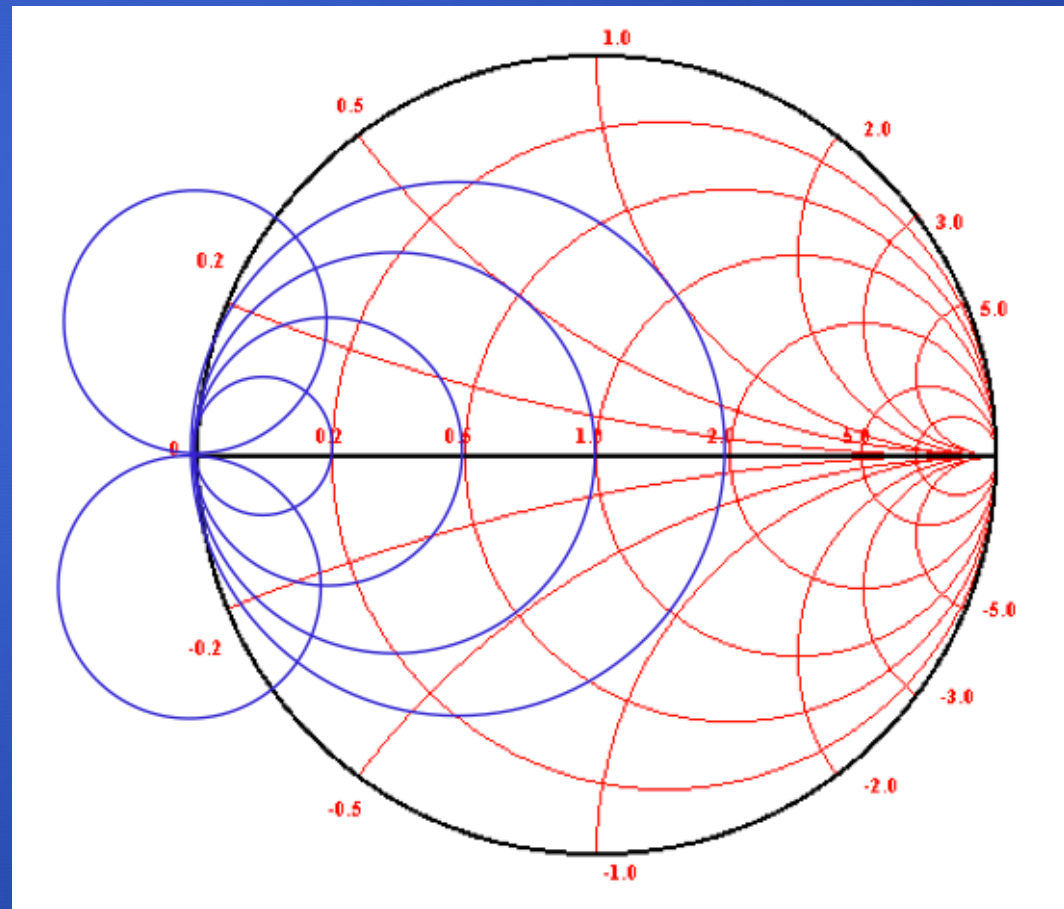
De gestippelde bogen die tangential met de horizontale as lopen vergenwoordigen impedanties met constante reactanties

Het Seminar B&D van 14



Susceptanties en conductanties

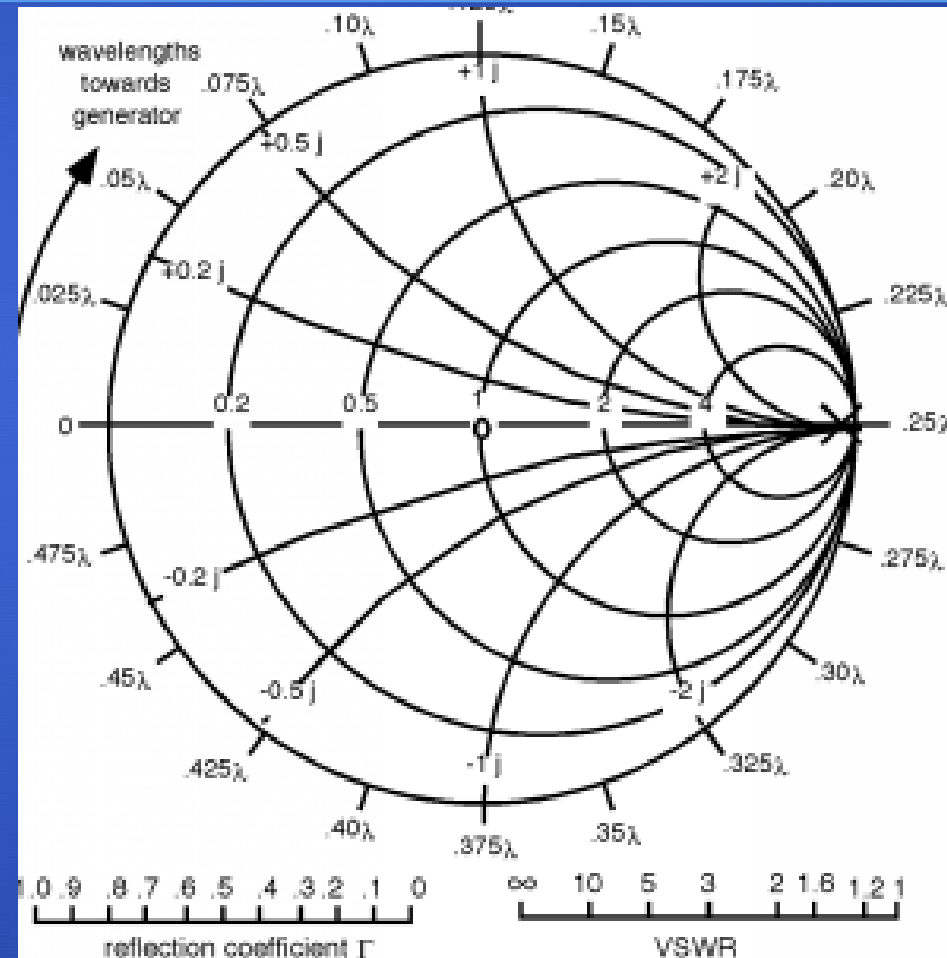
Er is ook een
gespiegelde kaart
(in blauw) dat geen
constante
weerstands en
reactantiecirkels
heeft maar cirkels
met constante
geleidbaarheid en
susceptantie



Golflengte schaal

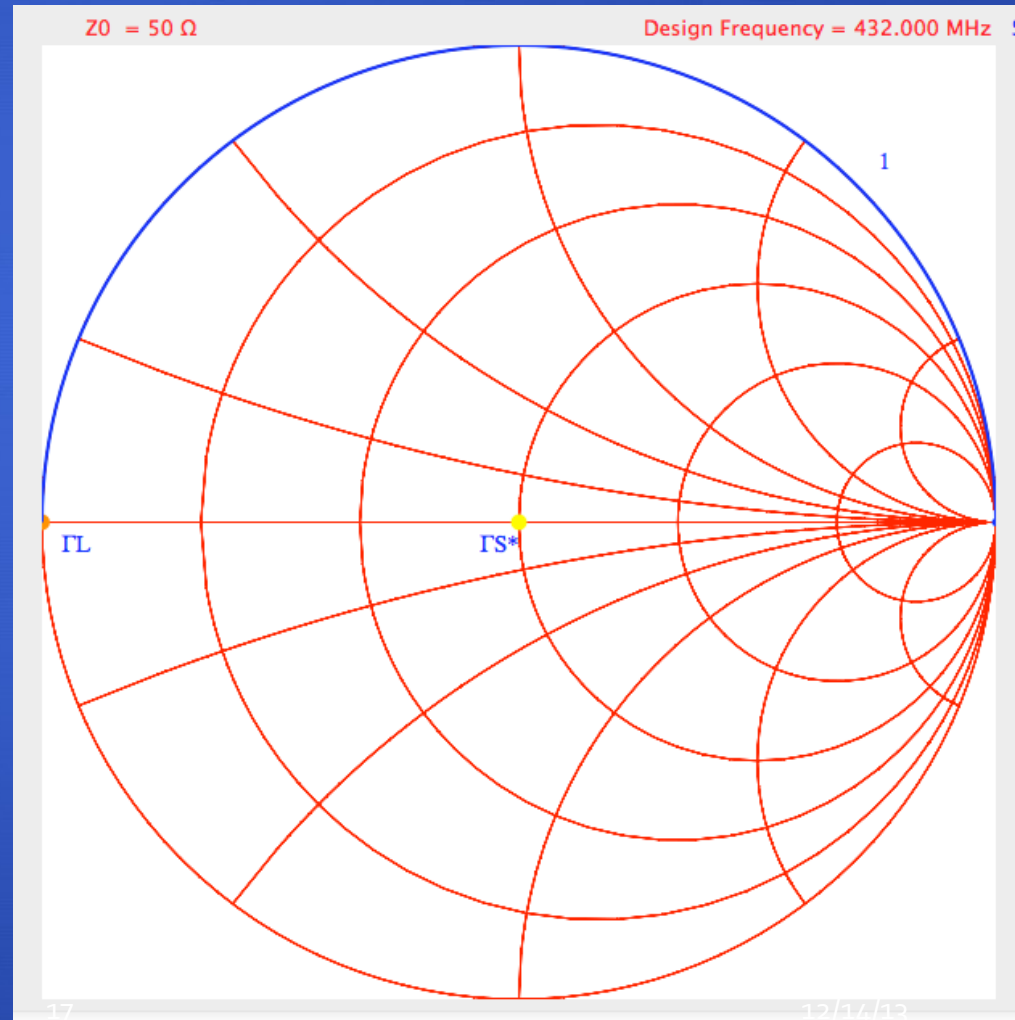
Aan de buitenkant bevinden zich twee
golflengte schalen met lengte $0,500 \lambda$:
TOWARDS GENERATOR die
rechtsom draait
TOWARDS LOAD die linksom draait

Extra's: radiale schalen (passer van zolder
halen)
Reflection Coefficient Γ
VSWR



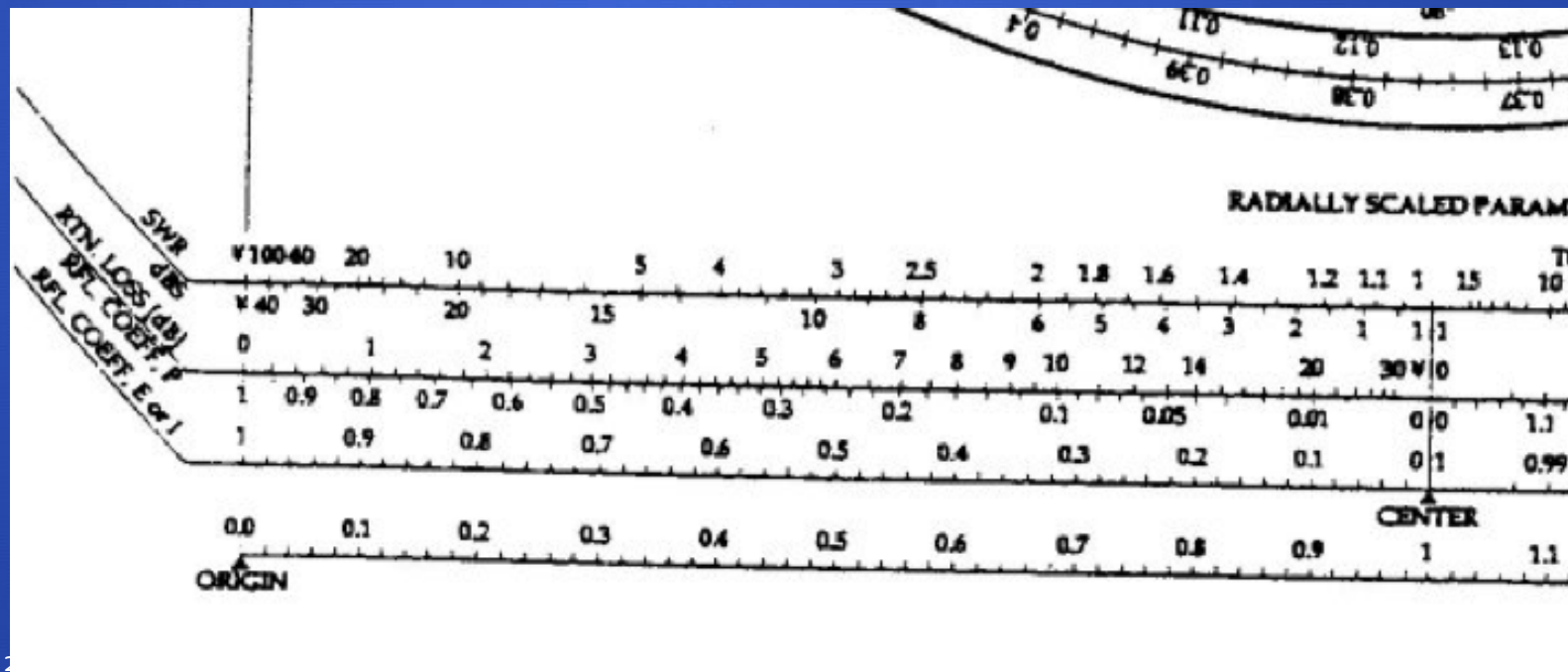
Hoe ziet de generator de Load?

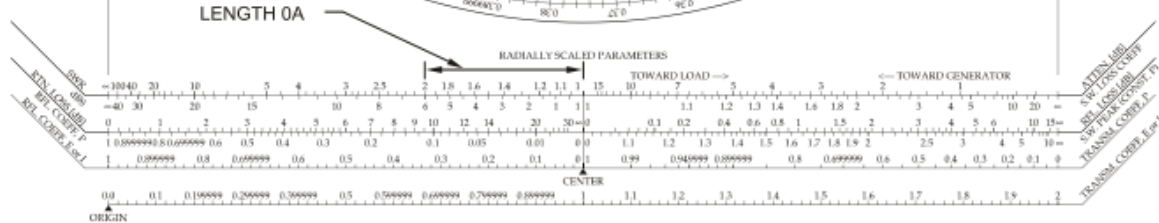
- Load is $0\ \Omega$
- Lijn is $0,25\ \lambda$
- Generator ziet $\infty\ \Omega$
- Wat als Load open is?
- Wat als lijn $= \lambda/2$?



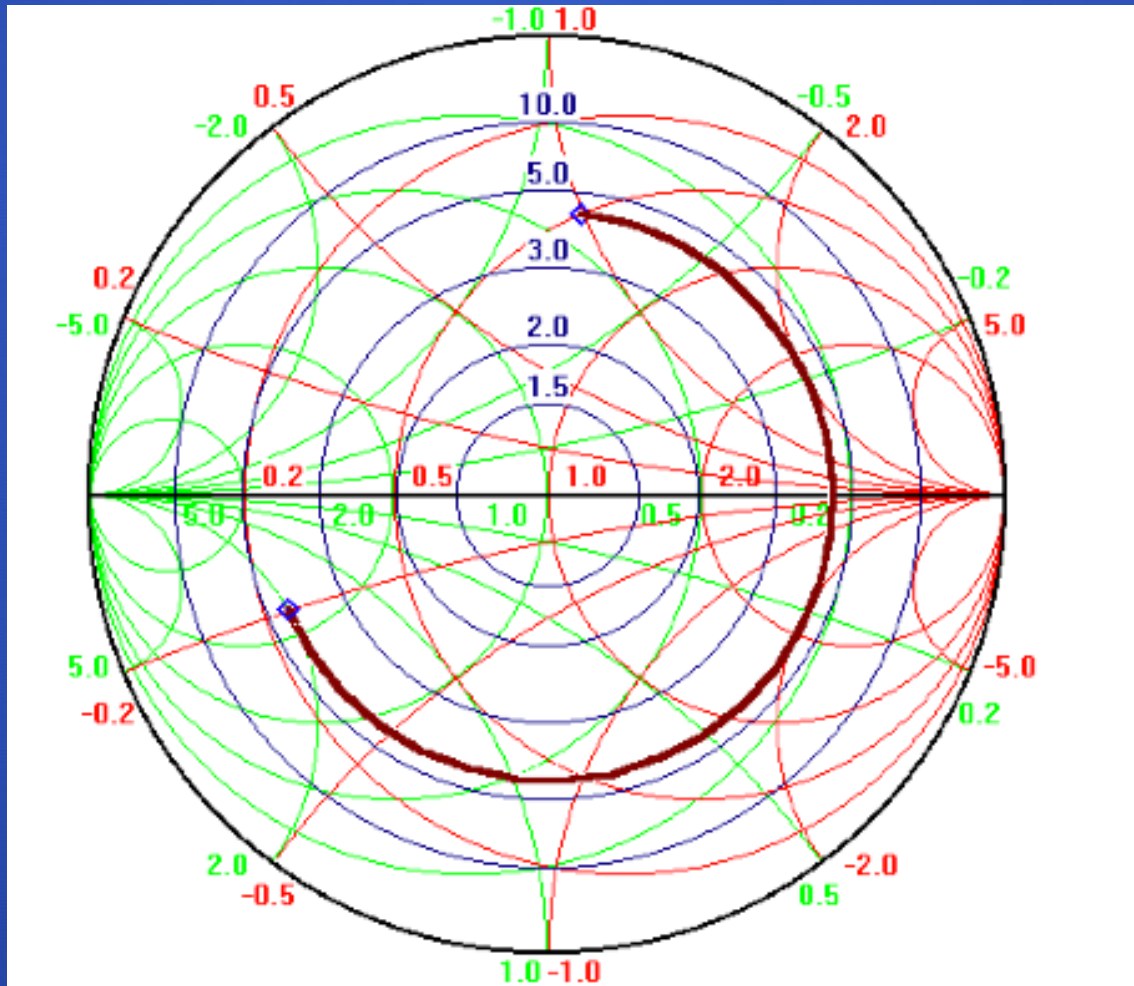
Linker schaal radiale schaal

- SWR
- Return Loss
- Reflection Coefficient





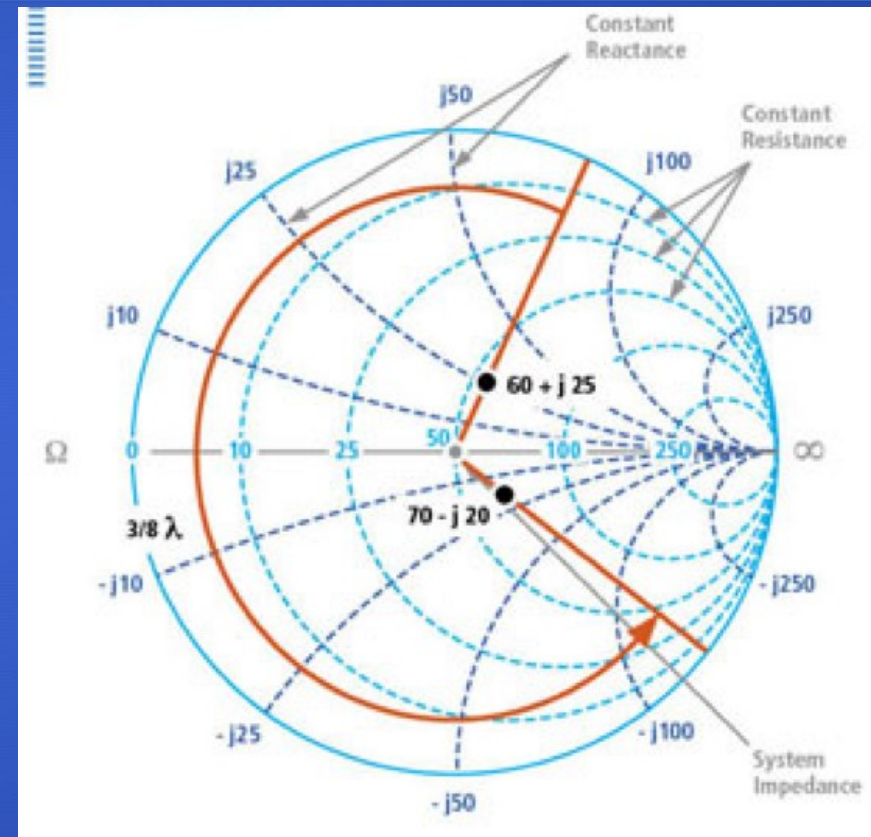
SWR Circles



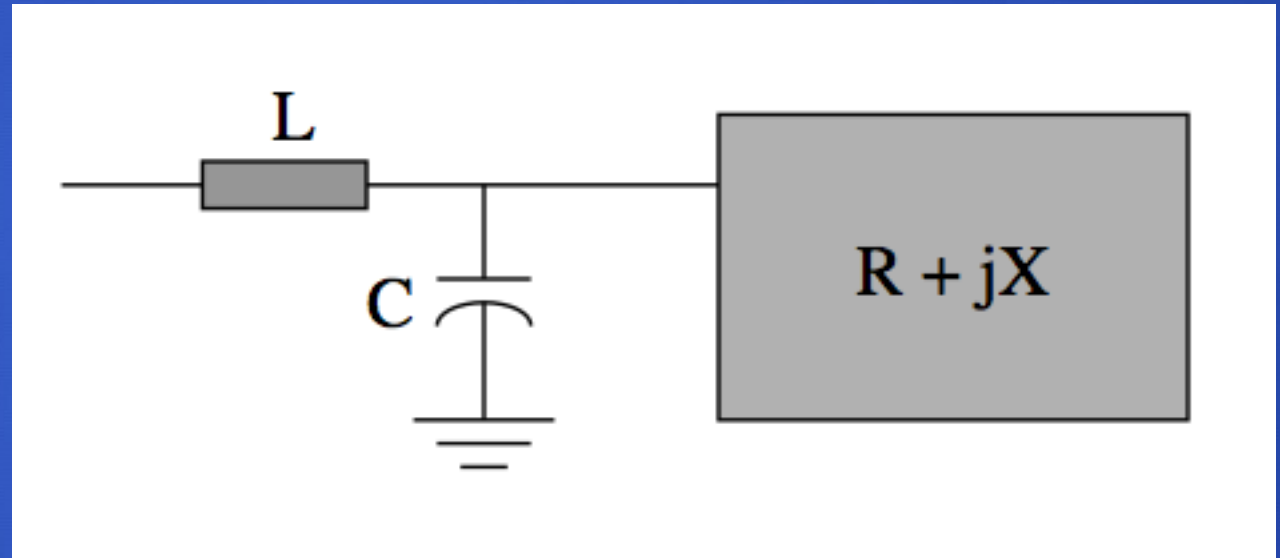
Lijn Impedantie transformatie

- Lijn van $3/8 \lambda$ 50 Ohm coax load tussen antenne en shack
- Impedantie in shack is $60 + j25 \Omega$
- Wat is impedantie van antenne?
- Ga 3.8λ linksom (towards load) vanaf meetpunt (shack)
- Kom uit bij $70 - j20 \Omega$
- Simpele Smith Chart methode vervangt

$$Z_{in} = Z_0 \times \frac{Z_L \cosh(\eta \ell) + Z_0 \sinh(\eta \ell)}{Z_L \sinh(\eta \ell) + Z_0 \cosh(\eta \ell)}$$



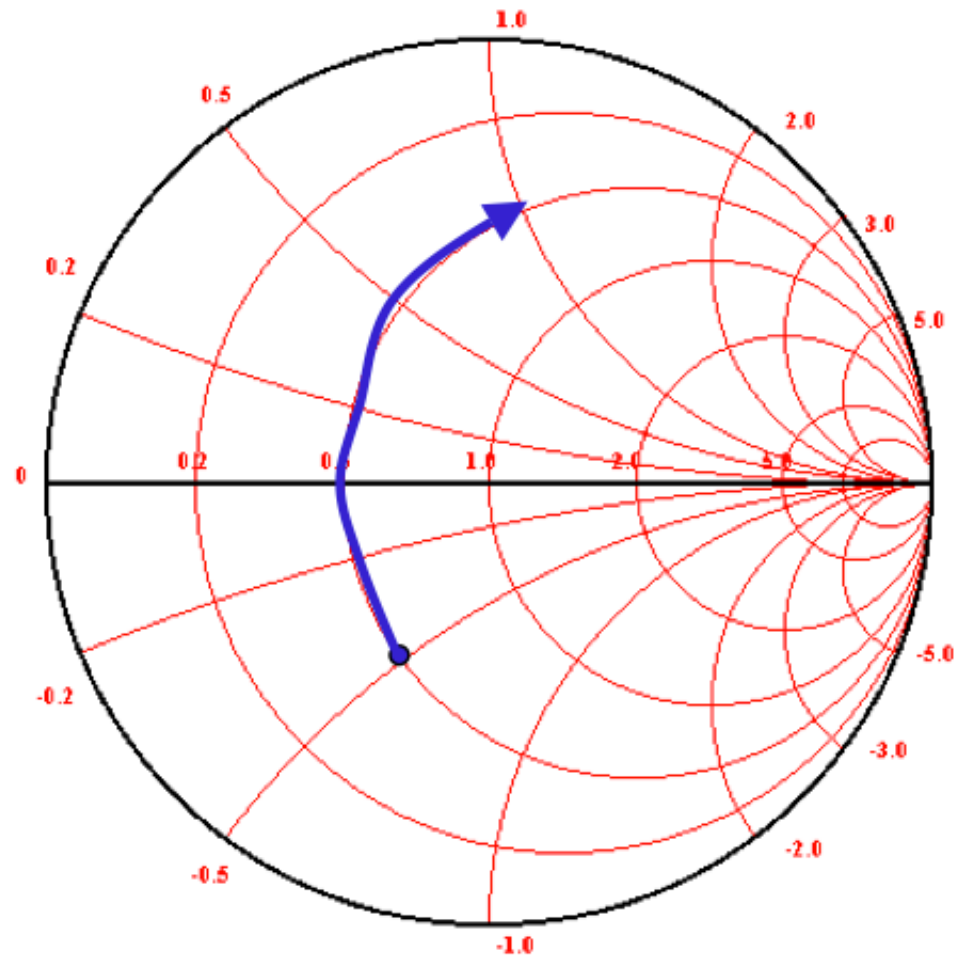
Aanpassingsnetwerk



- Met 1 of 2 reactieve componenten kan elke impedantie aangepast worden

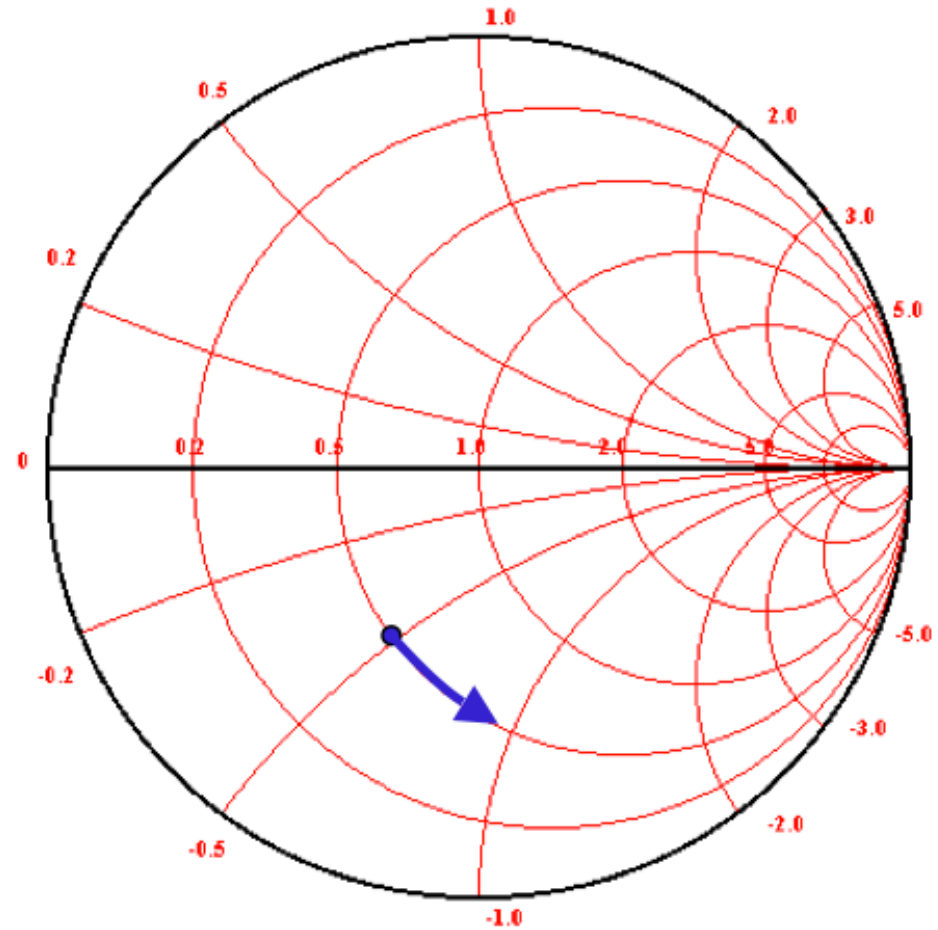
Spoel in serie

- Beweeg in het Smith Diagram met de wijzers van de klok mee langs een cirkel met constante weerstand



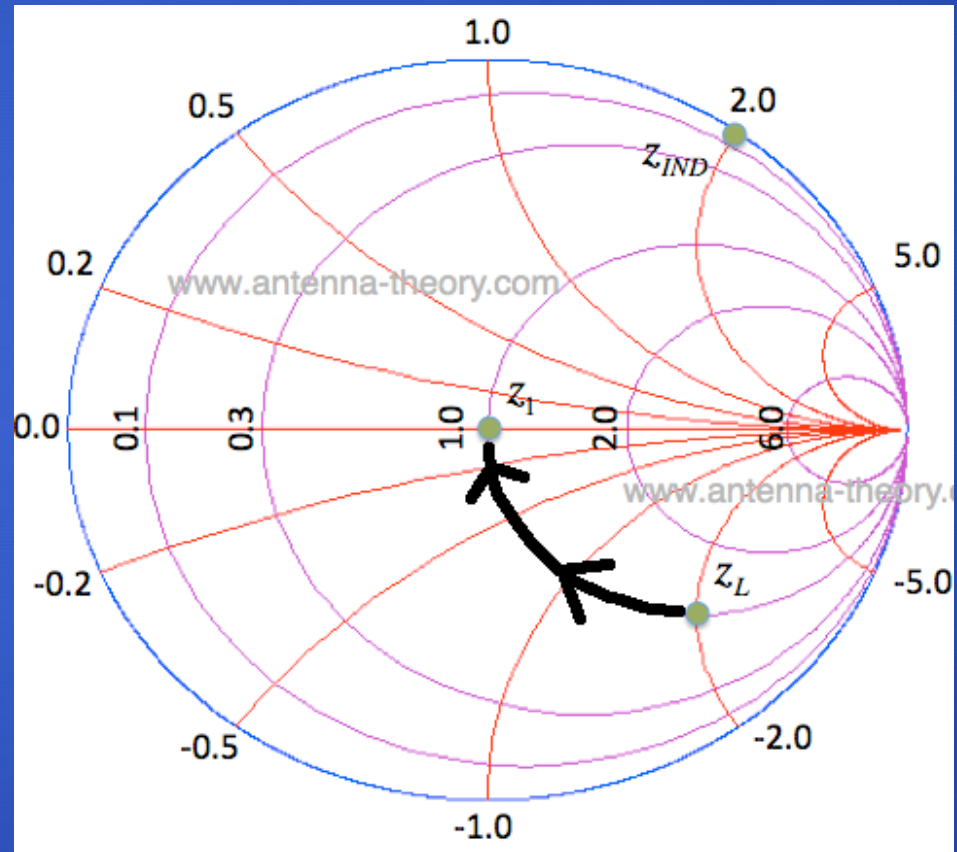
Condensator in serie

- Beweeg tegen de wijzers van de klok in langs cirkel met constante weerstand



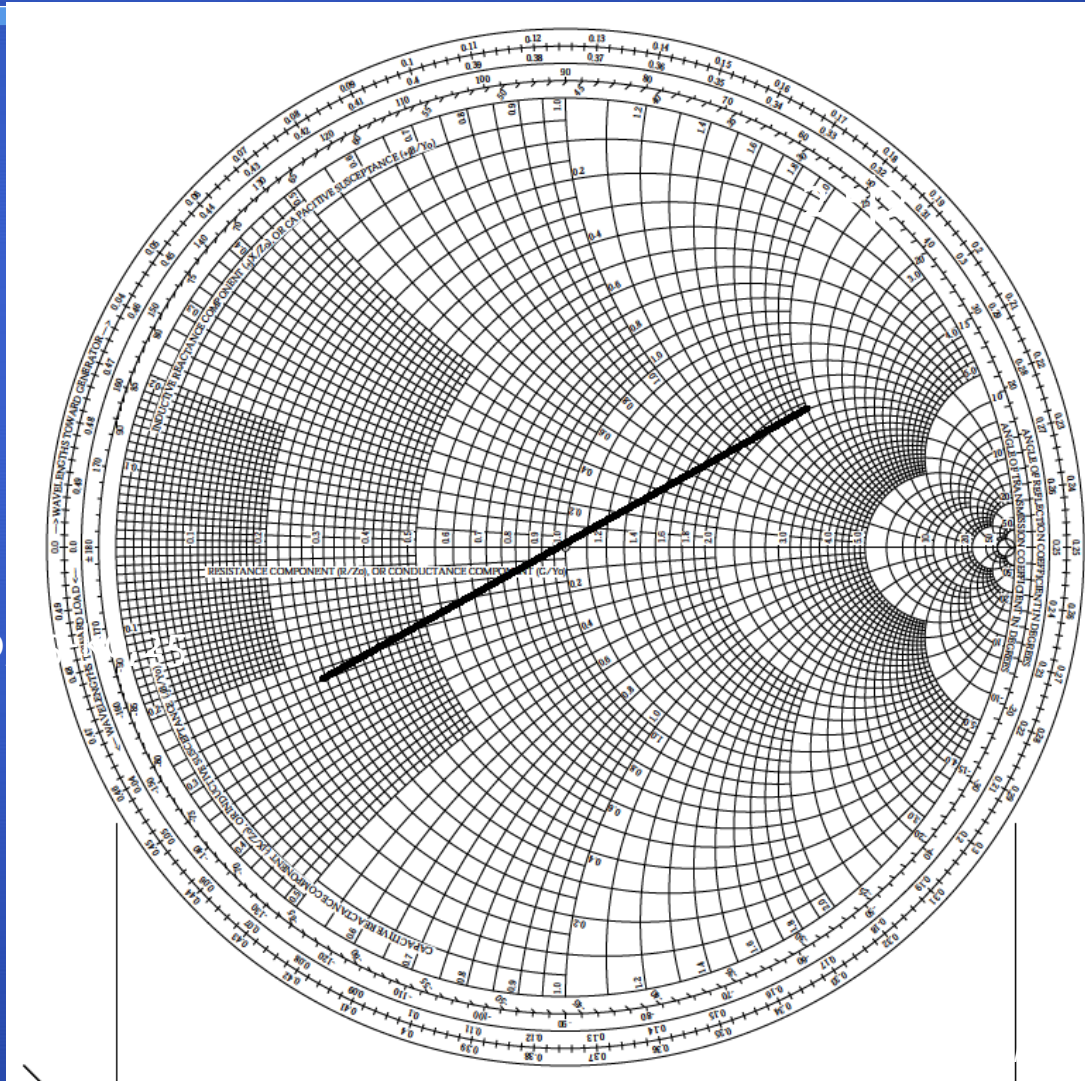
Capacitieve Antenne $Z = 50\Omega - j100\Omega$

- Genormaliseerd $1-j2$
- Spoel van $+2\text{ j}$ in serie
 $\Rightarrow +j200\Omega$
- Rechtsom voegt inductiviteit toe
- Linksom voegt capaciteit toe



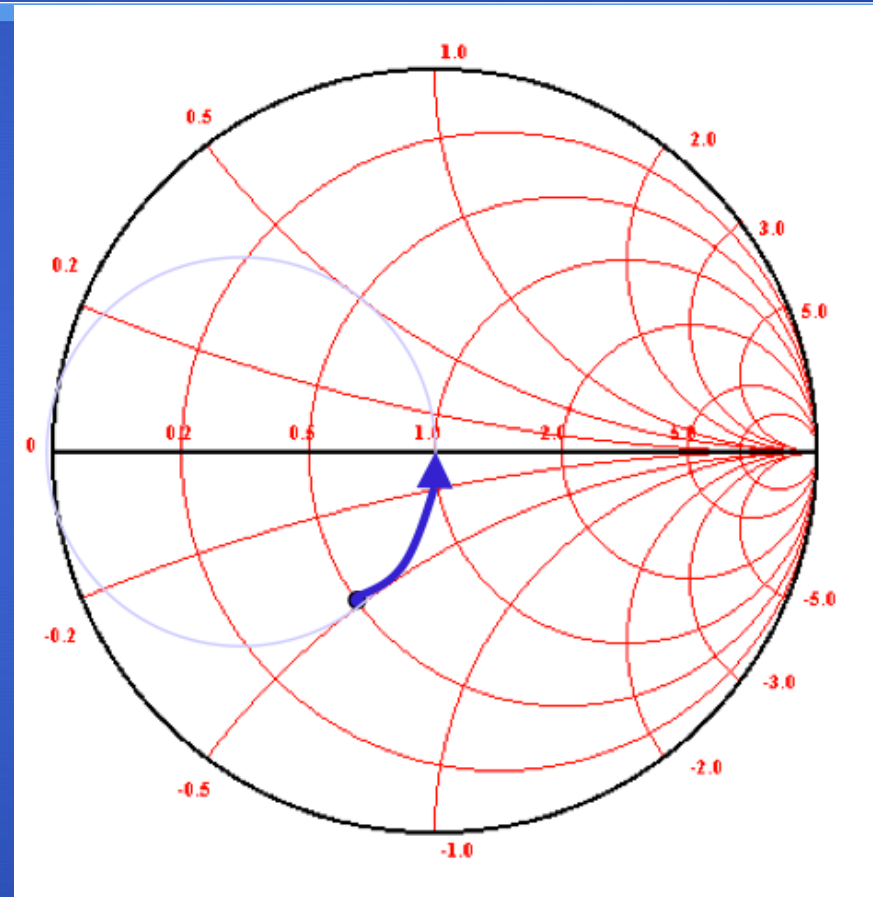
Impedantie converteren naar admitantie

- Impedantie $2+j2$
- $\Rightarrow$ admitantie $0,25 - j0,25$
- Let op: negatieve admitanties zijn inductiviteiten en positieve zijn capaciteiten



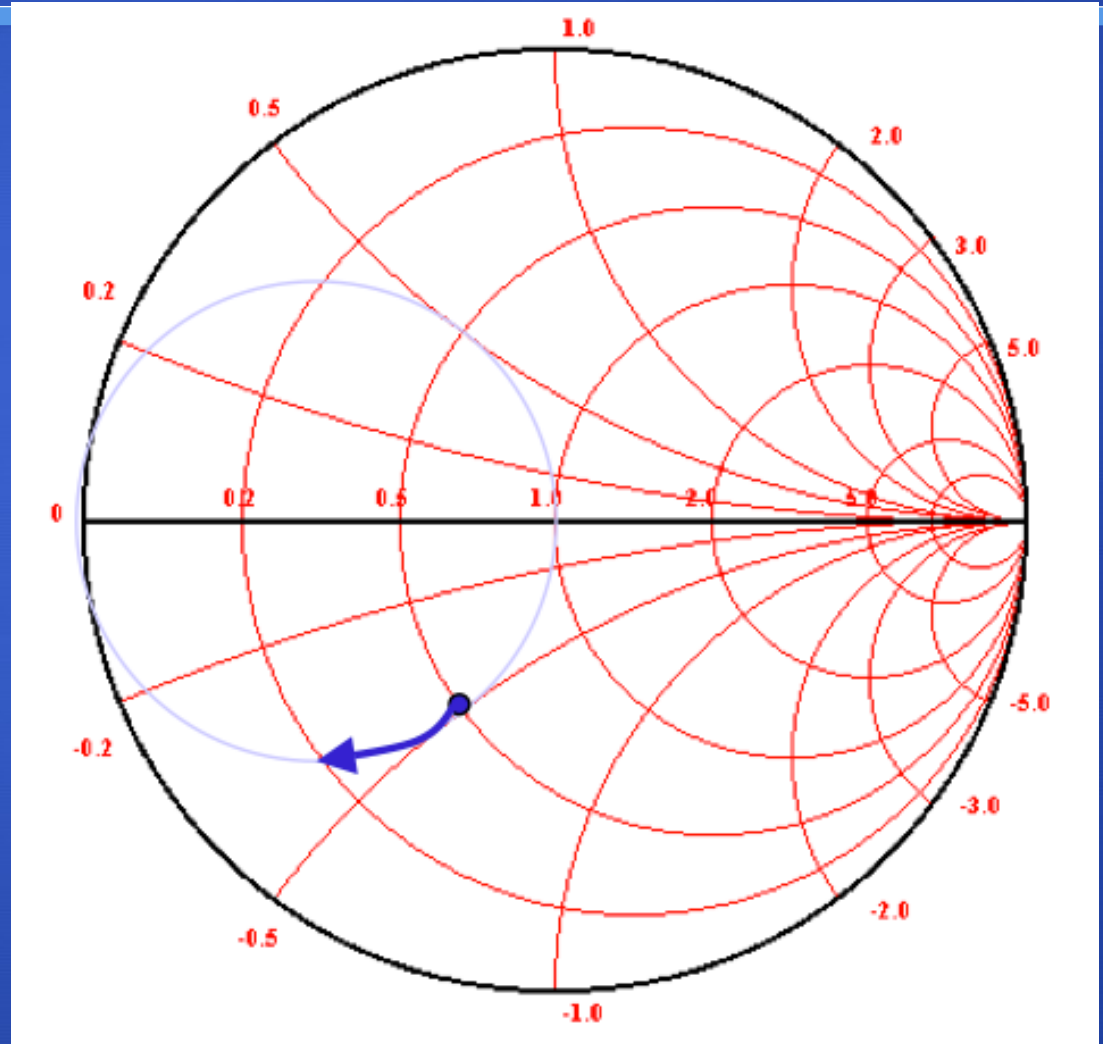
Parallel spoel

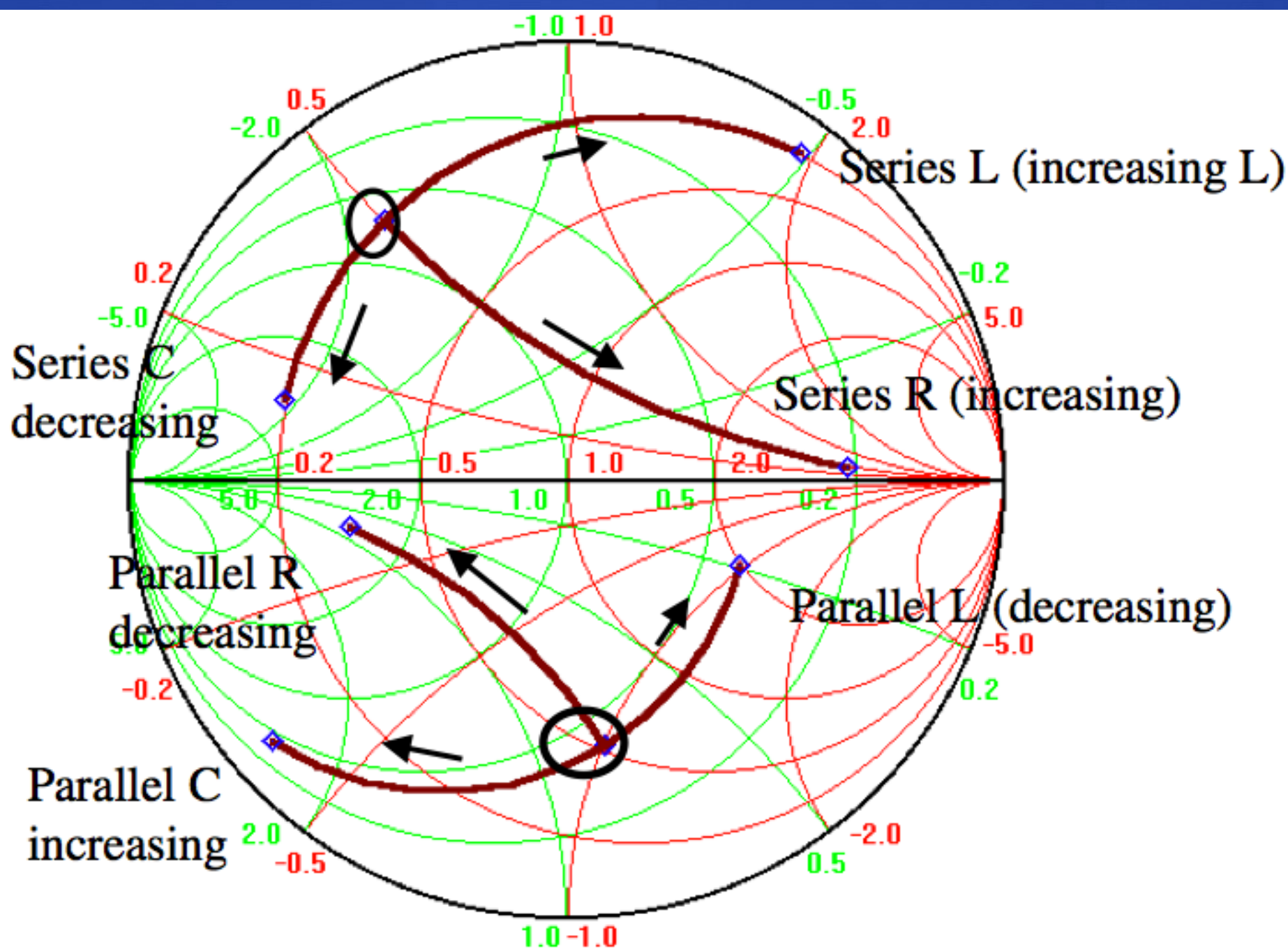
- Draait tegen de wijzers van de klok in over cirkel met constante geleidbaarheid



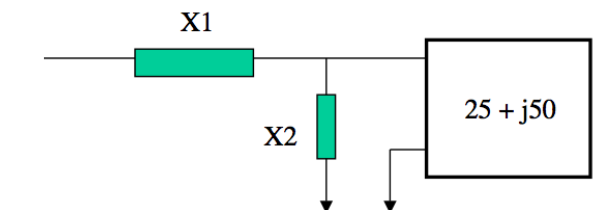
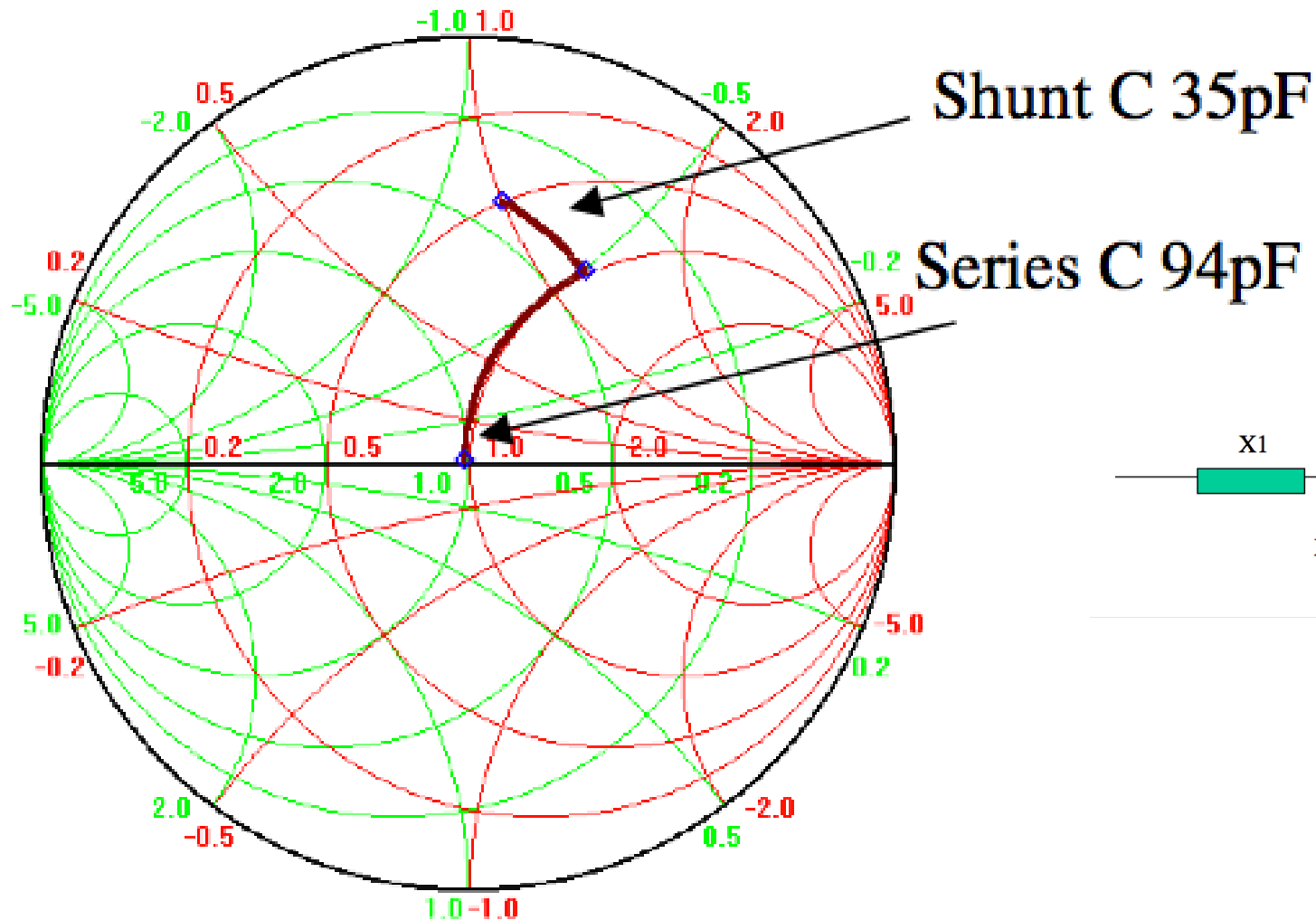
Condensator parallel

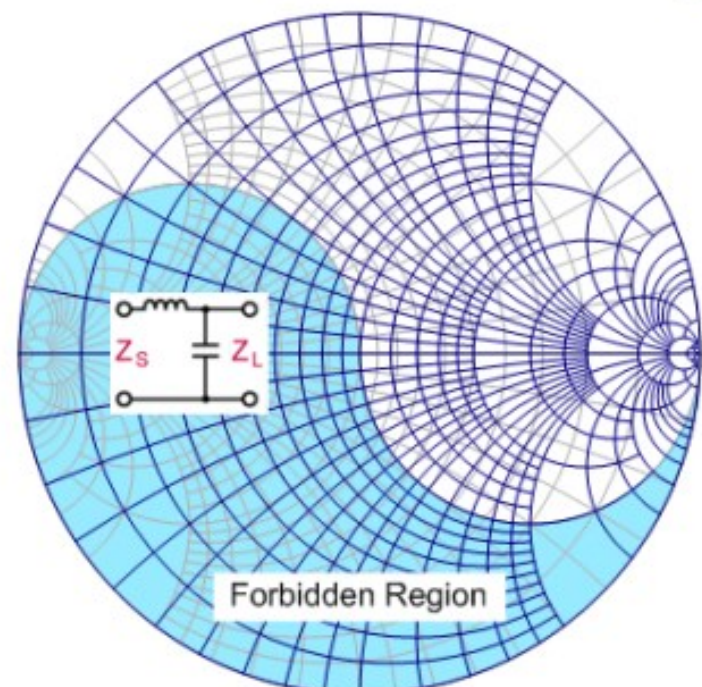
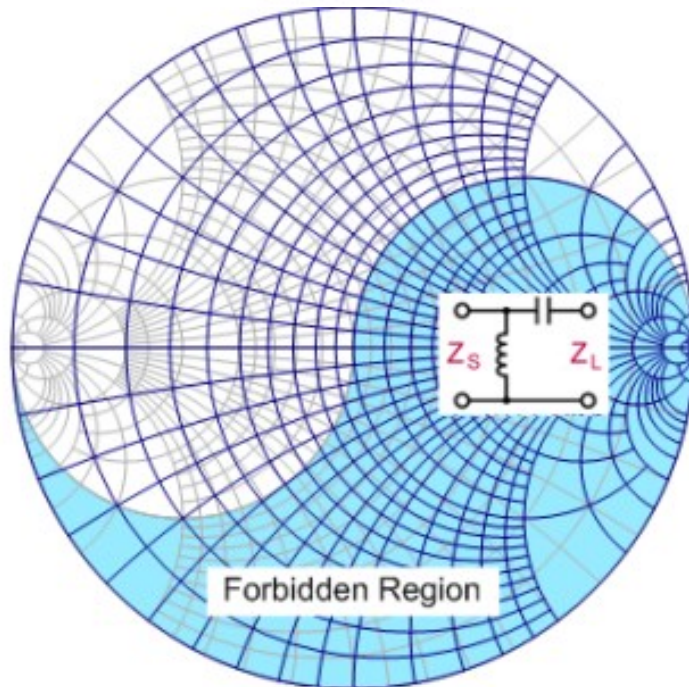
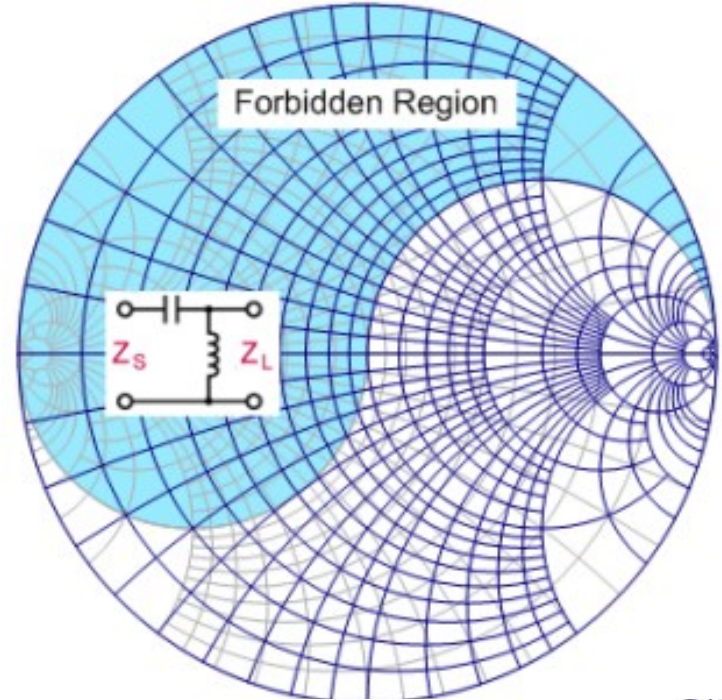
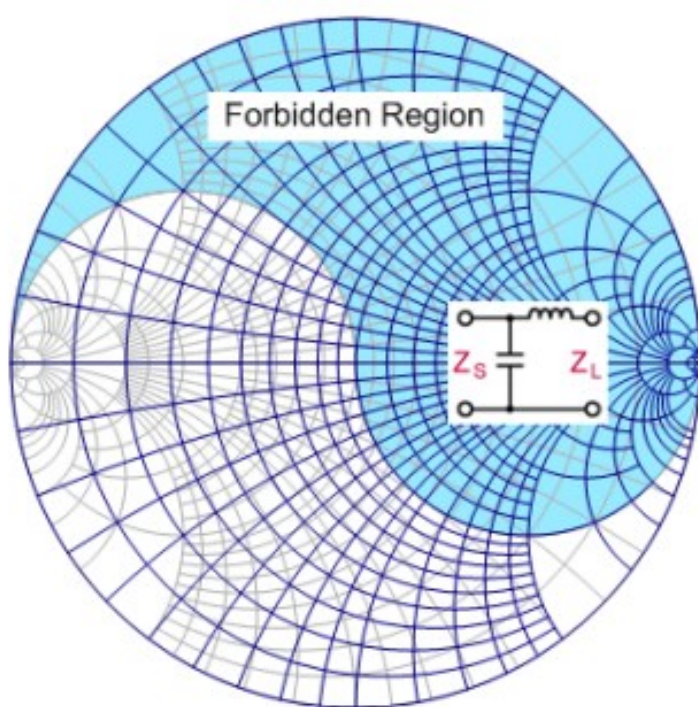
- Draait met de wijzers van de klok mee over cirkels met constante geleidbaarheid

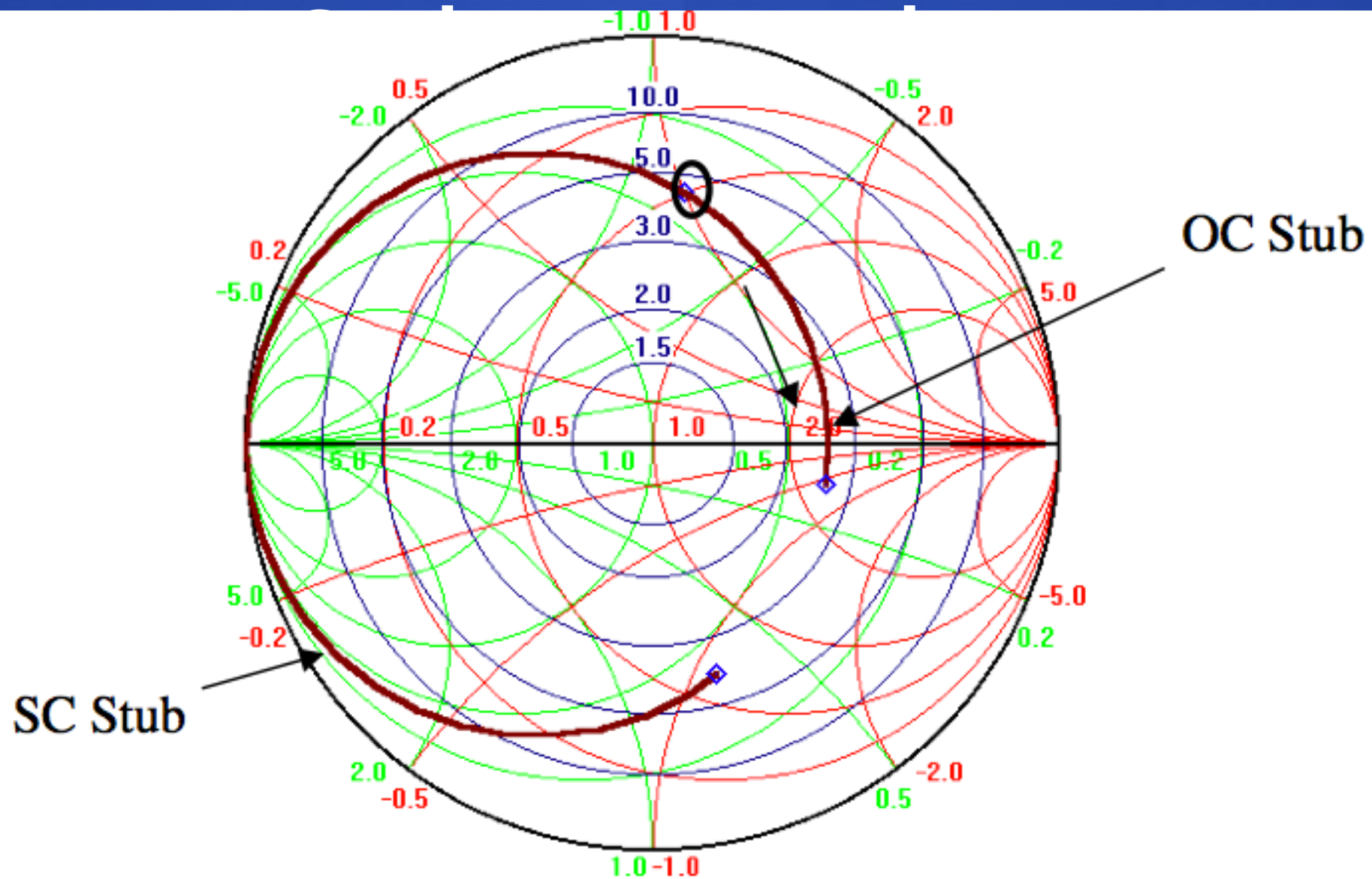




Aanpassing $25+j50$ @ 28MHz







Matching with stubs only

