

Lopende-golfbuis

vreemde onderdelen

Neil Gruending (Canada)

De wereld van HF versterkers is fascinerend omdat er zoveel verschillende technieken worden gebruikt. Tegenwoordig worden ze vaak gemaakt met halfgeleiders, maar er zijn nog steeds situaties waar vacuümbuizen de enige juiste keuze zijn. We hebben in het verleden al eens gekeken naar klystrons, dus laten we nu eens kijken naar de lopende-golfbuis, nog zo'n onvolprezen elektronica-held.

Een van de interessantste dingen van versterkers met lopende-golfbuizen is de werking. Ze hebben een elektronenkanon, dat bestaat uit een gloeidraad, een kathode en versnellings elektroden, net als een beeldbuis. Zo wordt een elektronenstraal gevormd die naar de collector gaat (figuur 1). De straal wordt gefocuseerd door een extern magnetisch veld, meestal met permanente magneten. Met behulp van snelheidsmodulatie wordt de elektronenstraal beïnvloed door het binnenkomende HF-signaal. Omdat de elektronen in de straal veel langzamer bewegen dan de HF-elektronen,

wordt het HF-signaal door een spiraalvormige draad geleid, die we de helix noemen. Hij vertraagt het HF-signaal, zodat het gelijkloopt met de elektronenstraal. De HF-elektronen volgen de helix en moduleren de snelheid van de elektronen in de straal, doordat elektronen die in fase zijn versnellen en elektronen die uit fase zijn vertragen. De gemoduleerde elektronen komen zo in groepjes bij elkaar en induceren een versterkt signaal terug in de helix. Aan het einde van de helix wordt dat signaal opgepikt met behulp van een eenrichtingskoppeling.

Lopende-golfbuizen hebben een grotere bandbreedte dan klystrons [1]. Bovendien hebben ze geen resonerende componenten nodig, wat ze ideaal maakt voor microgolf-toepassingen met een niet te groot vermogen, zoals radar of zelfs ruimtecapsules en satellieten. Een mooi voorbeeld is de Collins Radio S-Band-versterker (figuur 2 en figuur 3) die is gebruikt bij het Apollo-ruimtevaartprogramma [2]. Het was een compacte 20W-versterker van nog geen 15 kilo, die al het beeld en geluid en alle data naar NASA's netwerk van schotelantennes van 26 meter doorsnede op aarde stuurde. Het grondstation gebruikte een gefocuseerd 10.000W-sig naal voor de communicatie in omgekeerde richting. Lopende-golfbuizen worden vooral commercieel toegepast, maar er is een kleine groep van hobbyisten die nog steeds graag experimenteren met deze fascinerende kleine versterkers in

amateur-microgolfzenders [3]. Hun grootste uitdaging is om zulke buizen te vinden!

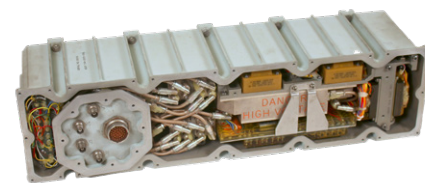
210418-03

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



Figuur 2. Collins Radio S-Band-versterker met lopende-golfbuis gebruikt voor de communicatie met de aarde tijdens de Apollo-missie. (Bron: Ken Shirriff)



Figuur 3. De Collins Radio-versterker werkte met spanningen van duizenden volts en zag er uit als een wirwar van coaxkabels. (Bron: Ken Shirriff)

WEBLINKS

[1] N. Gruending, "Klystrons", vreemde onderdelen #13, Elektor maart 2015: <https://bit.ly/3v8ZKoO>

[2] K. Shirriff, "Inside a 20-Watt Traveling-Wave Tube Amplifier from Apollo", Ken Shirriff's Blog, July 2021: <https://bit.ly/3ea8lOn>

[3] H. Griffiths, "Travelling Wave Tube Amplifiers", The National Valve Museum, September 1980: <https://bit.ly/3wA8aCn>