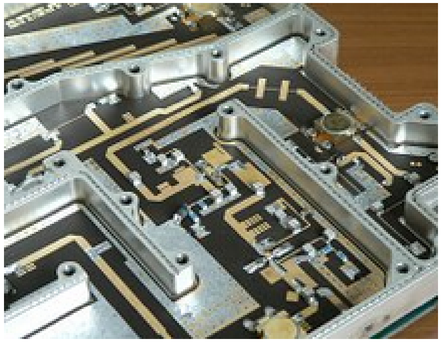
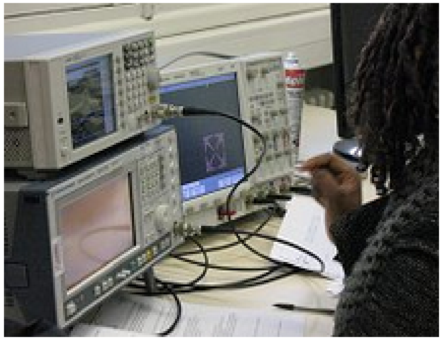
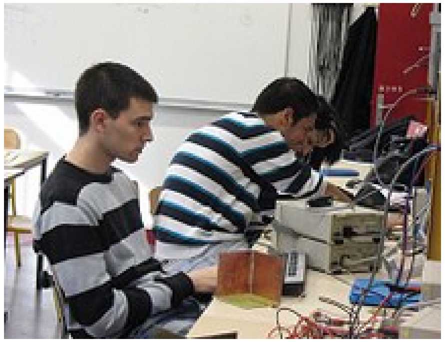
Mesures en hyperfréquences







Utilisation de l'abaque de Smith

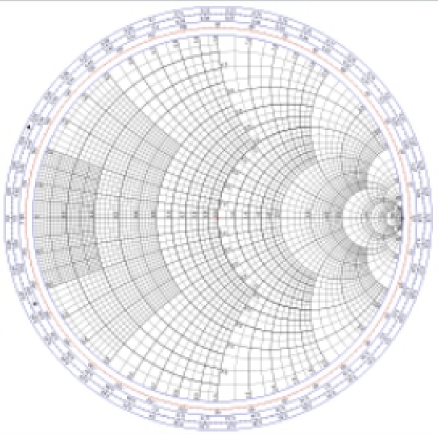
Franck Daout
fdaout@parisnanterre.fr

https://cva-geii.parisnanterre.fr/

CFD - Bourges

Pourquoi utiliser l'abaque de Smith?

Phillip Hagar Smith
(1905, 1987)



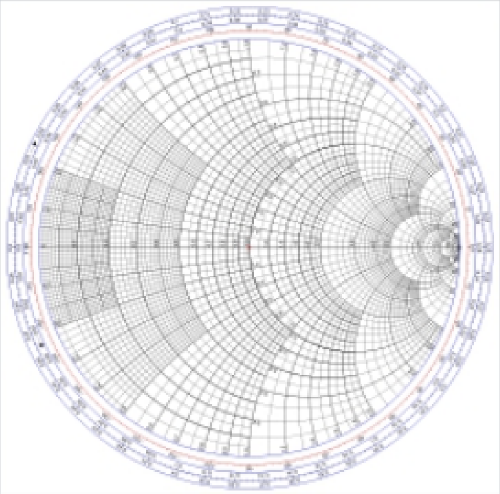
Intérêt ? éviter les calculs compliqués pour :

- **Déterminer :**
  un coefficient de réflexion connaissant Z
  Z connaissant le coefficient de réflexion
  Zeq = Z1 + Z2
  Yeq = Y1 + Y2
  ...

- **Concevoir un circuit d'adaptation d'impédance**

Les conditions d'utilisation ?

Phillip Hagar Smith
(1905, 1987)



Les conditions pour utiliser l'abaque

- **Propagation guidée**
  Lignes coaxiale, micro-ruban...
- **Régime sinusoïdal**
- **Dans le cadre de la formation : pas d'atténuation par propagation**

Rappel sur les impédances

Composant idéal	Résistance $R(\Omega)$	Bobine Inductance L (H)	Condensateur Capacité C(F)
Impédance (Ω) $Z = R + j X$	$Z_R = R$ $X_R = 0$	$Z_L = jL\omega$ $R_L = 0$ $X_L = L\omega$	$Z_C = 1/(jC\omega) = -j/(C\omega)$ $R_C = 0$ $X_C = -1/(C\omega)$
Admittance ($\Omega^{-1} = S$) $Y = G + j B$	$Y_R = 1/R$ $B_R = 0$	$Y_L = 1/(jL\omega)$ $G_L = 0$ $B_L = -1/(L\omega)$	$Z_C = jC\omega$ $G_C = 0$ $G_C = C\omega$

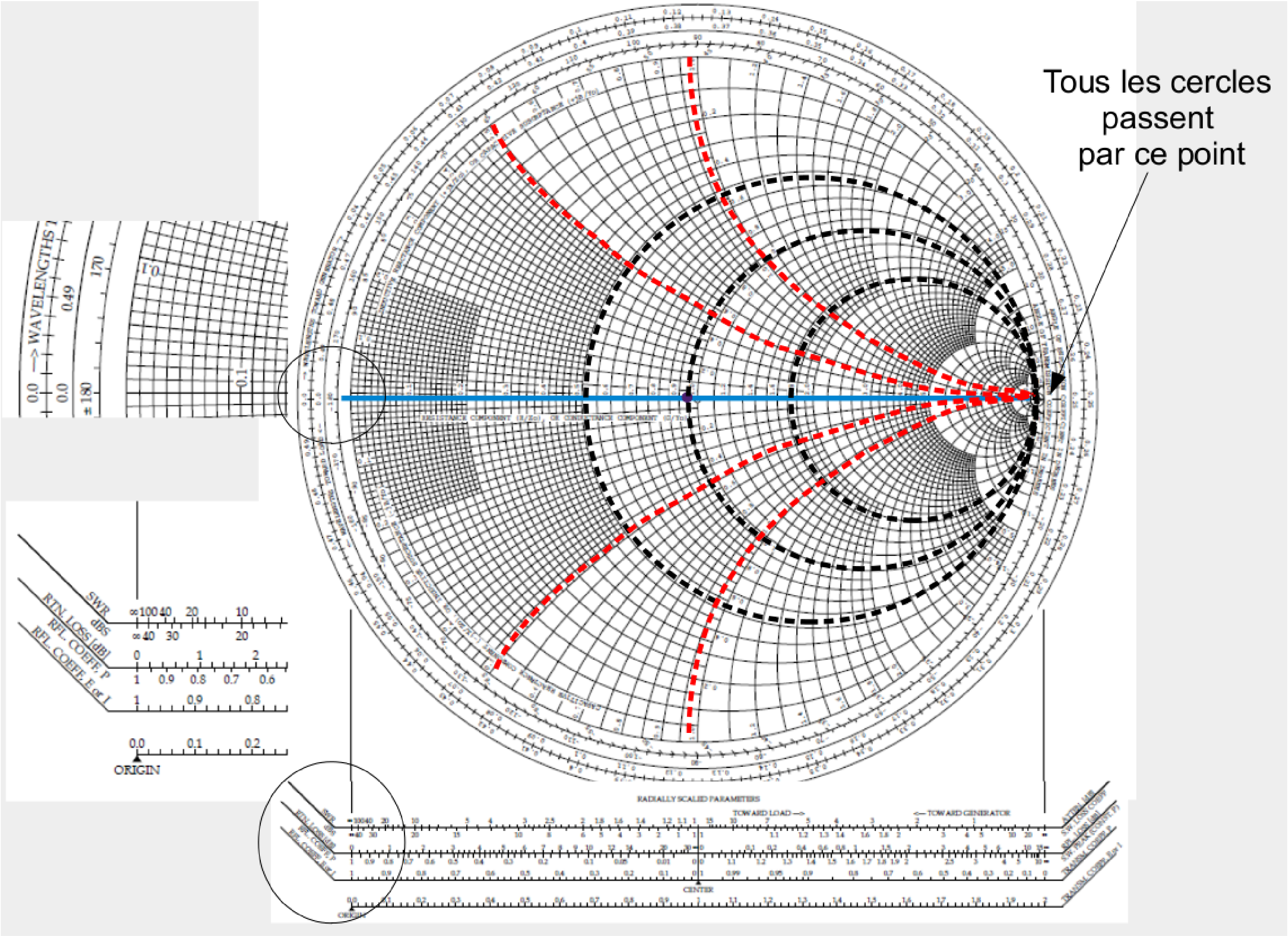
Impédance : R = résistance X = réactance
Admittance : G = conductance B = susceptance

$$Y = \frac{1}{Z}$$

$$\frac{1}{Z} \neq \frac{1}{R} + j\frac{1}{X}$$

Ne faites pas de calcul, l'abaque fournit le résultat, le bon....

Abaque de Smith



Positionner le point associé à une impédance

1) Calculer l'impédance réduite z

   Impédance $Z = R + j\,X$

   Impédance réduite : $z = Z/50 = r + j\,x$ avec $r = R/50$ & $x = X/50$

2) repérer le cercle C1 passant par $r = R/50$

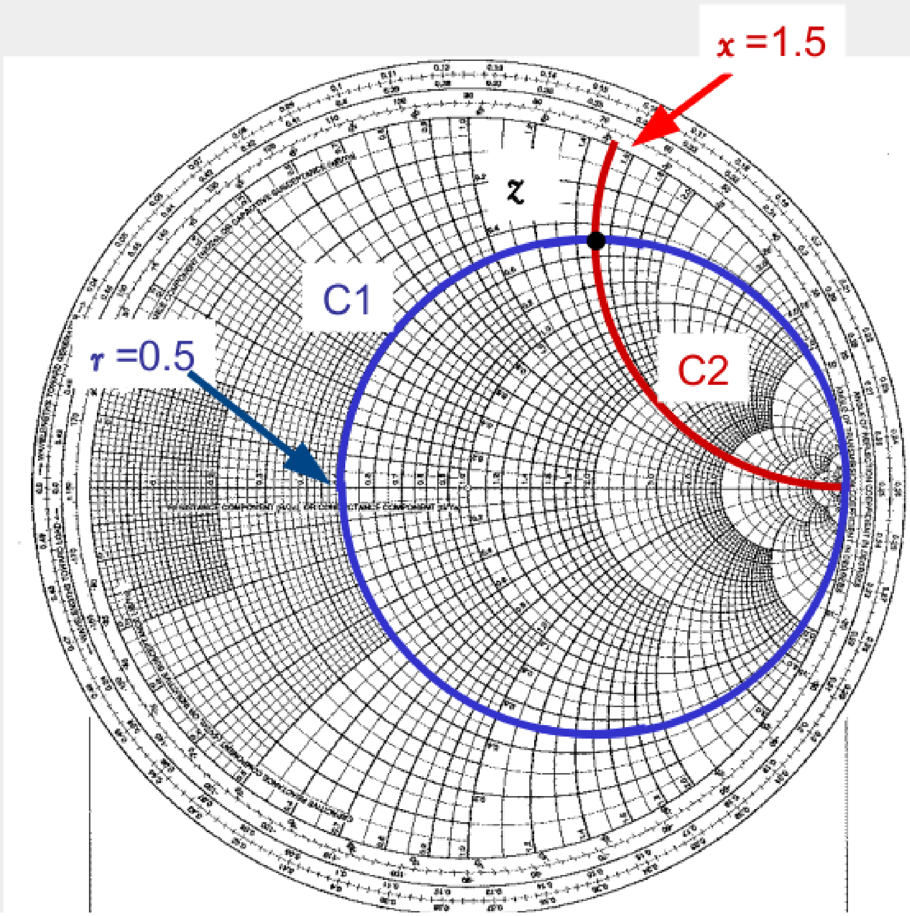
3) repérer le quart de cercle C2 passant par $x = X/50$

4) z est à l'intersection de C1 avec C2

Exemple :

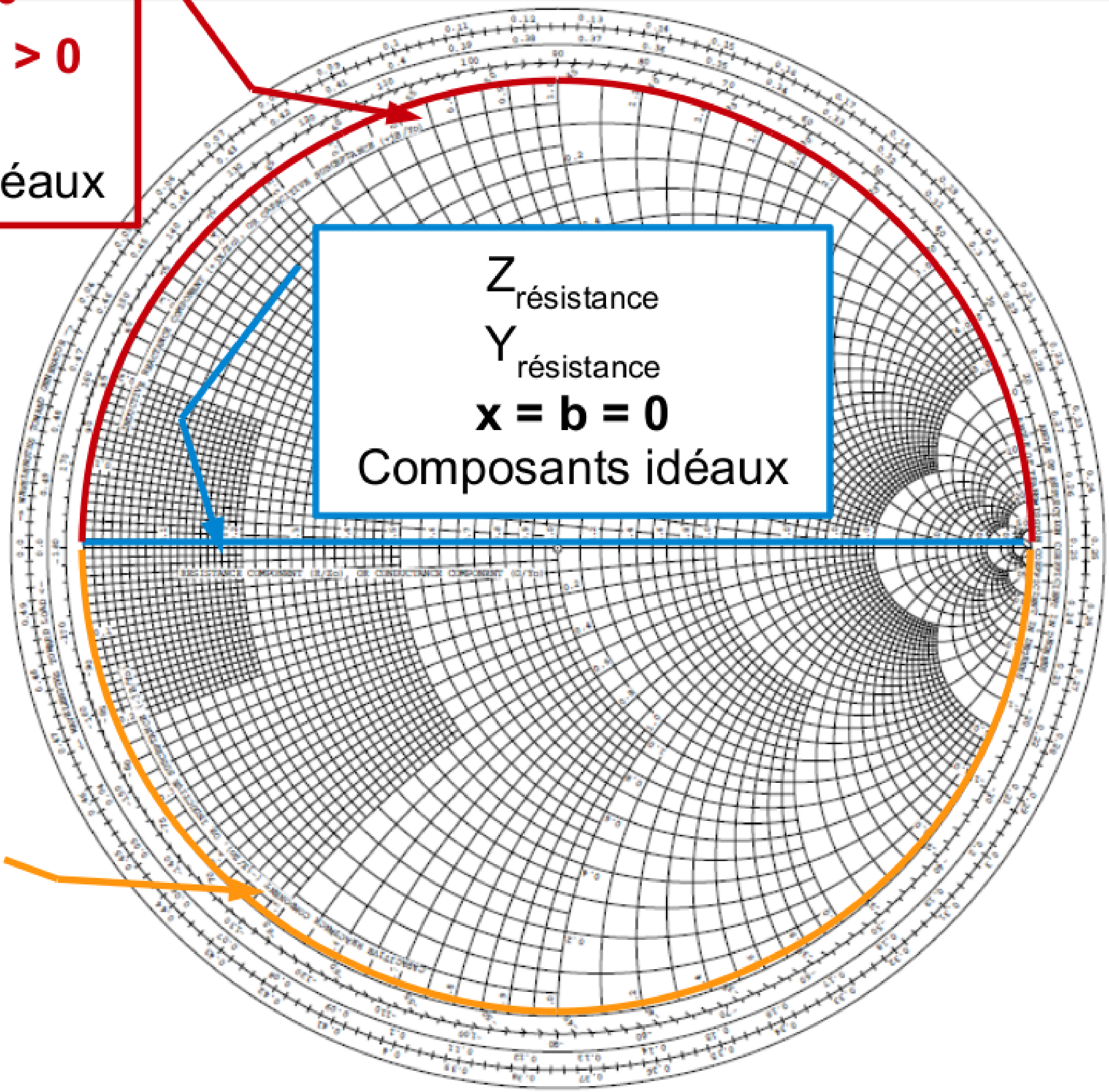
$Z(\Omega) = 25 + 75\,j$

$z = 0.5 + 1.5\,j$



Quelques lieux remarquables

Z_{bobine} : $x > 0$
$Y_{condensateur}$: $b > 0$
$r = g = 0$
Composants idéaux



$Z_{résistance}$
$Y_{résistance}$
$x = b = 0$
Composants idéaux

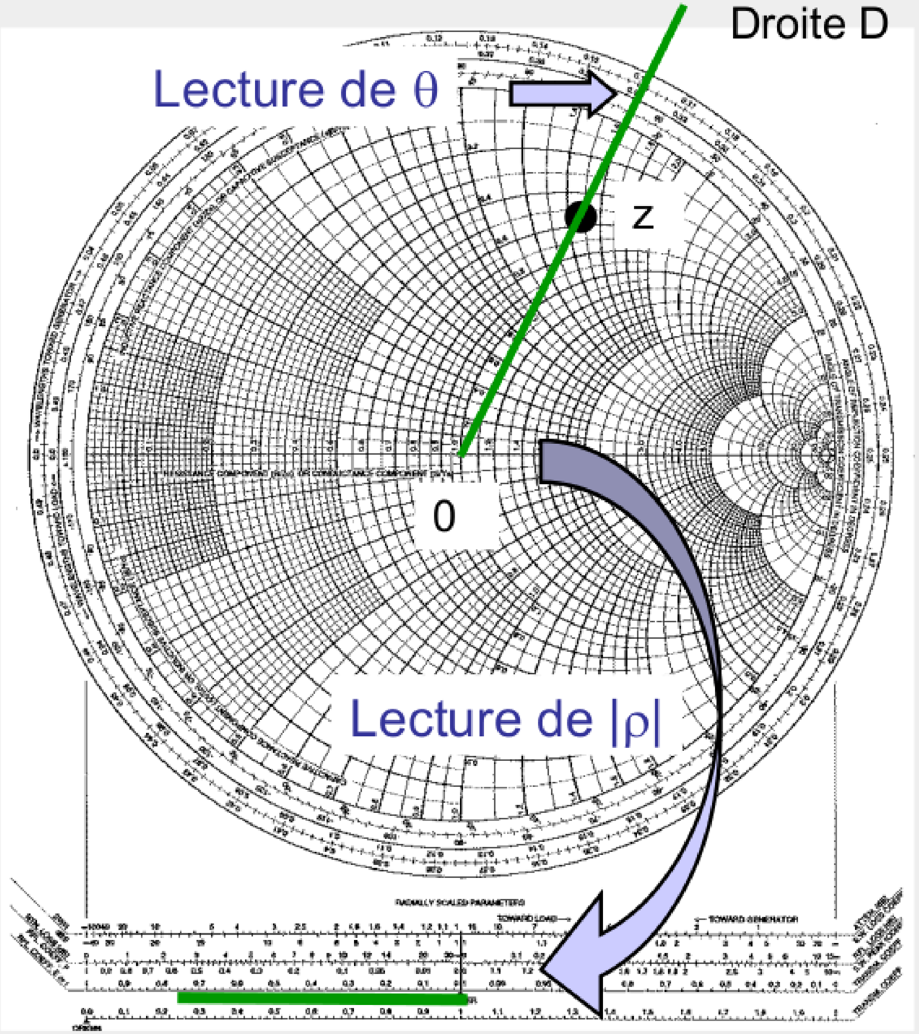
Impédance réduite
$z = r + j\,x$

Admittance réduite
$y = g + j\,b$

$Z_{condensateur}$: $x < 0$
Y_{bobine} : $b < 0$
$r = g = 0$
Composants idéaux

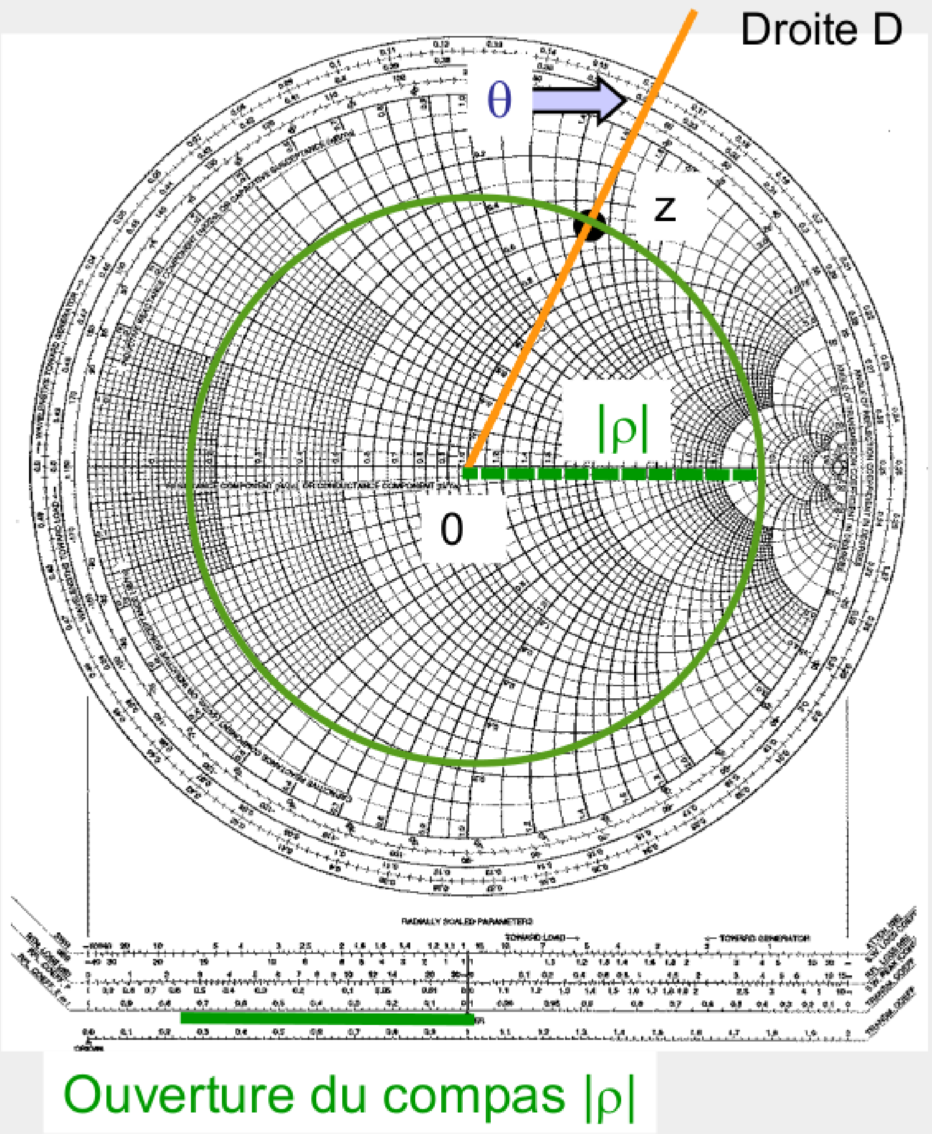
Déterminer ρ à partir de Z

- Construire le point z sur l'abaque
- Tracer la droite D passant par 0 (z_o=1) et z
- Module |ρ|
  Relever au compas Oz
  Reporter sur la graduation
  « coefficient de réflexion (U,I) »
  |ρ| = la valeur indiquée
- Angle
  à l'intersection du cercle
  « angle du coefficient de réflexion » et de la droite D lire θ
- $\rho = |\rho|\, e^{j\theta}$



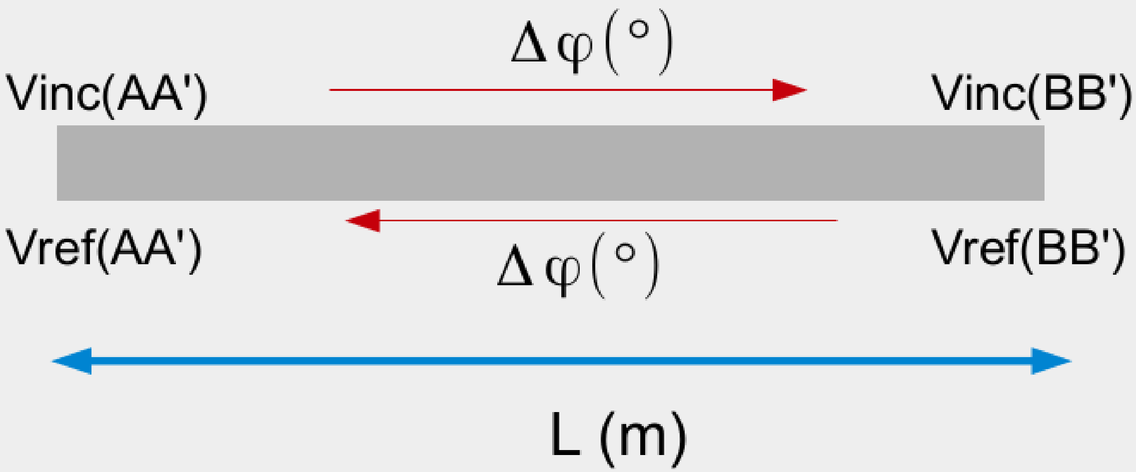
Déterminer Z à partir de ρ

- sur la graduation « coefficient de réflexion (U,I) » : régler l'ouverture du compas à la valeur de |ρ|
- Tracer le cercle de centre 0 (z_o=1) et de rayon |ρ|
- Sur le cercle « angle du coefficient de réflexion » repérer θ
- Tracer la droite D passant par O (z_o=1) et θ
- z est à l'intersection du cercle et de la droite



Longueur et longueur électrique

Une ligne de longueur L (m) introduit le déphasage $\Delta\varphi(°) = 360\frac{L}{\lambda}$

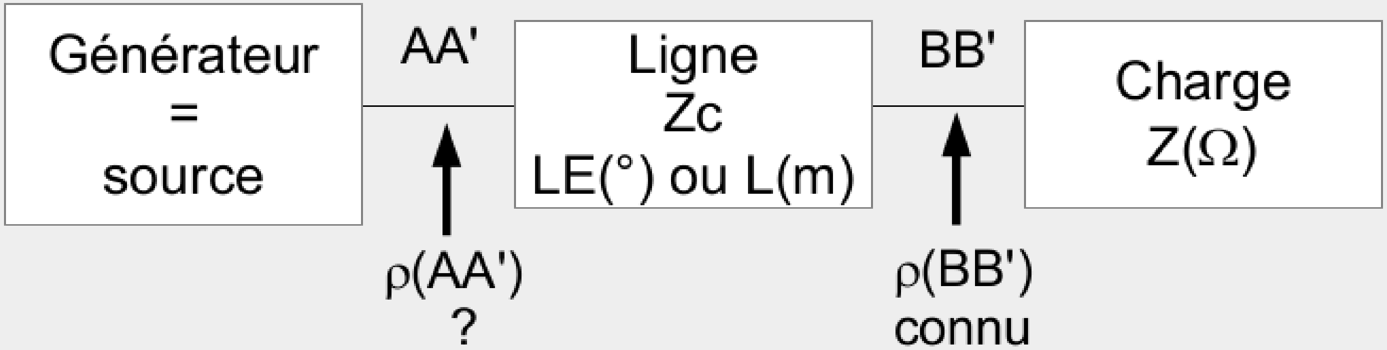


Longueur électrique = déphasage introduit par la ligne

$$LE(°) = \Delta\varphi(°) = 360\frac{L}{\lambda}$$

L'unité de la longueur électrique est le degrés (°)

Déterminer ρ(AA') à partir de ρ(BB')



Intérêt : conception d'un circuit d'adaptation d'impédance

Les étapes :

1) positionner le point représentatif de ρ(BB')

2) traduire sur l'abaque le déplacement le long de la ligne

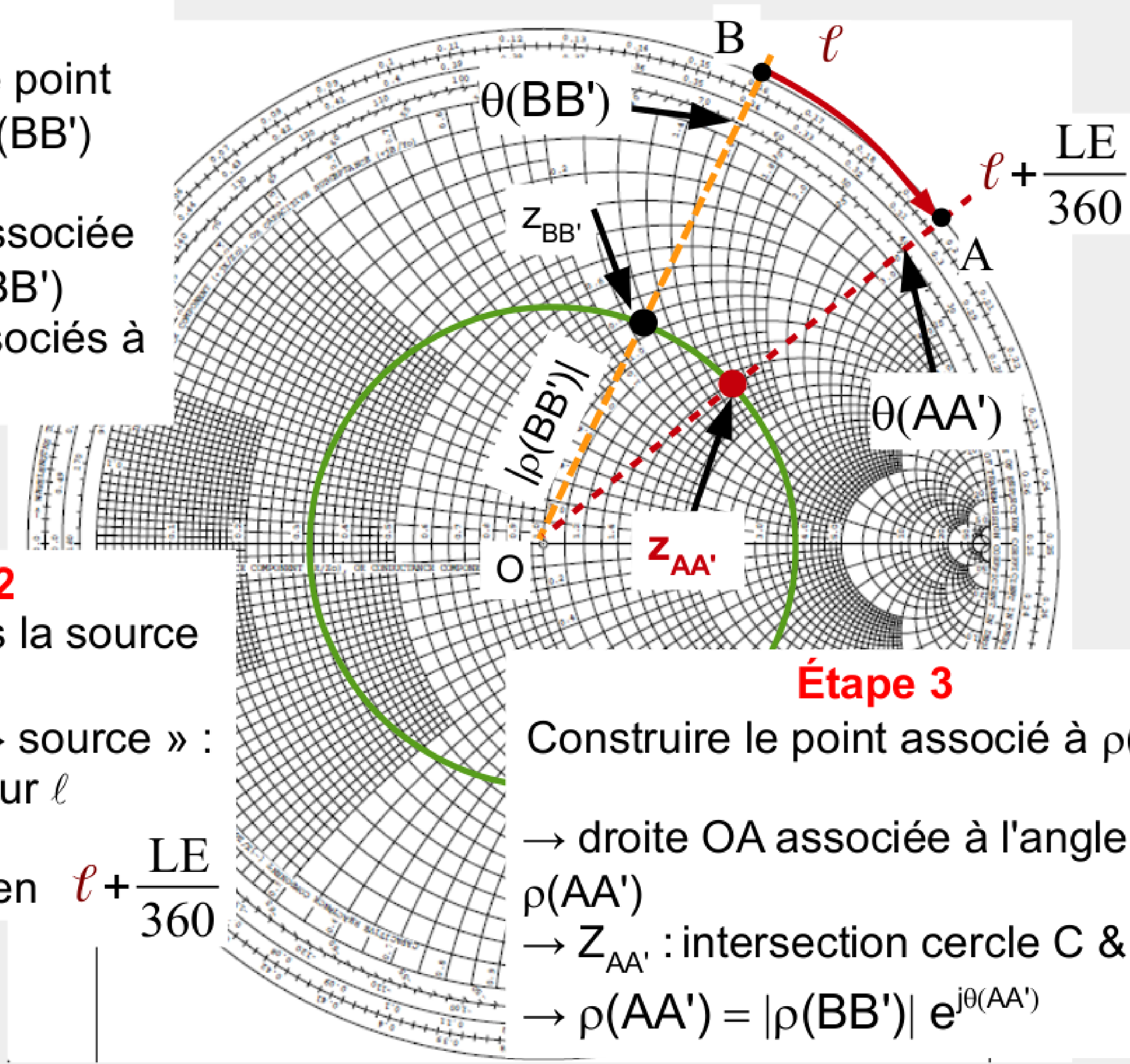
3) positionner le point représentatif de ρ(AA')

Déterminer ρ(AA') à partir de ρ(BB')

Étape 1

Construire le point associé à ρ(BB')

→ droite OB associée à l'angle de ρ(BB')
→ cercle C associés à |ρ(BB')|



Étape 2

Se déplacer vers la source

graduation « λ → source » :
→ relever la valeur ℓ

→ positionner A en $\ell + \frac{LE}{360}$

Étape 3

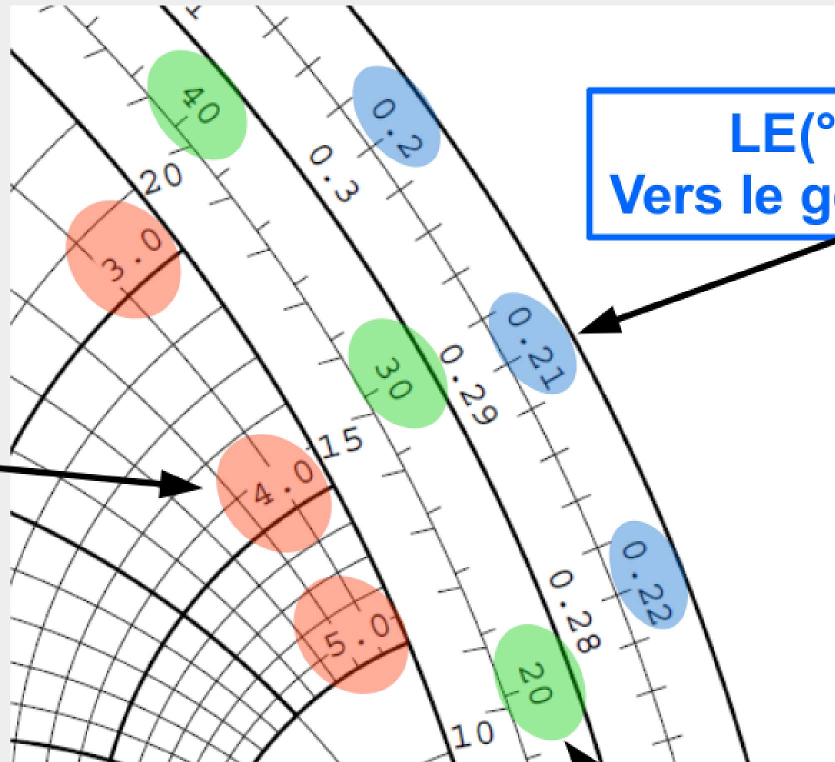
Construire le point associé à ρ(AA')

→ droite OA associée à l'angle de ρ(AA')
→ $Z_{AA'}$: intersection cercle C & OA
→ $\rho(AA') = |\rho(BB')|\, e^{j\theta(AA')}$

Ne pas se tromper de graduation

LE(°)/360
Vers le générateur

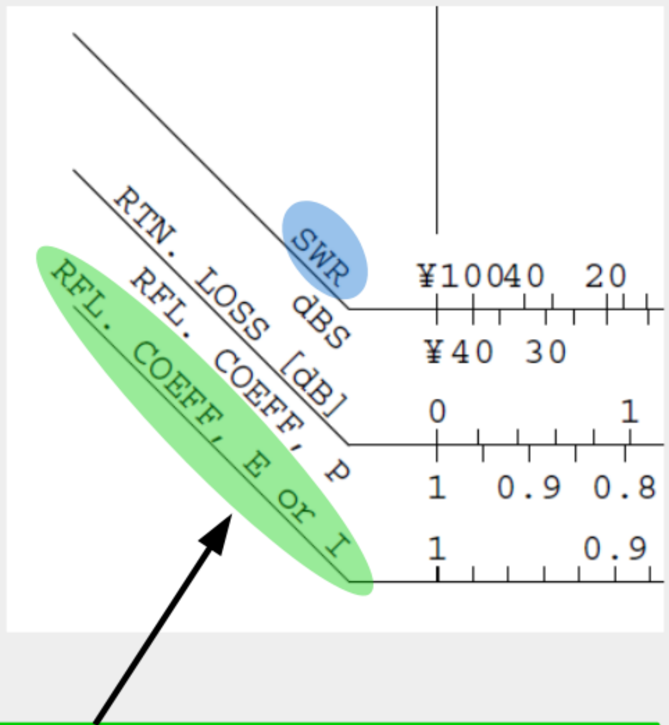
x ou b



θ (°) : angle du coefficient de réflexion

Attention !

Ne pas se tromper de graduation


|ρ| :module du coefficient de réflexion (E ou I) en amplitude