

ECOLE D'APPLICATION
DES TRANSMISSIONS

Direction de l'Instruction

Cours « Câbles Hertziens »

NOTICE D'UTILISATION
DE LA RÈGLE À CALCULER
LES LIAISONS
PAR FAISCEAUX HERTZIENS



Edition JANVIER 1965

ECOLE D'APPLICATION
DES TRANSMISSIONS

Direction de l'Instruction

==

Cours "Câbles Hertziens"

==

Edition JANVIER 65

==

NOTICE D'UTILISATION
DE LA REGLE A CALCULER
LES LIAISONS PAR FAISCEAUX HERTZIENS

1 - BUT DE LA REGLE :

La règle à calculer les liaisons par faisceaux hertziens permet d'effectuer rapidement les calculs nécessaires à l'étude d'une relation par faisceaux hertziens conformément à la méthode enseignée à l'ECOLE d'APPLICATION des TRANSMISSIONS et décrite dans le fascicule : "LES TRANSMISSIONS MULTIVOIES par FAISCEAUX HERTZIENS - TITRE I - Principes et Techniques - Chapitre 3".

Les résultats suivants peuvent être obtenus très rapidement et très simplement par lecture directe :

- abaissement dû à la rotondité terrestre (atmosphère standard ou non),
- rayon de la première zone de Fresnel en tout point du parcours,

- affaiblissement en espace libre,
- affaiblissement supplémentaire dû à un masque franc,
- affaiblissement supplémentaire dû à une terre unie.

2 - UTILISATION DU RECTO DE LA REGLE (côté des fenêtres "a₀" et "a_m") :

21 - Calcul de l'affaiblissement en espace libre : (a₀).

211/ Formule :

$$a_0 \text{ (dB)} = 32,5 + 20 \log D_{\text{(km)}} + 20 \log F_{\text{(MHz)}}$$

(TITRE I - page 123).

212/ Méthode :

- amener la distance en kilomètres lue sur l'échelle "D" de la réglette mobile en face de la fréquence en MHz lue sur l'échelle "F" du corps de la règle;
- lire le résultat dans la fenêtre "a₀"

213/ Exemple n° 1 :

$$F = 70 \text{ MHz}, \quad D = 60 \text{ km}$$

$$\text{résultat : } a_0 = 105 \text{ dB.}$$

22 - Détermination du rayon de la première zone de Fresnel : (en un point du parcours situé à d₁ km d'une extrémité et à d₂ km de l'autre).

221/ Formule :

$$r_{(m)} = 548 \sqrt{\frac{A \text{ (km)}}{F \text{ (MHz)}}} \text{ avec}$$

$$A = \frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2} \text{ en km.}$$

(TITRE I - page 134).

222/ Méthode :

- positionner la réglette mobile comme précédemment (amener D en face de F);
- amener la distance d_2 lue sur l'échelle " d_2 " du curseur en face de la distance d_1 lue sur l'échelle " d_1 " de la réglette mobile;
- lire le résultat sur l'échelle " r " du corps de la règle en face du repère rouge du curseur.

223/ Exemple n° 2 :

$F = 70 \text{ MHz}$, $D = 60 \text{ km}$,

$d_1 = 40 \text{ km}$, $d_2 = 20 \text{ km}$;

résultat : $r = 240 \text{ mètres}$.

23 - Calcul de l'affaiblissement supplémentaire (a_m) amené par un masque franc :

La hauteur du masque est caractérisée par la distance " h " (entre le sommet du masque et le rayon radioélectrique) et sa position par les distances " d_1 " et " d_2 " (par rapport aux extrémités de la liaison).

231/ Formule :

$$a_m \text{ (dB)} = \text{fonction de } \frac{h_{(m)}}{r_{(m)}};$$

r étant le rayon de Fresnel à l'emplacement du masque (TITRE I - page 135).

232/ Méthode :

- quand "r" a été déterminé suivant la méthode précédente, amener la valeur de h en mètres lue sur l'échelle "h" de la réglette mobile en face de la valeur r lue sur l'échelle "r" du corps de la règle;
- lire le résultat dans la fenêtre "a_m".

Si "h" est positif (lorsque le masque coupe le rayon radioélectrique), lire le chiffre à droite de la graduation (valeur supérieure à 6 dB) : si "h" est négatif (lorsque le masque pénètre dans l'ellipse de Fresnel sans atteindre le rayon radioélectrique) lire le chiffre à gauche de la graduation (valeur inférieure à 6 dB).

233/ Exemple n° 3 :

F = 70 MHz, D = 60 km,

d₁ = 20 km, h = + 75 m;

résultat : a_m = 10 dB

24 - En résumé, le recto de la règle permet de déterminer, en 3 manœuvres, les 3 résultats essentiels dans l'étude d'une liaison à un masque franc; à savoir :

a_o par alignement de "D" sur "F",

r par alignement de " d_2 " sur " d_1 ",

a_m par alignement de "h" sur "r".

3 - UTILISATION DU VERSO DE LA REGLE (côté des fenêtres " $h_{1,2}$ " et "D") :

31 - Détermination de l'abaissement dû à la rotondité terrestre :

311/ Formule :

$$h_{(m)} = \frac{D^2}{12,8 \cdot k} \quad (\text{TITRE I - page 146})$$

312/ Méthode :

- amener la distance d'abaissement en kilomètres lue sur l'échelle " $D_{1,2,3}$ " de la réglette mobile en face du repère de la fenêtre "D" située sur le corps de la règle;
- lire le résultat dans la fenêtre " $h_{1,2}$ " située sur le corps de la règle (en face du repère "5/4" pour tenir compte de la réfraction troposphérique standard ou en face du repère "1" dans le cas de l'abaissement géométrique réel).

313/ Exemple n° 4 : $D = 40$ km,

résultat :

$h = 100$ mètres en atmosphère standard

32 - Détermination de la distance de l'horizon radioélectrique d'une antenne :

321/ Même formule que dans le cas précédent.

322/ Méthode inverse du cas précédent
(calcul de D en fonction de h).

323/ Exemple n° 5 : Quel est l'horizon radioélectrique d'une antenne de 16 mètres ?

résultat :

$D = 16$ kilomètres en atmosphère standard

33 - Calcul de l'affaiblissement supplémentaire dû à une terre unie (a_r) :

331/ Dans la méthode employée, l'affaiblissement " a_r " est déterminé par

l'abaque publié par K. BULLINGTON dans le P.I.R.E. d'octobre 1947.

(TITRE I - page 141).

332/ Méthode :

- amener le coefficient k (correspondant à la réfraction estimée) lu sur l'échelle "K" du curseur en face de la fréquence utilisée lue sur l'échelle "F" du corps de la règle;

- amener la valeur de h_1 (hauteur de dégagement d'antenne) lue sur l'échelle " $h_{1,2}$ " de la réglette mobile en face du repère de la fenêtre " $h_{1,2}$ " du corps de la règle;
 - lire la valeur de l'affaiblissement L_1 , associé à D_1 dans la méthode "Bullington", sur l'échelle " L_1 " de la réglette mobile en face du repère situé sur le curseur;
 - appliquer la même méthode pour obtenir L_2 et L_3 à partir de D_2 et D_3 .
- Se rappeler que $h_1 \leq h_2$.

333/ Exemple n° 6 :

$F = 100 \text{ MHz}$, $D = 26 \text{ km}$,

$h_1 = 16 \text{ m}$, $h_2 = 25 \text{ m}$, $k = 5/4$;

résultat : $D_1 = 16 \text{ km}$ d'où $L_1 = 22 \text{ dB}$,

$D_2 = 20 \text{ km}$ d'où $L_2 = 10 \text{ dB}$,

$D_3 = -10$ d'où $L_3 = -3 \text{ dB}$,

$a_r = 22 + 10 - 3 = 29 \text{ dB}$.

34 - En résumé, le verso de la règle permet de traiter les différentes données qui interviennent lorsqu'une terre unie pénètre dans l'ellipse de Fresnel, pour obtenir :

D_1 (ou D_2) par alignement de h_1 (ou h_2) sur K,

L_1 (ou L_2 ou L_3) par affichage de D_1 (ou D_2 ou D_3) après avoir mis en place le curseur par alignement de K sur F.

- UTILISATIONS SECONDAIRES DE LA REGLE :

41 - Détermination du gain de l'antenne "parabole" :

41.1/ Formule :

$$G(\text{dB}) = 20 \log \varnothing_{(m)} + 20 \log F_{(\text{MHz})}$$

- 42,5 (TITRE I - page 121).

41.2/ Méthode : cette formule, à la constante près, est de la même forme que celle donnant l'affaiblissement " a_o " (voir ci-dessus paragraphe 21.1).

La règle à calcul peut donc être utilisée de la façon suivante :

- amener la valeur en mètres du diamètre de la parabole lue sur l'échelle "D" de la réglette mobile en face de la valeur de la fréquence en MHz lue sur l'échelle "F" du corps de la règle;
- lire le résultat partiel dans la fenêtre " a_o " et lui retrancher 75 dB pour obtenir le résultat définitif.

413/ Exemple n° 7 :

Calculer le gain d'une parabole de 1,20 mètres de diamètre à la fréquence 2000 MHz ?

résultat : $g = 100 - 75 = 25$ dB.

42 - Utilisation en règle à calcul ordinaire

Les opérations numériques telles que multiplication et division peuvent être effectuées, avec une approximation suffisante pour beaucoup de besoins de la pratique, en utilisant les échelles logarithmiques " d_1 " et " d_2 " (entre la réglette mobile et le curseur) ou " r " et " h " (entre le corps de la règle et la réglette mobile).
