

# METODOLOGIA PARA PROJETO DE CANHÃO DE ELÉTRONS PARA VÁLVULAS DO TIPO TWT

Marcelo Nascimento Pinto e César Candido Xavier  
Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo – CTMSP

## INTRODUÇÃO

O Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) vem buscando o domínio da tecnologia de fabricação de válvulas de micro-ondas do tipo Traveling-Wave Tubes (TWT) [1], as quais são aplicadas nos radares das Fragatas Classe Greenhalgh da Marinha do Brasil (MB). O circuito DC de uma válvula do tipo TWT é basicamente composto por um canhão de elétrons, uma região deriva e um coletor de elétrons. O canhão de elétrons gera o feixe de elétrons, através de um cátodo termiônico, com forma e intensidade adequada. Na região deriva, há uma estrutura de ondas lentas, onde, o resultado da interação do feixe de elétrons com o sinal de RF é a sua amplificação. Ao deixar a região de deriva, os elétrons acelerados alcançam o coletor, fechando o circuito elétrico.

Com a finalidade de reduzir custos e tempo de projeto de válvulas de micro-ondas do tipo TWT, ferramentas computacionais são largamente utilizadas atualmente [2-3]. Neste trabalho, o EGUN [2], que utiliza o método de diferenças finitas para o problema de Poisson, combinado com uma rotina que determina a trajetória relativística do feixe de elétrons, foi usado para projetar um canhão de elétrons de 9 kV, 0,45 A, cuja cintura de feixe é de 2,2 mm, para ser usado em uma válvula TWT para operação na banda-C. Três parâmetros geométricos do canhão de elétrons foram variados: (a) separação catodo-anodo, (b) altura do anodo, e (c) o ângulo do eletrodo de focalização.

## OBJETIVO

Dados como parâmetro de projeto: a tensão de anodo ( $V_a$ ), a corrente elétrica ( $I$ ) e a cintura do feixe de elétrons ( $w$ ), estabelecer um procedimento para o projeto de canhões de elétrons considerando a variação de três parâmetros geométricos: (1) a separação

catodo-anodo, (2) a altura do anodo e (3) o ângulo do eletrodo de focalização.

## METODOLOGIA

O procedimento adotado para projeto de canhões de elétrons, tendo como parâmetros livres da geometria do canhão a separação catodo-anodo, a altura do anodo e o ângulo do eletrodo de focalização, é apresentado na Figura 1.

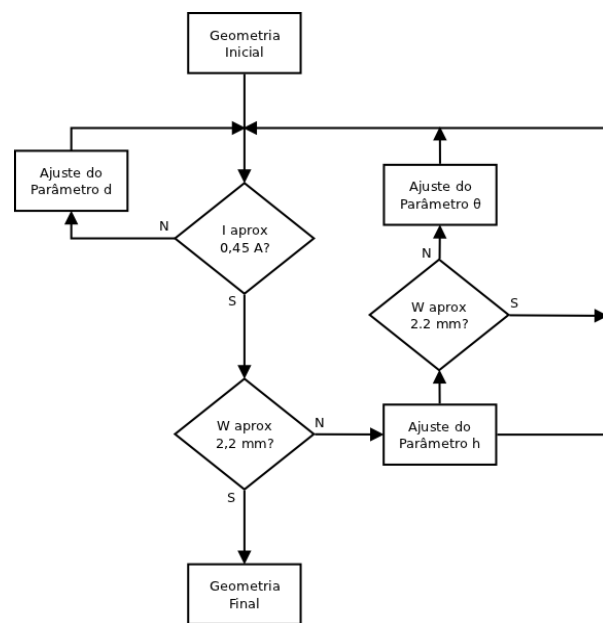
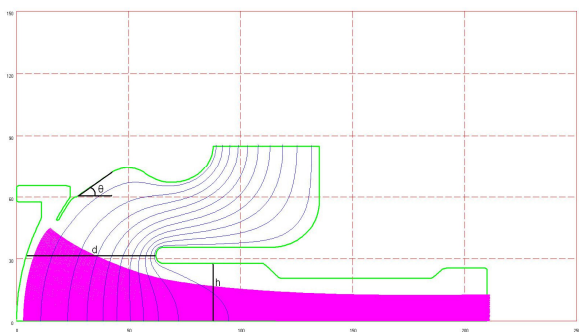


Figura 1: Fluxograma para projeto de canhões de elétrons.

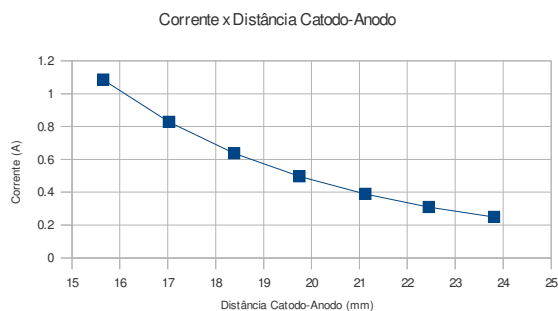
Os parâmetros geométricos foram variados de acordo com a Tabela 1 e estão representados na Figura 2.

TABELA 1. PARÂMETROS DE SIMULAÇÃO

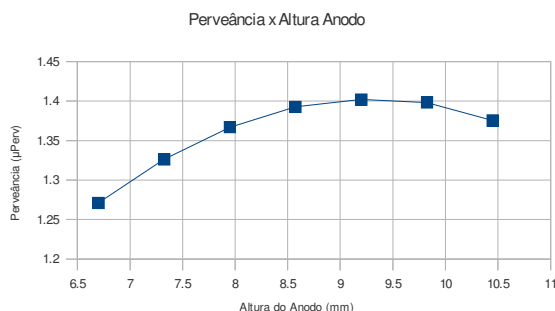
Parâmetro	Descrição	Min	Máx	Incremento
$d$	Distância Catodo-Anodo	15,65 mm	23,81 mm	1,3 mm
$h$	Altura do Anodo	6,7 mm	10,45 mm	0,625 mm
$\theta$	Ângulo Eletrodo de Focalização	61,15°	80,7°	variável



**Figura 2:** Geometria inicial do canhão de elétrons. Separação catodo-anodo  $d = 15,7$  mm, altura do anodo  $h = 6,7$  mm, e ângulo do eletrodo de focalização  $\theta = 43,0^\circ$ .



**Figura 3:** Efeito da variação da corrente elétrica pela variação da separação catodo-anodo  $d$ .



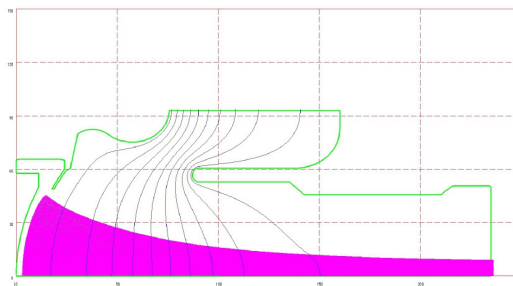
**Figura 4:** Efeito da variação da perveância pela variação da altura do anodo  $h$

## RESULTADOS

Observou-se que: (a) a corrente elétrica diminuiu com o aumento da separação catodo-anodo, conforme a Figura 3; (b) a perveância, e por sua vez a corrente, variaram de acordo com a

Figura 4; e (c) a corrente aumentou com o aumento do ângulo do eletrodo de focalização.

Entendendo o efeito de cada um dos parâmetros geométricos sobre a corrente, e utilizando o fluxograma da Figura 1, foi possível projetar um canhão que atendeu os requisitos do projeto. O canhão projetado está representado na Figura 5



**Figura 5:** Canhão de elétron projetado:  $d=22,4$  mm;  $h=12,62$  mm e  $\theta=79,0^\circ$ .

## CONCLUSÕES

Foi possível estabelecer um procedimento sistemático para o projeto de canhões de elétrons para uso em válvulas do tipo TWT, partindo de uma geometria inicial e estudando os efeitos da variação de três parâmetros, a saber: a separação catodo-anodo, a altura do anodo e o ângulo do eletrodo de focalização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Gilmour, A. S. (1994). *Principles of traveling wave tubes*. Artech House Radar Library. Boston: Artech House. pp. 2–3. ISBN 0890067201 9780890067208.
- [2] W. B. Herrmannsfeldt, Stanford Linear Acc. Center, Report SLAC-331, 1988 (unpublished).
- [3] C. C. Xavier and C. C. Motta, "The XMGUN Particle Path FEM Code," *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 46, pp. 3281–3284, 2010.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPQ, FINEP