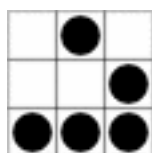


Extrait du Association Québécoise de Robotique Amateur

<http://www.aqra.ca>

Dimensionnement et conception d'une antenne yagi

- Utilitaires -



Date de mise en ligne : samedi 22 janvier 2005

Association Québécoise de Robotique Amateur

La télécommunication est un domaine important de la robotique mobile. Lorsque le projet exige des déplacements sur de longues distances (km) pour le véhicule, il devient nécessaire d'augmenter la portée des dispositifs de radiofréquence.

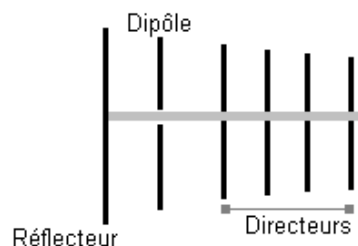
Il existe bon nombre de types d'antennes qui se distinguent principalement par leur angle d'illumination ainsi que par leur simplicité de conception. Les Yagis offrent par exemple un gain important dans un angle restreint contrairement aux antennes de type « omni » qui irradient sur 360 degrés quasi symétriquement. Le travail présenté ici vise à faciliter le calcul des paramètres d'une antenne yagi avec un programme qui effectue cette tâche. Il est important de ne pas placer cet utilitaire au côté de logiciels du même type offrant pour leur part des options d'optimisation. Il ne s'agit ici que de l'application d'une formule de calcul issue du très connu « ARRL book ».

Structure

L'antenne Yagi peut ressembler à un « arbre de Noël » si on regarde son profil. Elle se compose d'un élément rayonnant ainsi que de segments servant à diriger l'onde électromagnétique. Plus précisément, elle comporte :

- Un élément rayonnant (radiateur)
- Un réflecteur
- Des éléments directeurs

L'ordre de ces composants est de tel sorte que le radiateur est situé le plus « au fond » de l'antenne suivi de l'élément rayonnement et des segments directeurs. Cette illustration montre cette disposition :



Lorsqu'on pointe la cible d'émission à rejoindre, on doit donc le faire avec « la base du sapin » le plus près de soit si on se situe derrière l'antenne et qu'on regarde en direction de la source à atteindre.

Calcul

Avant d'appliquer nos formules, commençons par déterminer la longueur d'onde en mètre :

$$\lambda = 300/f$$

Avec f en Mhz

La largeur du radiateur peut être trouvée maintenant :

Réflecteur=0,495* λ
Radiateur=0,473* λ
Premier directeur=0,440* λ

Dimensionnement et conception d'une antenne yagi

Pour tous les autres segments directeurs supplémentaire, nous devons retrancher 0,005 du coefficient. Ainsi, le deuxième segment directeur sera déterminé avec :

$$D2=0,435*\lambda$$

Il ne reste plus maintenant qu'à déterminer l'espacement des éléments :

$$\text{Réfl.-radiateur}=0,125*\lambda$$

$$\text{Radiateur-D1}=0,125*\lambda$$

$$\text{Directeur-directeur}=0,250*\lambda$$

Programme d'application

Cette description sera courte vue la simplicité de l'opération. Le déroulement du programme se fait tout d'abord en recueillant les informations sur la fréquence d'utilisation et le nombres de segments directeurs. Les mesures sont ensuite calculées et placées dans un fichier. Le résultat est affiché avec un appel système de la commande Unix « cat » qui lit le fichier écrit.



yagi.c

Programme de calcul

La commande de compilation est :

```
gcc -Wall yagi.c -o yagi
```

Conception

D'après les informations tirées du programme, j'ai construit une antenne de type yagi pour le Wifi (2.4 Ghz). Voici les informations générées pour cette fréquence :

Frequence : 2400.000000Mhz
Longueur d'onde: 0.125000 m

Reflecteur: 0.061875m
Radiateur: 0.059125 m

Directeur 1: 0.055000 m
Directeur 2: 0.054375 m
Directeur 3: 0.053750 m
Directeur 4: 0.053125 m
Directeur 5: 0.052500 m
Directeur 6: 0.051875 m
Directeur 7: 0.051250 m
Directeur 8: 0.050625 m
Directeur 9: 0.050000 m
Directeur 10: 0.049375 m
Directeur 11: 0.048750 m
Directeur 12: 0.048125 m
Directeur 13: 0.047500 m
Directeur final 14: 0.046625 m

Espacement des segments

Réflecteur-radiateur: 0.015625 m
Radiateur-directeur: 0.015625 m
Directeur-directeur: 0.031250 m

Dimensionnement et conception d'une antenne yagi

Il faut dire que dans cette fréquence, la longueur d'onde devient très courte. Cela accentue donc la difficulté de conception puisque la marge d'erreur est de l'ordre du millimètre. Sans outils spécialisés, il est difficile de faire un travail de cette précision. Tout de même, rien ne coûte d'essayer. Mes conseils sont les suivants :

De préférence, utiliser un vernier pour la prise des mesures

Calculer la position d'un segment depuis un point fixe et non de segment en segment

Pour le perçage du support (le corps de l'antenne), le visser sur une planche pour obtenir des trous enlignés perpendiculairement

Les matériaux utilisés proviennent entièrement de la quincaillerie et ne devraient pas constituer de problèmes quant à leur approvisionnement. En passant par le rayon de la plomberie, j'ai découvert tout ce qu'il me fallait :

Un tube de PVC d'environ 1,5mm (1/2 pouce)
Un adaptateur vissable pour le tube
Un support pour la partie vissable
Une tige d'aluminium ou de laiton de 0,5 mm

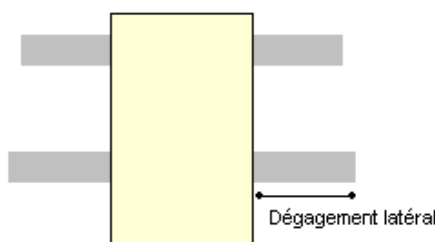
Un saut au magasin d'électronique pour y acheter :

Du fil de cuivre (dénuder un fil électrique domestique)
Du fil coaxial 50 ohm RG213 (la plus courte longueur)
Un connecteur N mâle
Un adaptateur RP-SMA vers N (selon le type de connecteur de votre carte)

Marche à suivre

1. Visser le tube de PVC à percer sur une planche de bois
2. Marquer l'emplacement des trous soigneusement en mesurant depuis même point d'origine
3. Percer en tenant compte de la largeur du trou (taille du forêt)
4. Couper soigneusement la tige métallique selon les mesures trouvées
5. Insérer les segments dans leur trou et les coller en tenant compte de l'alignement. Pour ce faire, faites le calcul suivant :

$$\text{largeursegment} - \text{largeurtube} / 2 = \text{dégagement latéral}$$



1. Couper le radiateur en deux sections et y percer des trous aux extrémités. Avec beaucoup de pâte, souder les

fils de cuivre à ces endroits.

2. Avec une dremel ou tout autre outil approprié, scier la demie du tube de PVC en largeur à l'endroit où sera posé le radiateur.
3. Coller les deux sections du radiateur à leur emplacement et s'assurer de ne pas avoir de contact entre les deux parties (y mettre de la colle)
4. Relier le fil coaxial au dipôle et souder la gaine métallique et la section principale aux fils de cuivre dépassant des sections.
5. Assembler le connecteur N à l'autre bout du fil
6. Relier l'antenne à la carte
7. Constater les résultats

Pour mettre la touche finale...

Si vous comptez laisser votre antenne à l'extérieur, il serait préférable de la protéger des intempéries. Encore une fois, nous utiliserons les matériaux du plombier :

Un tube ABS de 19-20 cm (3 pouces)
Un capuchon ABS pour le tube
Un capuchon de plastique pour le tube

Marche à suivre

1. Couper le tuyau d'ABS à la longueur souhaitée
2. Visser ou coller le support pour embout vissable au fond du capuchon d'ABS
3. Ajouter un adaptateur de PVC vissable pour le corps de l'antenne
4. Visser l'antenne au capuchon
5. Insérer l'antenne dans le tube protecteur
6. Ajouter le capuchon de plastique. Pour s'assurer qu'il n'interférera pas avec les ondes, le placer au four à micro-onde au côté d'un bol rempli d'eau. Si le plastique est chaud, c'est qu'il absorbe les ondes et qu'il ne faut donc pas l'utiliser car nous perdrons en force du signal.



<h2>Résultats</h2>

Même en suivant méticuleusement les mesures, je n'ai pas obtenu les résultats escomptés. En effet, la portée de l'antenne n'était pas supérieure à celle d'une simple *Cantenna*. Il faut cependant dire que la fiabilité du connecteur N n'était pas à tout rompre -je n'en avais jamais fabriqué et ne possédais pas les outils appropriés. Aussi, une perte importante devait se faire dans les multiples connecteurs.

Outre les erreurs liées à la fabrication, il faut se rappeler que les dimensions ne sont pas optimisées. Comme mentionné en début de texte, le calcul utilisé est minimaliste et ne tient pas compte des paramètres physiques de l'antenne elle-même. En utilisant les données produites par le programme, nous pourrions construire un modèle de l'antenne dans un logiciel spécialisé pour en ajuster les composants.

Si le défi de construction d'une antenne vous intéresse, il vous serait assurément utile de vous baser sur les calculs du programme présenté dans cet article. Pour de basses fréquences, les données pourraient être utilisées telles qu'elles. Cependant, pour des rayonnements supérieurs à 900 Mhz, la tâche devient de plus en plus difficile et exige un travail plus poussé sur la structure de l'antenne. Considérant que la plupart des modules de radiofréquence pouvant être utilisés en robotique fonctionnent dans une gamme de fréquences relativement basses, aux alentours de 400 Mhz par exemple, la conception d'une antenne Yagi pourrait se faire plutôt aisément.