

Recherche bibliographique sur l'origine de la norme de 50 ohms pour les câbles coaxiaux

Jean Louis PIQUEMAL, F5CTP

Lors d'une discussion technique au cours d'un QSO hebdomadaire du CERIA (radio club de Saint Nazaire), le sujet de la détermination de la valeur de 50 ohms a été abordé. J'ai voulu approfondir cette question. Voici le résultat d'une recherche effectuée sur Internet. Comme on le verra, il n'y a pas d'explication bien probante.

Je livre le résumé de cette recherche à la sagacité des lecteurs de Radio REF. Peut être que l'un d'entre nous a l'explication « irréfutable » de ce choix. Merci dans ce cas de m'en faire part afin de mettre à jour cette analyse.

1) INTRODUCTION

Cette note a pour but d'essayer de connaître l'origine du choix d'une impédance de 50 ohms pour les coaxiaux utilisés couramment dans les transmissions des « radiofréquences ».

Ce n'est pas le résultat de mesures ou de calculs, mais l'analyse de la littérature américaine accessible via le net. Les différents articles avancent des hypothèses mais sans aucune certitude. Un auteur indique d'ailleurs que les explications « historic » peuvent avoir été déformées selon le parcours et les expériences de ceux qui les donnent, et qui vont ainsi refaire l'histoire.

J'ai donc essayé de mon point de vue de trier le bon grain de l'ivraie.

2) HYPOTHESES REALISTES

2-1) VERSION BELL LABORATORIES.

En 1929, des essais ont eu lieu chez Bell Laboratories afin de déterminer le meilleur câble coaxial pour la transmission de signaux radiofréquences de puissance élevée. Ces essais ont porté sur des coaxiaux de 10 mm « environ » (en fait sans doute l'unité anglaise la plus proche), avec de l'air comme diélectrique.

Les résultats sont indiqués sur les courbes ci-après (Figure 1 et 2).

- 30 ohms est l'impédance qui permet de transmettre le maximum de puissance.
- 60 ohms est l'impédance qui permet d'obtenir la tension de claquage maximale.
- 77 ohms est l'impédance qui donne le minimum d'atténuation.

La volonté étant de transmettre la puissance maximale, la cible était bien évidemment de fabriquer des câbles coaxiaux de 30 ohms. Or du fait de la grosseur importante de l'âme et de la faible distance de l'âme par rapport à la gaine ces câbles coaxiaux se sont avérés difficiles à réaliser, coûteux et trop rigides.

Figure 1 : courbes 30 et 60 ohms

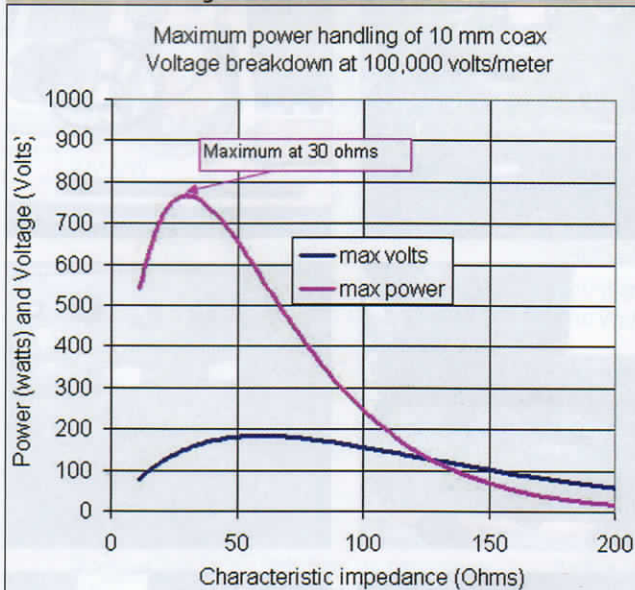
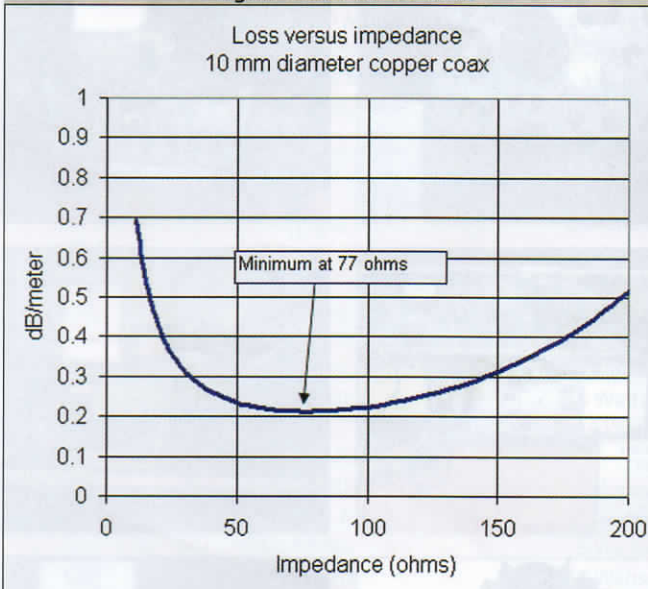


Figure 2 : courbe 77 ohms



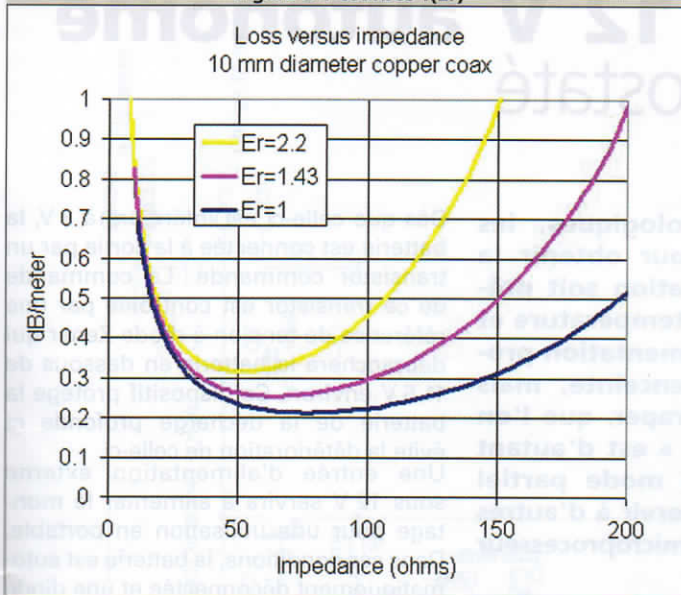
La solution optimisant les contraintes mécaniques, industrielles et radioélectriques a été donc 50 ohms.

2-2) VERSION BIRD.

Bird avance une autre hypothèse.

Des connecteurs ont été développés pour les premiers câbles 75 ohms. Si on garde ce même type de connecteur et les câbles correspondants, et que l'on remplit l'espace avec du polyéthylène, développé plus tard et très intéressant sur le plan de la construction, on obtient une impédance de 52 ohms, valeur qui donne le minimum d'atténuation (courbe jaune, figure 3). Même si cette hypothèse a sans doute été enjolivée, l'impact de l'invention du polyéthylène doit être pris en considération.

Figure 3 : courbes f(Er)



2-3) CHOIX DU 50 OHMS

Je pense que c'est la conjonction de ces considérations de compromis industriel et radioélectrique qui a permis d'évoluer vers une normalisation de l'impédance à 50 ohms.

« Après avoir été normalisé selon le standard RCA à 51,5 ohms pendant 4 décades » (Citation).

3) HYPOTHESES PEU CREDIBLES.

Voici quelques hypothèses trouvées dans la littérature sur Internet.

- Compromis entre la puissance maximale transmissible (30 ohms) et la tension max de claquage admissible (60 ohms), sans autre explication.
- Moyenne entre la moyenne arithmétique, qui est de 53,5 ohms, et la moyenne géométrique, qui est de 48 ohms, des impédances de 30 ohms, pour le maximum de puissance, et de 77 ohms pour le minimum d'atténuation. Cela paraît étonnant, car d'une part la cible était de transmettre un maximum de puissance, et d'autre part il y a des réflexions plus théoriques à mener sur la base de l'analyse des courbes pour trouver l'optimum que de calculer arbitrairement la moyenne de deux moyennes.
- Les premiers câbles ont été réalisés avec des diamètres standardisés de tubes et fils de cuivre, ce qui donnait une impédance de 52 ohms qui était acceptable sur un plan radioélectrique. Mais si on désire avoir un produit industriel de grande diffusion, on investit dans son optimisation, sans pour autant essayer de réutiliser des produits existants.
- Encore moins crédible, mais dans le même esprit, on a d'abord cherché l'optimum industriel pour la fabrication et pour l'installation en terme de pose, de rayon de courbure et d'utilisation, ce qui a correspondu plus ou moins à 50 ohms.
- Dernière hypothèse, plus électrique. En jouant sur l'angle des deux parties d'un dipôle on fait baisser l'impédance théorique de 73 ohms (en espace libre) vers 50 ohms.

Je n'ai pas retenu toutes ces hypothèses car elles ne reposent pas sur des raisonnements structurés et réalistes.

4) LES AUTRES IMPEDANCES.

Le câble coaxial de 75 ohms s'est généralisé car il permet de réaliser des câbles à moindre coût, avec un diamètre plus faible de l'âme, pour les câbles ne transportant pas de puissance mais nécessitant une faible atténuation. De plus il était bien adapté aux doublets pour les antennes de télévision.

Le câble coaxial de 93 ohms a été créé pour les premières transmissions informatiques car il permettait de mieux transmettre les fronts raides des impulsions et des signaux carrés des transmissions de données du fait de sa plus faible capacité.

D'autres impédances moins courantes ont été développées pour des usages spécifiques

5) CONCLUSION.

Pour ma part je retiendrai donc uniquement l'explication de base des Bell Laboratories, en incluant toutefois la prise en compte du polyéthylène évoquée dans la littérature de Bird, c'est à dire la solution optimisant les contraintes mécaniques, industrielles et radioélectriques.

Merci aux OM qui auraient des données précises sur ce sujet de bien vouloir me les communiquer.

radio
REF

**RADIO-REF
URGENT
TECHNIQUE**

LE REF-UNION RECHERCHE

Afin de constituer une équipe efficace de rédacteurs techniques, nous recherchons les bonnes volontés qui seraient capables de « dénicher » les réalisations talentueuses, simples ou plus complexes qui ne manquent pas mais dont leurs auteurs, soit par manque de temps, soit parce que la contrainte de convertir leurs constructions en texte les rebute, ne peuvent faire profiter notre communauté de ces créations imaginatives et riches.

Ces rédacteurs, véritables « chasseurs de têtes » auront la mission de parcourir les sites personnels, de lire les revues étrangères et les bulletins départementaux, de scruter les compte-rendus des réunions puis de mettre ou remettre en forme, en collaboration avec les concepteurs, le fruit de leurs recherches.

Cette démarche a pour but d'améliorer la qualité technique de notre revue et d'enrichir le savoir collectif.

Merci de vous faire connaître par mail
(secretariat@ref-union.org)
ou courrier postal au siège du REF-Union.

Le comité de rédaction.