EFREI : année 2012-2013

TD2 Canaux de transmission L3
Les lignes de transmission en régime harmonique : Adaptation et ABAQUE DE SMITH
Lignes en régimes transitoires

Exercice 1 : Adaptation à l'aide d'un stub

On considère une ligne sans pertes, de résistance caractéristique Rc = 100 Ω, alimentée par une source sinusoïdale de force électromotrice Eg et de résistance interne réelle Rg. Cette ligne de 85cm est terminée par une impédance Zt. Seule la valeur de l'admittance de charge Yt est connue ($Yt = 100+180j)10^{-4}$. On mesure un ROS= 3. La longueur d'onde est de 20 cm.

1) En vous aidant de l'abaque de Smith ci-joint, donner la valeur de l'impédance Zt, en déduire le module du coefficient de réflexion associé.

2) Déterminer l'impédance d'entrée de la ligne. La ligne est-elle adaptée en entrée ?

3) On souhaite réaliser l'adaptation en sortie, en plaçant à une distance de la charge, un branchement en parallèle d'élément (stub) en court circuit, d'impédance caractéristique Rc= 100 Ω. On souhaite brancher ce stub, le plus près possible de la charge, déterminer la distance d où l'on peut placer ce branchement en parallèle.

4) Déterminer la longueur du stub en circuit fermé s pour réaliser l'adaptation de la charge à la résistance caractéristique de la ligne.

Exercice2 : Adaptation à l'aide d'un stub 2 (à préparer)

On considère une ligne sans pertes, de résistance caractéristique Rc = 50 Ω, alimentée par une source sinusoïdale de force électromotrice Eg et de résistance interne réelle Rg. Cette ligne est terminée par une charge d'impédance Zt = (15- 42,5) Ω, la fréquence est de 1GHz.

1) Placer le point représentatif de l'impédance Zt sur l'abaque de Smith, en déduire le point représentatif de l'admittance Yt et le module du coefficient de réflexion associé.

On souhaite réaliser l'adaptation en plaçant, à une distance de la charge, des branchements en parallèle d'éléments (stub) en circuit ouvert, d'impédance caractéristique Rc= 50 Ω.

2) Déterminer la longueur d'onde de cette ligne ainsi que les distances (d et d') où l'on peut placer ces branchements en parallèle.

3) Déterminer les longueurs du stub en circuit ouvert (s et s') pour réaliser l'adaptation de la charge à la résistance caractéristique de la ligne.

4) En déduire les valeurs des éléments (inductance ou capacité) réalisés par ces éléments additionnels.

Exercice 2 : Lignes en régime transitoire

On considère une ligne sans pertes de résistance caractéristique Rc terminée par une impédance de charge Rt. La source de tension est numérique binaire de résistance interne Rg. On notera T le temps de propagation source-charge sur la ligne.
Représenter (sur t = 4T) les tensions à la source et à la charge de la réponse à un échelon de tension E pour les valeurs d'impédance suivantes :

1) Rg=(1/3)Rc Rt=(1/3)Rc
2) Rg=(1/3)Rc Rt= 3Rc

Exercice 3 : Lignes en régime transitoire

On considère une ligne sans pertes de résistance caractéristique Rc. La source de tension est numérique binaire de résistance interne Rg=Rc. On notera T le temps de propagation source-charge sur la ligne.

1) L'extrémité du circuit est un circuit ouvert, représenter (sur t < 4T) la réponse à un échelon de tension E à t=0 et la réponse à une impulsion de tension E courte (de durée inférieure à T). Que pouvez-vous en conclure ? En imaginant que l'on répète l'impulsion à t=4T et t=8T, qu'observerait-on à l'entrée de la ligne ?

2) L'extrémité du circuit est un court circuit, représenter (sur t < 4T) la réponse à un échelon de tension E à t=0 et la réponse à une impulsion de tension E courte (de durée inférieure à T). Que pouvez-vous en conclure ?

3) L'extrémité du circuit est une résistance de charge de valeur Rt=3Rc, représenter (sur t < 4T) la réponse à un échelon de tension E à t=0 et la réponse à une impulsion de tension E courte (de durée inférieure à T). Que pouvez-vous en conclure ?

TD Canaux de transmission — 27/02/13

TD 2

Ex. 1.1.

$y_r = y_r \times R_c$ car admittance $z_r =$

$z_r = 0,23 - 0,43j \Rightarrow 23 - 43j$

$\rho \simeq 0,67$

Ex. 1.2

$\frac{l}{\lambda} = 4,25 \rightarrow 0,25$

$z_e = 1 + 1,8j \Rightarrow Z_e = 100 + 180j$ (coïncidence)

La ligne est adaptée si $Z_r = R_c$.

Ex. 1.3

On place le stub à la charge, car la partie réelle de ~~$Z_r = R_c$~~ $y_r = (R_c)^{-1}$.

Court-circuit: impédance nulle et admittance infinie.

On trouve $1,8j$, on va vers le bord, à $0,17$.

On va vers le générateur, vers $0,25$.

Ex. 1.4.

$0,25 - 0,17 = 0,08$

$\frac{s}{\lambda} = 0,08 \quad s = 1,6 + 10k$ (en cm)

Ex. 2.1.

$z_r = 0,3 - 0,85j$ (A) $\quad y_r = 0,4 + j$ (B)

$\rho = 0,68$

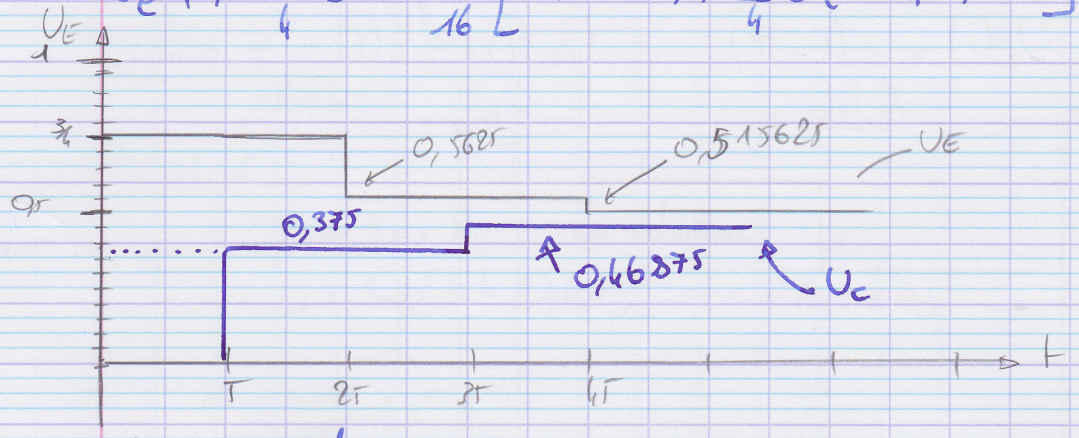
2.2.

$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.10^8}{1.10^3} = 0,3$ m

(ou U_p)

$$U_c(t) = \frac{3}{8}\left[e(t-T) + \frac{1}{4}e(t-3T) + \dots\right]$$

$$U_e(t) = \frac{3}{4}e(t) - \frac{3}{16}\left[e(t-2T) + \frac{1}{4}e(t-4T) + \dots\right]$$



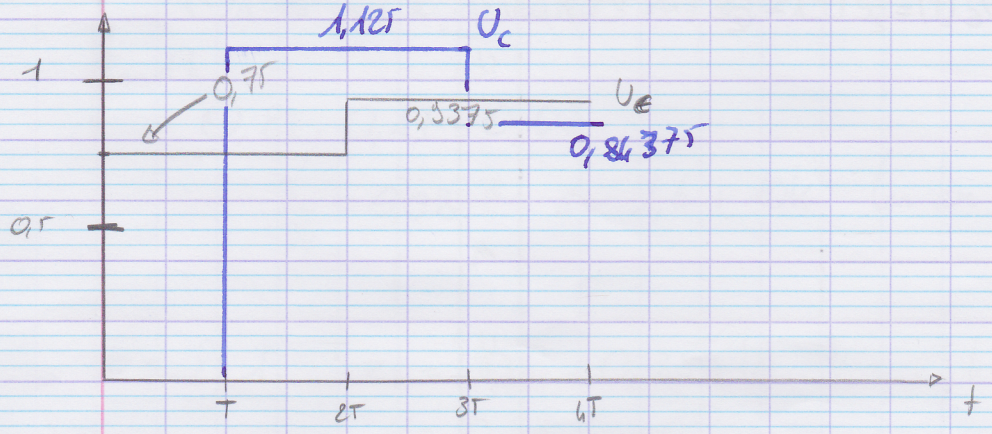
c) $R_g = \frac{1}{3}R_c$ $\quad R_t = 3R_c$

$$\Gamma_e = \frac{R_g - R_c}{R_g + R_c} = \frac{-\frac{2}{3}R_c}{\frac{4}{3}R_c} = \frac{-1}{2}$$ ✓

$$\Gamma_t = \frac{R_t - R_c}{R_t + R_c} = \frac{2R_c}{4R_c} = \frac{1}{2}$$ ✓

$$U_c(t) = \frac{9}{8}\left[e(t-T) - \frac{1}{4}e(t-3T) + \dots\right]$$ ✓

$$U_e(t) = \frac{3}{4}e(t) + \frac{3}{16}\left[e(t-2T) - \frac{1}{4}e(t-4T) + \dots\right]$$ ✓



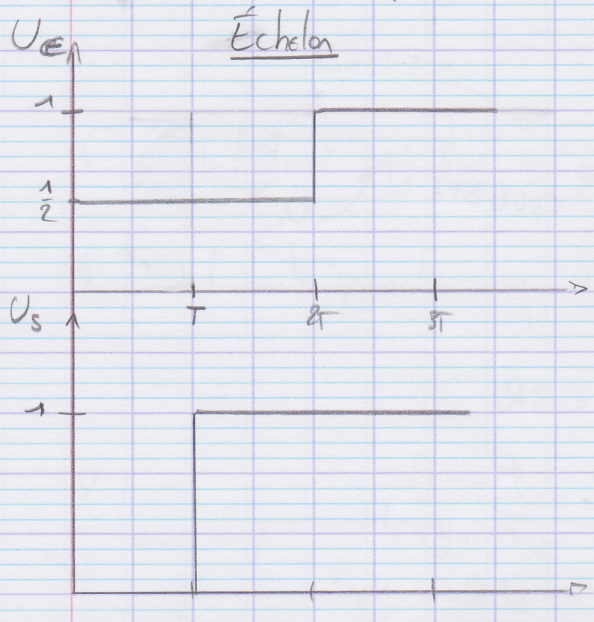
Exercice 4

1) $R_c = R_g \Rightarrow \Gamma_e = 0$

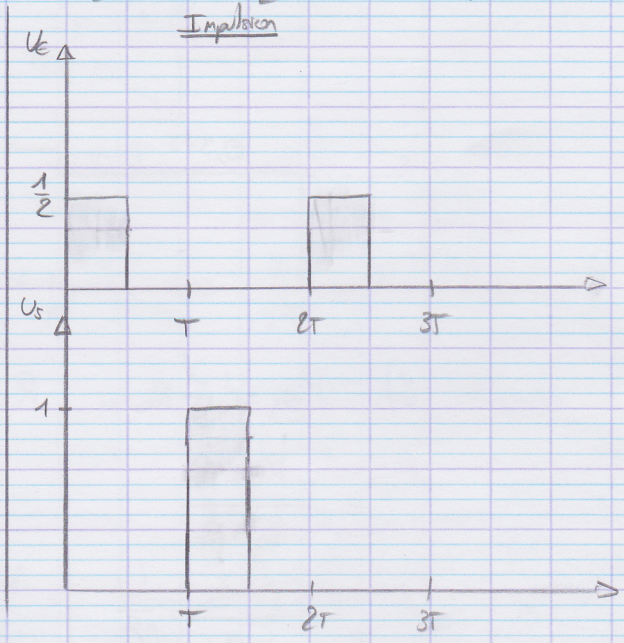
$R_s \to \infty \Rightarrow \Gamma_s = 1$

$U_s(t) = e(t-T)$ $\quad$ $U_e(t) = \frac{1}{2}e(t) + \frac{1}{2}e(t-2T)$

Échelon



Impulsion

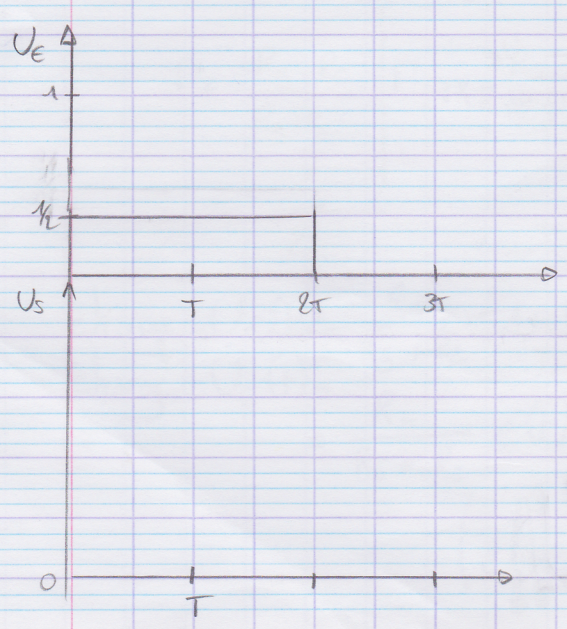


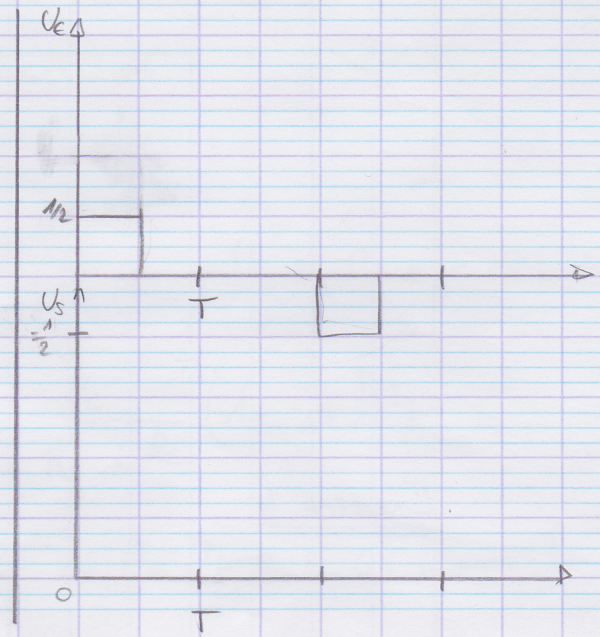
2) $R_g = R_c \quad \Gamma_e = 0$

$R_s = 0 \quad \Gamma_s = -1 = \frac{R_s - R_c}{R_s + R_c}$

$U_s(t) = 0$

$U_e(t) = \frac{1}{2}e(t) - \frac{1}{2}e(t-2T)$





TD Canaux

10/06/2013

TD 3 suite

3.2.6. suite

$$\frac{P}{P-P'} = 1,0067$$

$$10 \log(1,0067) = 0,03 \text{ dB}$$

Affaiblissement à multiplier par 2 (car deux antennes : Emission et réception)

$\Rightarrow$ 0,06 dB (Affaiblissement supplémentaire consécutif)

3.2.5. On a vu que c'était pas adapté, on propose une adaptation partielle.

La réflexion est très faible. La partie réelle $Z_A \simeq R_c$, on peut se contenter de compenser la partie imaginaire

On explique que l'on compte placer un composant ou un stub en parallèle.

Il faut calculer le nouvel affaiblissement en supposant qu'on ait annulé la partie imaginaire.

$$\Gamma = \frac{-1}{74} \qquad |\Gamma| = \frac{-1}{74}$$

(dipôle d'impédance $-12j$)

$$|\Gamma|^2 = \frac{1}{5476}$$

Donc $\frac{P}{P-P'} = \frac{5476}{5475} \simeq 1,00018$

3.2.6. Nouvel affaiblissement : $1,5.10^{-3}$ dB

On laisse comme cela.

§ 3.3. Radiodiffusion publique

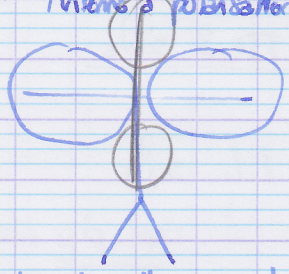
1) Émission omnidirectionnelle par la diffusion

Antenne à polarisation verticale



OK, omnidirec.

Antenne à polarisation horizontale



Nécessité de mettre 2 antennes perpendiculaires pour une diffusion omnidirectionnelle

c) $10\ mV_{eff}$ / $75\ \Omega$ $P_E = 150\ kW$

↳ $P_R = \frac{U^2}{R} = ?$

$$P_R = \frac{P_E G_E G_R}{A_0} \quad a \longrightarrow \left(\frac{4d\pi}{\lambda}\right)^2$$

TD 3 Ex 3

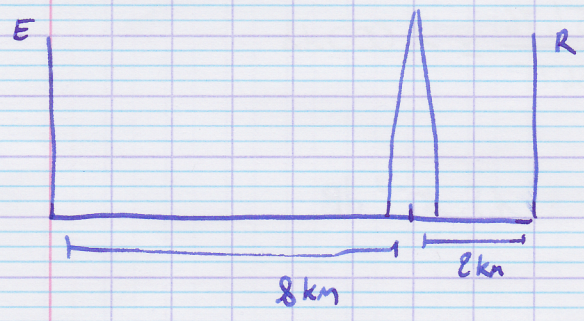
c) $P_R = \frac{U^2}{R} = 1{,}33\ \mu N$

$P_E = 150\ kN$

$$P_R = \frac{P_E G_E G_R}{A_0} \quad a \longrightarrow A_0 = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$$

$\Rightarrow d = 131{,}5\ km$

Ex. 4



1) (pas 25 → 27 poly.)

Hauteur minimale des 2 mats d'antenne

$$r_{1ZF} = \frac{1}{2}\sqrt{\lambda d}$$

$= 13\ m$

2) Affaiblissement total

→ Affaiblissement sans obstacle (p 18)

$$A_0 = 32,5 + 20 \log d_{(km)} + 20 \log f_{(MHz)}$$
$$= 118,5 \text{ dB}$$

→ Il existe un obstacle, donc il faut corriger A_0 par un affaiblissement supplémentaire de diffraction A_m (p 32 → 33)

p 26 → $r_{1F} = \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d}} = 15,5 \text{ m}$

$h = 6 \text{ cm}$

$\frac{h}{r} = \frac{6}{15,5} = 0,39 \Rightarrow A_m = 11 \text{ dB}$

$\Rightarrow A_{tot} = A_0 + A_m = 129,5 \text{ dB}$

3) $P_{R_{dB}} = P_E + G_E + G_R - A$

$G_E = G_R = G$

$2G = P_R - P_E + A \Rightarrow G = 15 \text{ dB}$

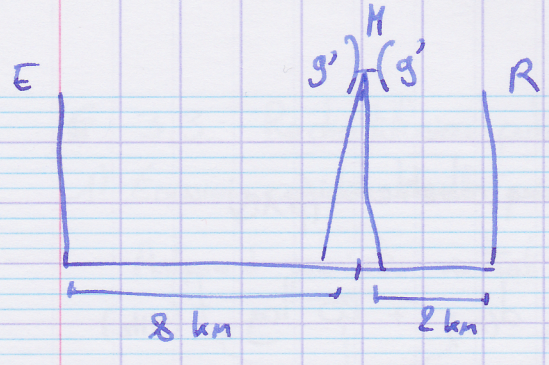
Antennes à réflexion parabolique (p 53)

$g = \frac{4\pi S}{\lambda^2}$ ← $\pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4}$

$G = 10 \log g$ $\quad g = 10^{15/10} = 31,6$

$D = \frac{\lambda}{\pi}\sqrt{g}$ $\quad D = 27 \text{ cm}$

4)



Les nouvelles antennes ont un gain g', mais les transmissions EM et MR sont en espace libre.

Il y a deux trajets => il faut appliquer 2 fois l'équation des télécommunications.

$P_R(M) = P_E + G' + G - A_0(EM)$ ← trajet EM

$P_R(R) = P_E(M) + G' + G - A_0(MR)$ ← trajet MR

$P_E(M) = P_R(M)$ car relais passif => pas d'amplification

$P_R = P_E + 2G + 2G' - A_0(EM) - A_0(MR)$

$A_0(EM) = 32{,}5 + 20 \log 8 + 20 \log 2000 = 116{,}5$ dB

$A_0(MR) = 32{,}5 + 20 \log 2 + 20 \log 2000 = 106{,}5$ dB

$G = 15$ dB $\quad P_E = 10$ W $\quad P_R = 1$ mW

$2G' = P_R - P_E - 2G + A_0(EM) + A_0(MR)$

$\simeq 91$ dB

$\Rightarrow G' = 45$ dB $\Rightarrow g' = 10^{45/10} = 31\,600$

$\Rightarrow n' = \frac{N}{\pi}\sqrt{g'} = 8{,}5$ m !! → solution qui n'a pas d'intérêt

TD Canaux — Mercredi 3 avril

TL
Ex. 4

3) $R_g = R_c \quad \Gamma_e = 0$

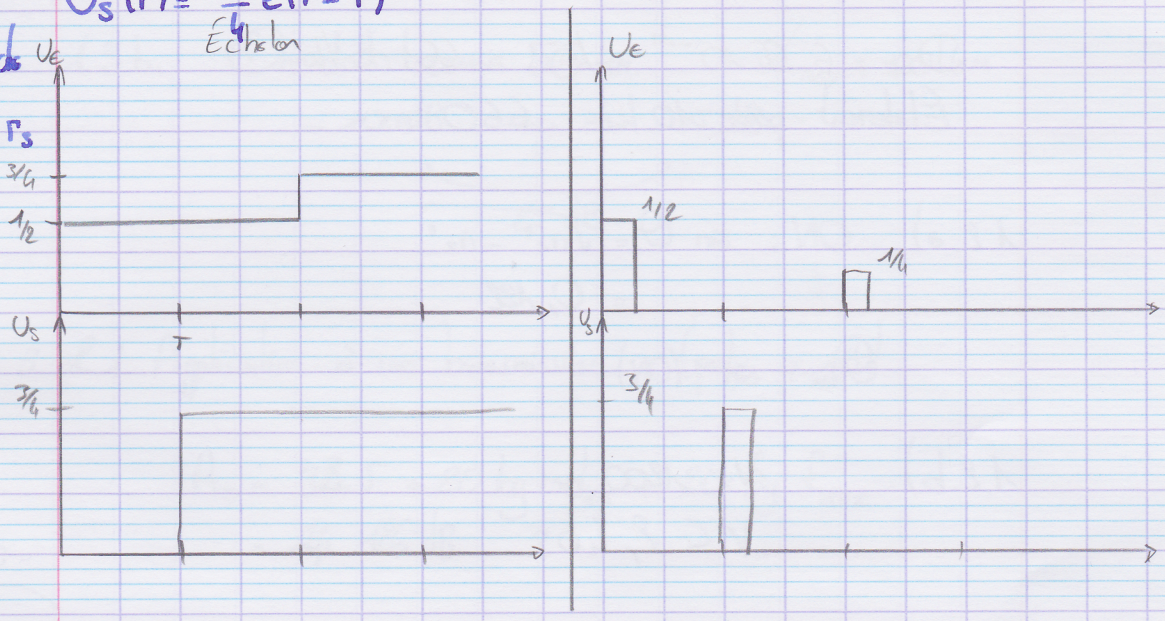
$R_s = 3R_c \quad \Gamma_s = \frac{1}{2}$

$$U_e(t) = \frac{1}{2}e(t) + \frac{1}{4}e(t-2T)$$

$$U_s(t) = \frac{3}{4}e(t-T)$$

Échelon

Utiliser la formule de U_c avec $\Gamma_t = \Gamma_s$



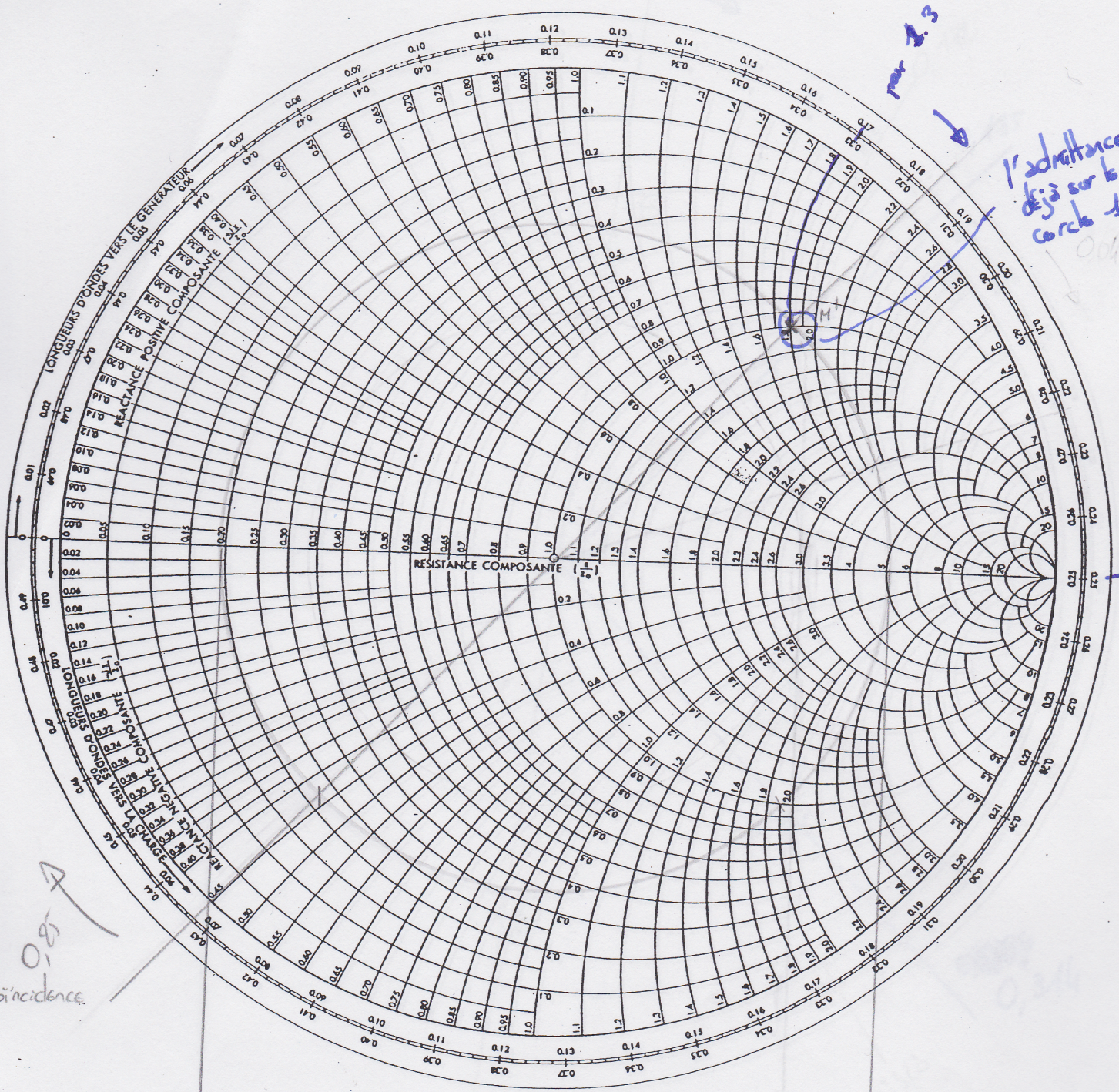
TD 3
Ex. 1

1.1.a) ON : $\sin\theta_0 = \sqrt{n_1^2 - n_e^2}$

$\theta_{max} = 14°$

1.1.b) $f_1 = \frac{2\pi a}{\lambda_1} \cdot ON = \frac{2\pi \times 25.10^{-6}}{850.10^{-9}} \times \sin\theta = 44,8$ (sans unité)

$f_2 = \frac{2\pi a}{\lambda_2} \cdot ON = 29,3$ (sans unité)

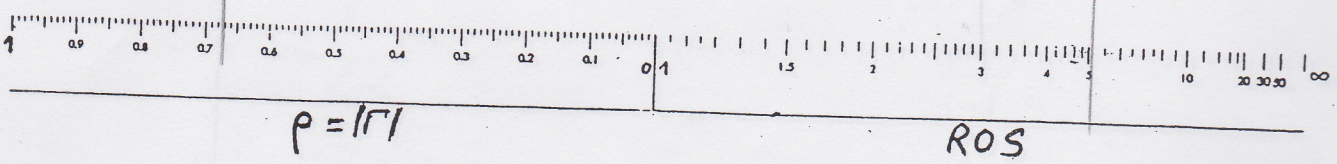


pour 1.3

l'admittance est déjà sur le cercle 1.

0,9

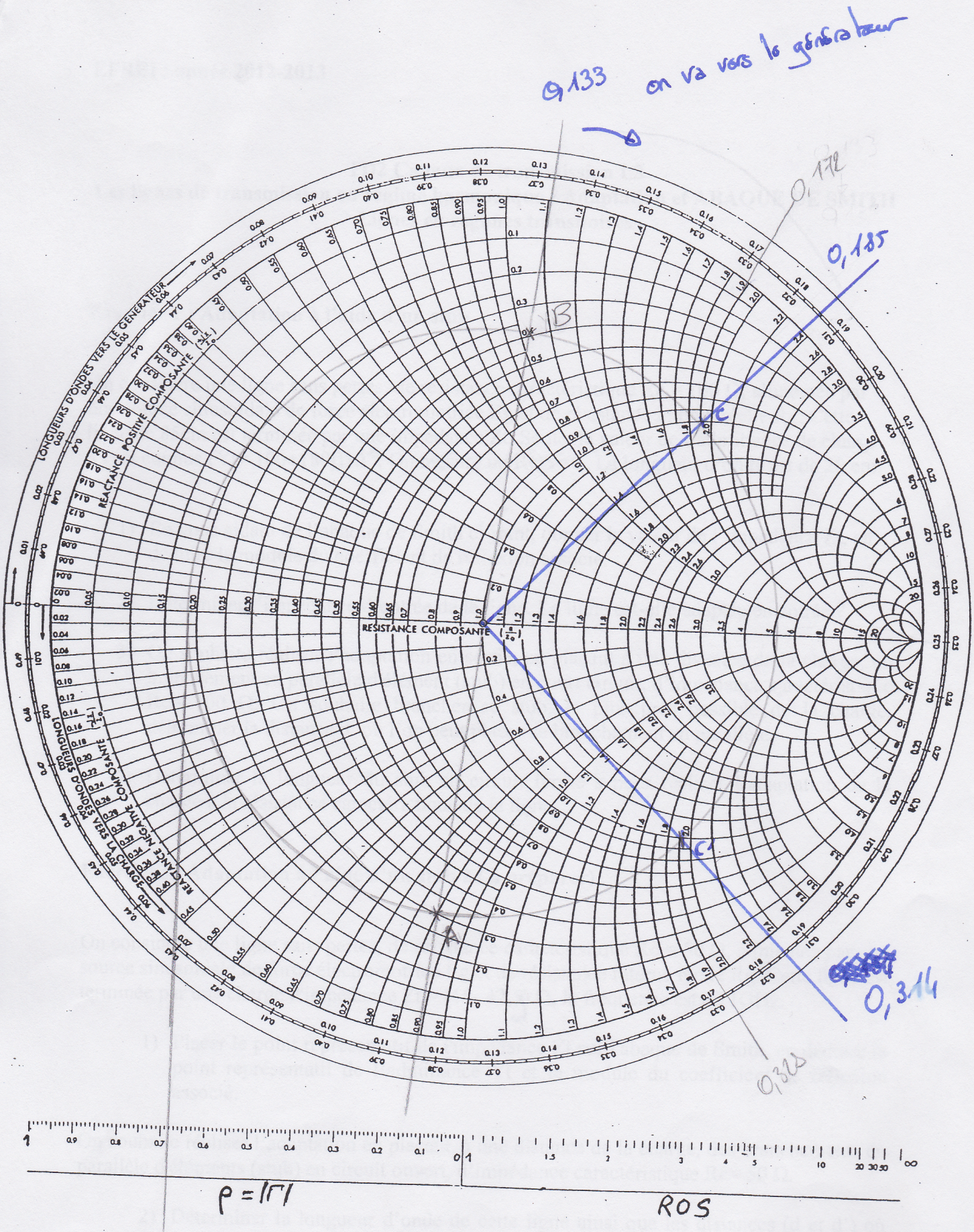
coïncidence



$\rho = |\Gamma|$

ROS

ABAQUE DE SMITH



ABAQUE DE SMITH