

Un oscillateur à arc de Poulsen fonctionnel

Un classique en transmission grandes ondes

Le problème

Supposons que vous essayiez d'inventer la radio. Vous réalisez que des étincelles produiront des ondes électromagnétiques, vous créez donc une expérience basée sur ce principe. Mais les étincelles produisent des ondes amorties... très bruyantes, occupant beaucoup trop de spectre et totalement inadaptées à la voix. Comment allez-vous produire des oscillations propres, régulières et entretenues, afin que davantage de stations puissent être diffusées et peut-être même (halètement !) transmettre de l'audio ? Et comment faire tout cela avant l'invention des tubes à vide puissants ?

Les générateurs à entraînement mécanique peuvent évidemment produire du courant alternatif, il était donc logique de les étendre à des fréquences encore plus élevées. Ernst Alexanderson a suivi cette approche avec beaucoup de succès, mais les alternateurs étaient plus pratiques à des niveaux de puissance élevés pour des fréquences inférieures à 100 kHz.

Existe-t-il d'autres moyens de générer des ondes entretenues ? Quelque chose de plus portable, peut-être ; et capable de fréquences plus élevées où des niveaux de puissance inférieurs permettraient de communiquer sur de grandes distances ?

Du chant des flammes à la communication globale

Au début du XXe siècle, les arcs électriques entre des tiges de carbone constituaient une méthode incontournable pour produire de grandes quantités de lumière blanche. Ils ont été utilisés à diverses époques pour l'éclairage public, les projecteurs, la fabrication de négatifs et de plaques pour l'impression offset et la projection de films.

Cette technologie aussi prometteuse a été étudiée en profondeur par les scientifiques et les ingénieurs. Les pionniers ont rapidement découvert qu'un arc électrique avait une caractéristique de résistance négative ; si le courant traversant un arc augmente alors la tension aux bornes de celui-ci diminue, et vice versa ; il s'agit de la courbe intitulée E_{arc} dans le graphique ci-contre. La même caractéristique est exploitée dans les oscillateurs à dynamotron et à diode tunnel, bien que cette possibilité n'ait pas été envisagée par les premiers expérimentateurs.

Il s'avère qu'un dispositif à résistance négative n'est pas quelque chose que vous souhaiteriez connecter directement sur une ligne électrique. À moins qu'un ballast quelconque ne soit utilisé, le courant s'établirait trop rapidement, produisant un court-circuit mortel. Les ballasts purement résistifs fonctionnent, mais sont trop coûteux pour une application commerciale généralisée. Les premiers chercheurs travaillant sur les systèmes d'alimentation en courant alternatif ont réalisé qu'un inducteur pouvait également être utilisé pour limiter le flux de courant.

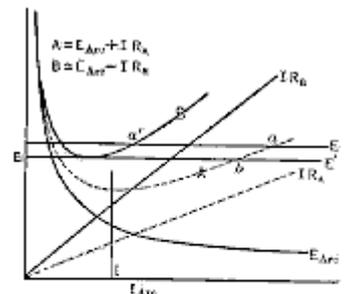
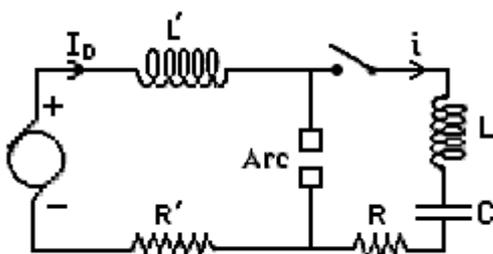


FIG.—Showing the "drops" occurring in the arc equipped with ballast resistance; sufficient series resistance must be used to make the resistance drop across the combination of resistance and arc increase with the current.



Nous ne savons plus exactement comment ni pourquoi cela s'est produit pour la première fois, mais quelqu'un a dû établir ce que nous reconnaitrions maintenant comme un circuit résonnant à travers un arc. Nous savons que vers 1900, un expérimentateur nommé Dudell a réussi à produire ainsi des fréquences dans la plage audio à des niveaux de puissance plutôt faibles.

Herman Theodor Simon a également étudié de manière approfondie les caractéristiques AC des flammes d'arc, et nous savons que Valdemar Poulsen connaissait les études de Simon. Poulsen travaillait délibérément à produire des oscillations à plus haute

fréquence et avait un circuit LC connecté entre des électrodes à arc de carbone.

Peu de puissance a résulté de ses expériences, jusqu'à ce qu'un jour il glisse une lampe "Spiritus" alimentée à l'alcool, sous l'arc ouvert. Il a rapporté que les feuilles de ses condensateurs à pot de Leyde crépitaient, révélant qu'une puissance importante était soudainement présente dans le système.

Grâce à cet indice vital sur le rôle des gaz dans la production d'oscillations RF stables et à ses découvertes ultérieures sur le rôle des champs magnétiques, Poulsen a créé une alternative viable aux alternateurs mécaniques. Les émetteurs à arc ont perdu de leur importance au cours des années 1920, mais les oscillateurs à arc ont continué à servir la science jusqu'aux débuts de l'ère atomique.

Et aujourd'hui...

Les émetteurs à arc Poulsen constituent un chapitre presque oublié de l'histoire des communications. Presque ! Au moins un expérimentateur ne les a pas oubliés. David L. Quinlan de Roseland, New Jersey, a construit ce qui pourrait être le seul émetteur à arc Poulsen opérationnel au monde ! Il a également développé une vaste bibliothèque sur le sujet et aimerait entendre tous les lecteurs intéressés par les arcs de Poulsen. Il peut être contacté à poulsen@mail.hicom.net.

David a fourni la plupart des informations et toutes les illustrations de cet article. Avec son aide, nous espérons éventuellement ajouter **plus** d'articles et de liens sur des sujets liés aux émetteurs d'arc, alors assurez-vous de consulter à nouveau cette page à l'avenir !

Ce qui suit sont les propres mots de David à propos de l'émetteur qu'il a construit :

Bonjour! Si vous êtes intéressé par les radiocommunications historiques, vous seriez peut-être intéressé par mon oscillateur Poulsen Arc fait maison. Il ne s'agit que d'un arc de la taille d'une table, mais il présente la plupart des caractéristiques des arcs utilisés pour les communications mondiales entre 1903 et les années 1930.

Mon arc est presque entièrement réalisé avec des composants modernes, car je n'ai jamais pu retrouver quelque matériel que ce soit de type Poulsen, à l'exception de documents. J'en ai beaucoup.

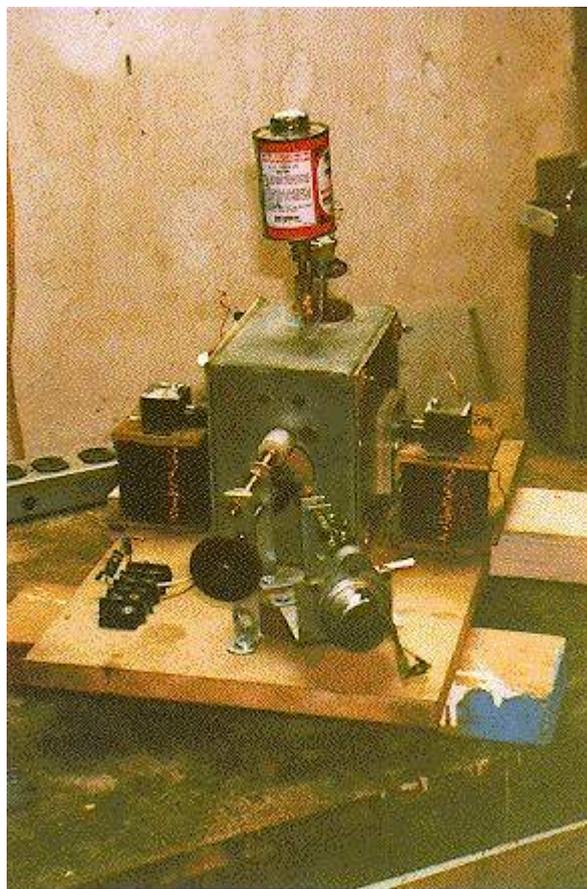
J'utilise un arc carbone/cuivre avec une source de courant d'environ 10 ampères. Les charbons sont des tiges de graphite appelées charbons de gougeage à l'air. Ils sont conçus pour la découpe du métal et sont en graphite pur. McMaster Carr les vend dans tout le pays, je crois.

Seule l'électrode négative est en carbone. L'autre est en cuivre massif, percé à l'intérieur pour la circulation de l'eau. Mon arc ne produit pas beaucoup de chaleur mais je maintiens l'anode avec de la soudure au plomb. Cela fonctionne bien à moins que le flux d'eau ne soit interrompu, auquel cas la soudure fond hors de l'anode et nécessite plus de réparation.

(Les bobines de chaque côté de la chambre à arc font partie d'un circuit magnétique qui améliore l'efficacité de l'oscillateur.)

La canette sur le dessus est le réservoir pour l'alcool ! C'est une nécessité pour faire osciller l'arc. Pas d'alcool = pas d'oscillations, ou seulement des oscillations très faibles. Mon réservoir d'alcool était autrefois une canette de papier-ciment ; c'est pourquoi il y a des écrits dessus. L'alcool coule quelques gouttes à la fois dans l'arc enflammé.

C'était une pratique courante pour le système Poulsen. L'un des problèmes était que l'alcool ne cessait de disparaître à bord des navires, pour une raison assez évidente ! Il a été remplacé par du Kérosène, qui a perduré !



En ce qui concerne les produits inflammables, ce qu'on recherchait avec opiniâtreté, c'est l'utilisation de l'hydrogène qui se dissocie en H1. Fleming a essayé l'hydrogène à partir d'un réservoir, mais a déclaré qu'il était très difficile d'empêcher l'arc de s'éteindre. C'était vers 1910. Après cela, tout le monde utilisait de l'alcool ou du kérosène. Le kérosène produisait de la suie conductrice qui provoquait des arcs à l'intérieur de la chambre et nécessitait un entretien pour corriger le problème. Certains ont essayé l'éther... pourquoi pas utiliser de la dynamite !

Le danger des explosions m'a empêché d'expérimenter pendant un bon moment. J'ai toujours utilisé de l'alcool car cela semblait le moins dangereux, mais une fois la chambre rendue étanche, le premier éclair entre les électrodes brûle tout l'oxygène de la chambre, ensuite il n'y a plus rien qui puisse produire une explosion. Ma chambre est équipée d'un solide diaphragme en néoprène relié par un tuyau. Cela réduit le risque d'explosions à pratiquement zéro. J'avais pris l'habitude de travailler avec un arc fait maison dont la chambre était dotée d'un bouchon lâche qui permettait d'éviter les explosions, en faisant simplement un gros bruit. (Les arcs commerciaux devenaient très chauds à l'intérieur et les opérateurs devaient les laisser refroidir pendant un certain temps après leur arrêt pour éviter les explosions.)

Le circuit oscillant est accordé entre 50 et 300 kHz, selon l'application. La sortie RF peut allumer une ampoule de 200 watts au secondaire du transformateur RF. Il alimente également une petite bobine Tesla. Je l'ai parfois utilisé pour réaliser des communications mais je n'avais pas d'antenne accordée à ces fréquences, et de toute façon c'est illégal.

Si cela vous semble intéressant n'hésitez pas à m'envoyer un e-mail (via l'adresse au-dessus de la description). J'espère toujours trouver des gens qui s'intéressent à l'Arc Poulsen et qui en savent plus que moi ! Je pourrai ainsi utiliser ces connaissances et obtenir de meilleurs résultats. Jusqu'à présent, il semble que je sois la seule personne au monde à disposer d'un système Arc fonctionnel. Est-ce possible ?



Traduction ©Olivier ADLER 2023

Source :

<https://pe2bz.philpem.me.uk/Comm/-%20ELF-VLF/-%20Info/-%20History/PoulsenArcOscillator/poulsen1.htm>