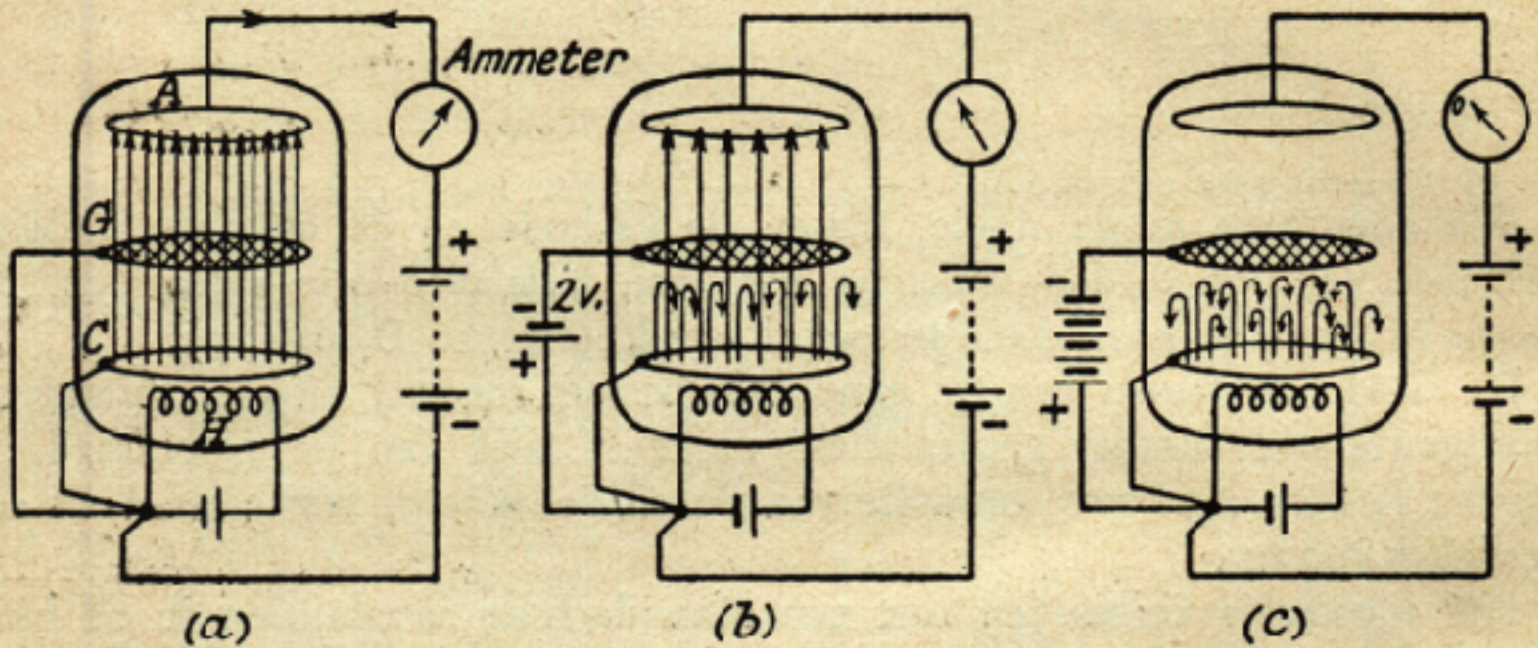


# Van Lamp tot Buis

begin van het electronica-tijdperk

Edo Dooijes / 2007



*Invloed van de roosterspanning op de elektronenstroom en anodestroom in een triode. De pijltjes geven de loop aan der electronen.*

# Ontdekking van het electron

~1875

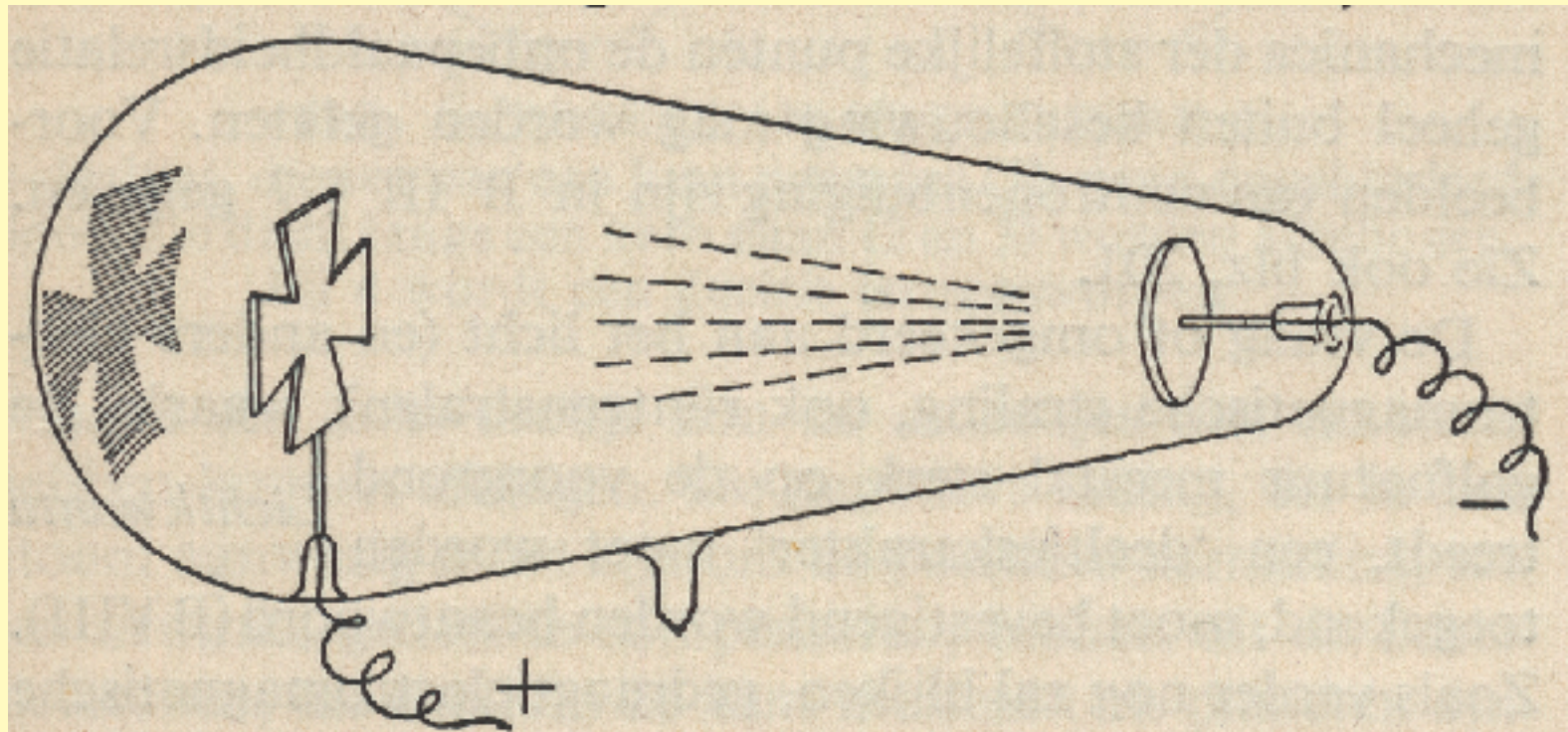
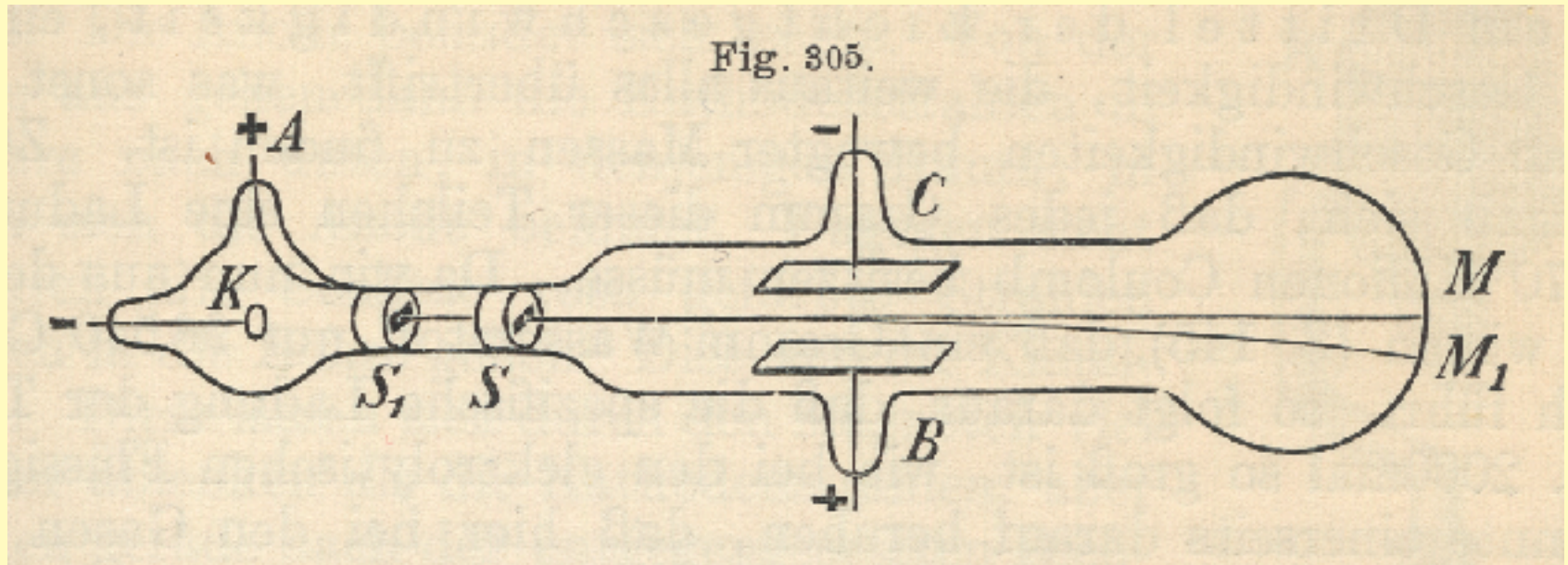


FIG. 2. KATHODESTRALENBUIS (BUIS VAN CROOKES)  
Het plaatje rechts is de kathode. Het metalen kruis dient als anode en heeft ten doel de schaduwwerking der kathodestralen op de buiswand (links) aan te tonen

William Crookes 1832-1919

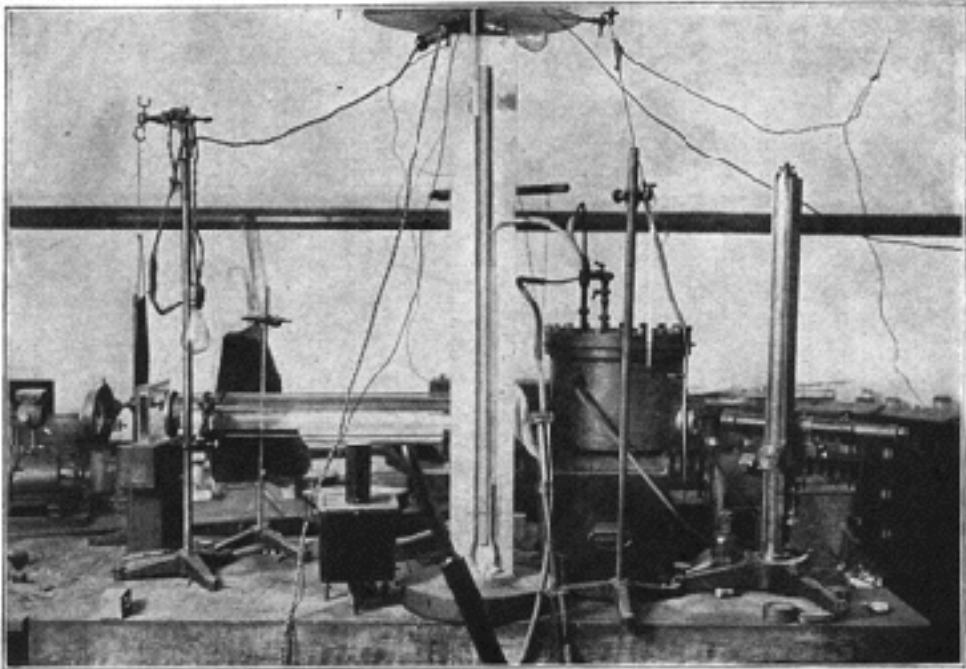
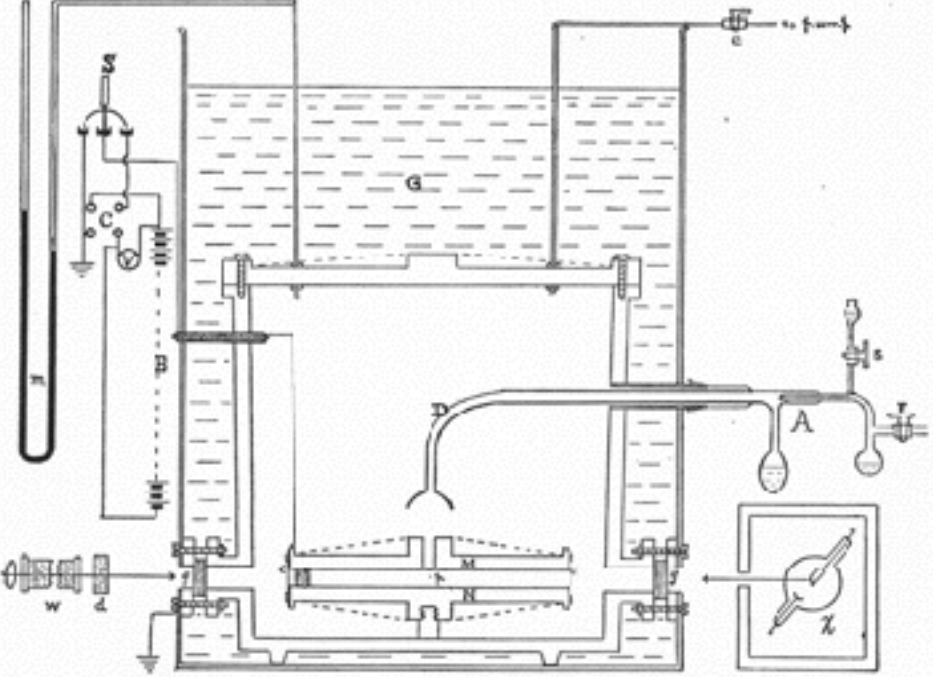


J.J. Thomson 1856-1940

- identificatie van het electron:  
kathodestraal = stroom van vrije electronen
- bepaling  $e/m$

1910

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

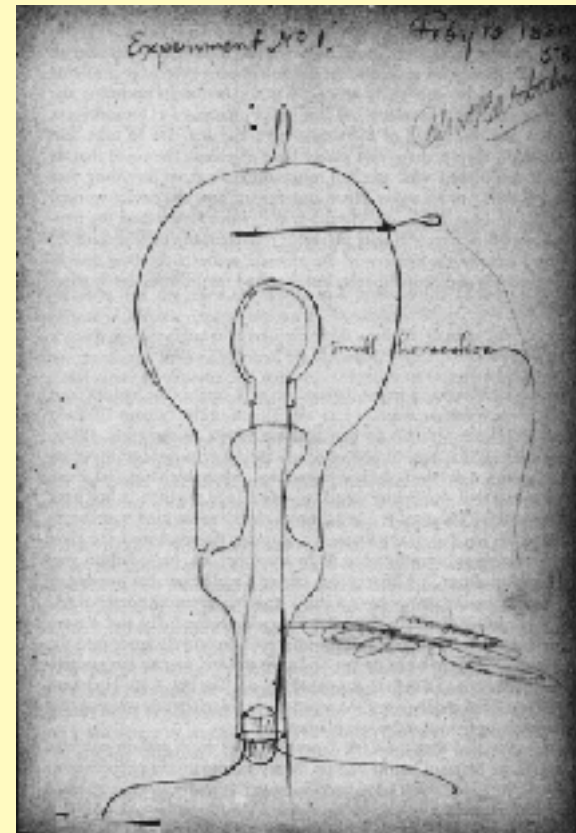
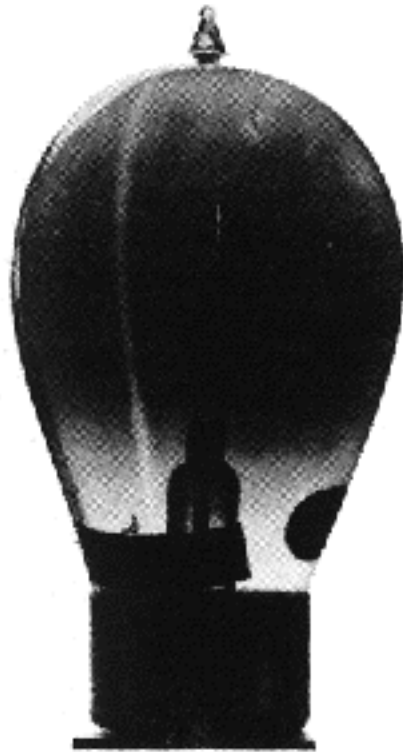


Robert Millikan 1868-1953

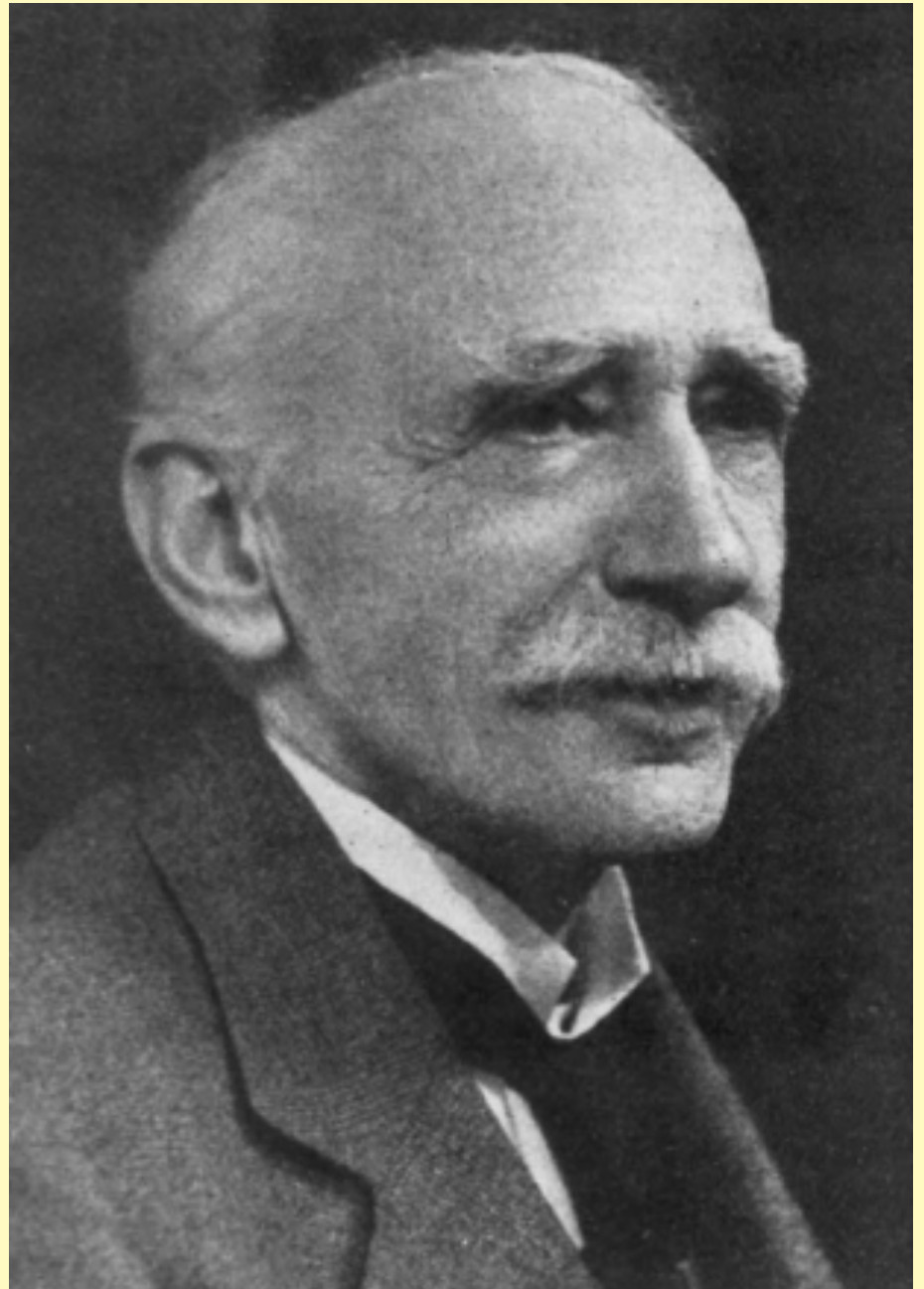
Edison, Fleming, De Forest

1880

**Fig. 2-2. Photograph of Edison lamp, discolored by use, but having a clear streak.**



J.A. Fleming 1849-1945



1904



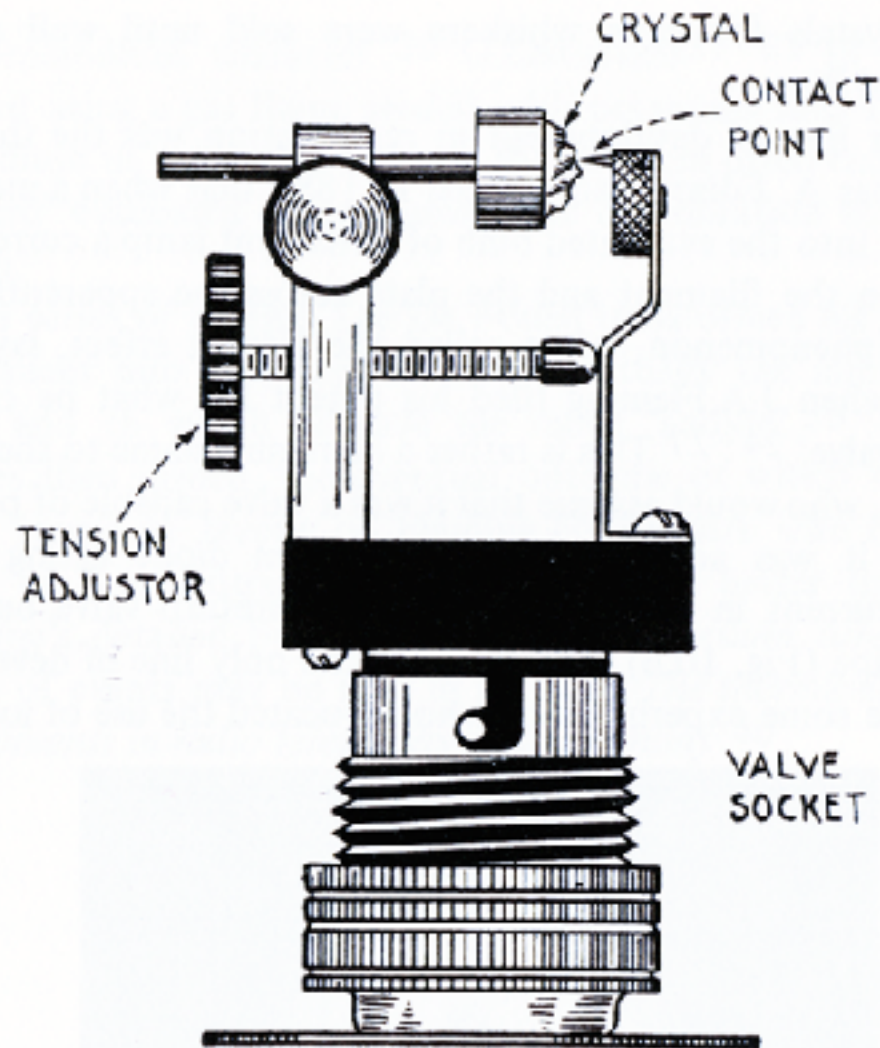
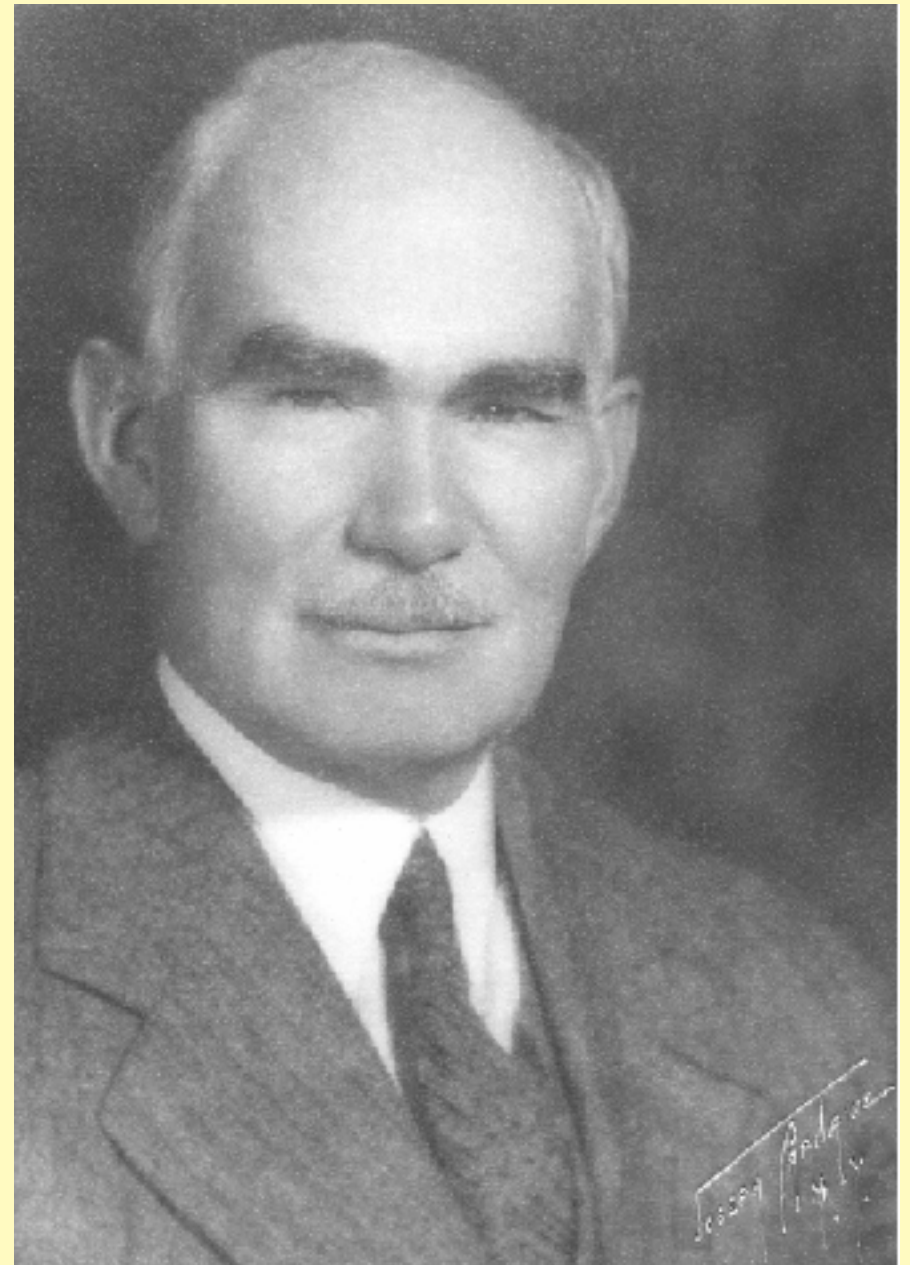


Fig. 10.4 *Crystal holder designed as a plug-in replacement for a Fleming diode valve*  
[Bucher, E.E.: *Practical wireless telegraphy* (Wireless Press, New York, 1917), p.143]

**Lee de Forest**  
1873 - 1961

**His Inventions  
Changed the World**



1903

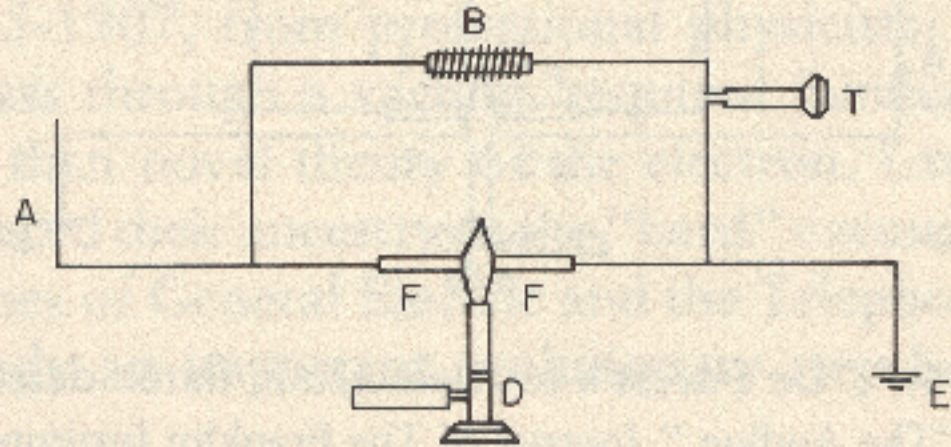


Fig. 4.6: De Forest's two-electrode flame detector.

1905

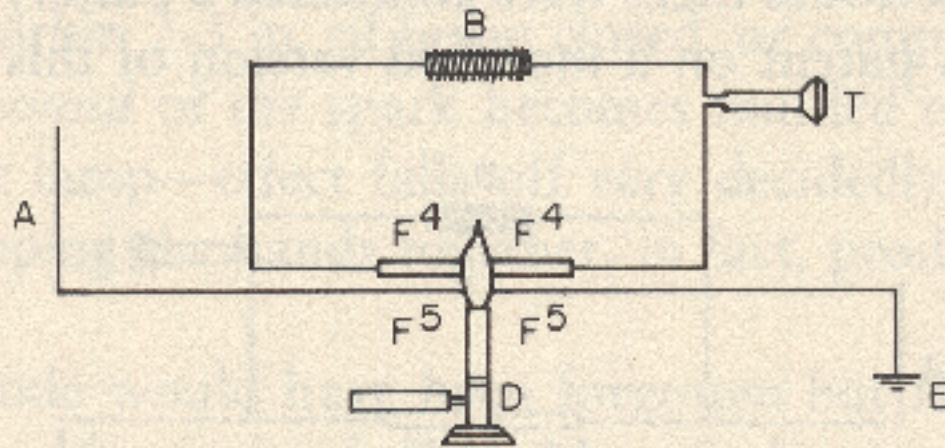


Fig. 4.7: De Forest's four-electrode flame detector.

L. DE FOREST  
SPACE TELEGRAPHY  
APPLICATION FILED JAN. 29, 1907

1908

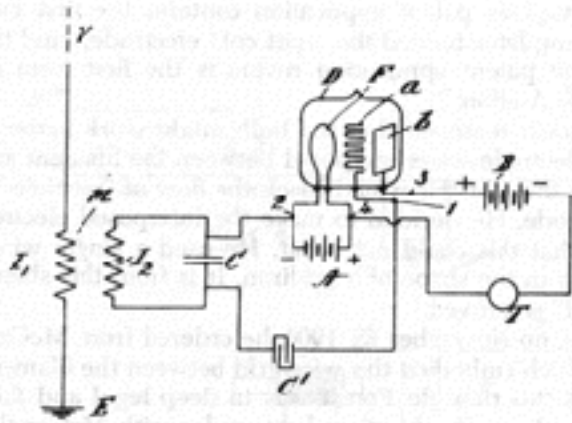


FIG. 1.

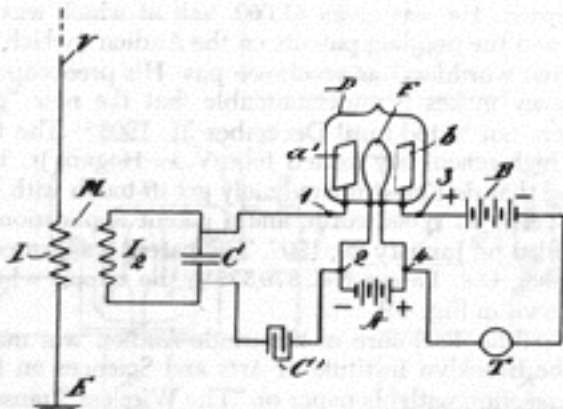


FIG. 2.

WITNESSES:  
E. B. [Signature]  
Black & Conroy

INVENTOR:  
Lee de Forest  
by [Signature]  
Atty.

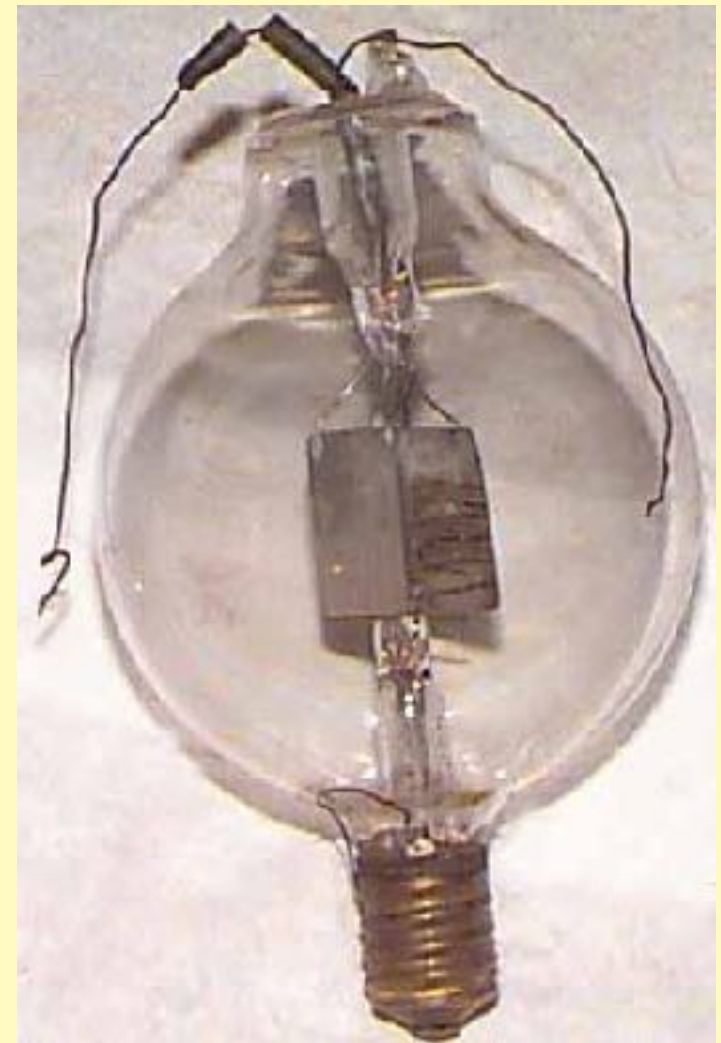
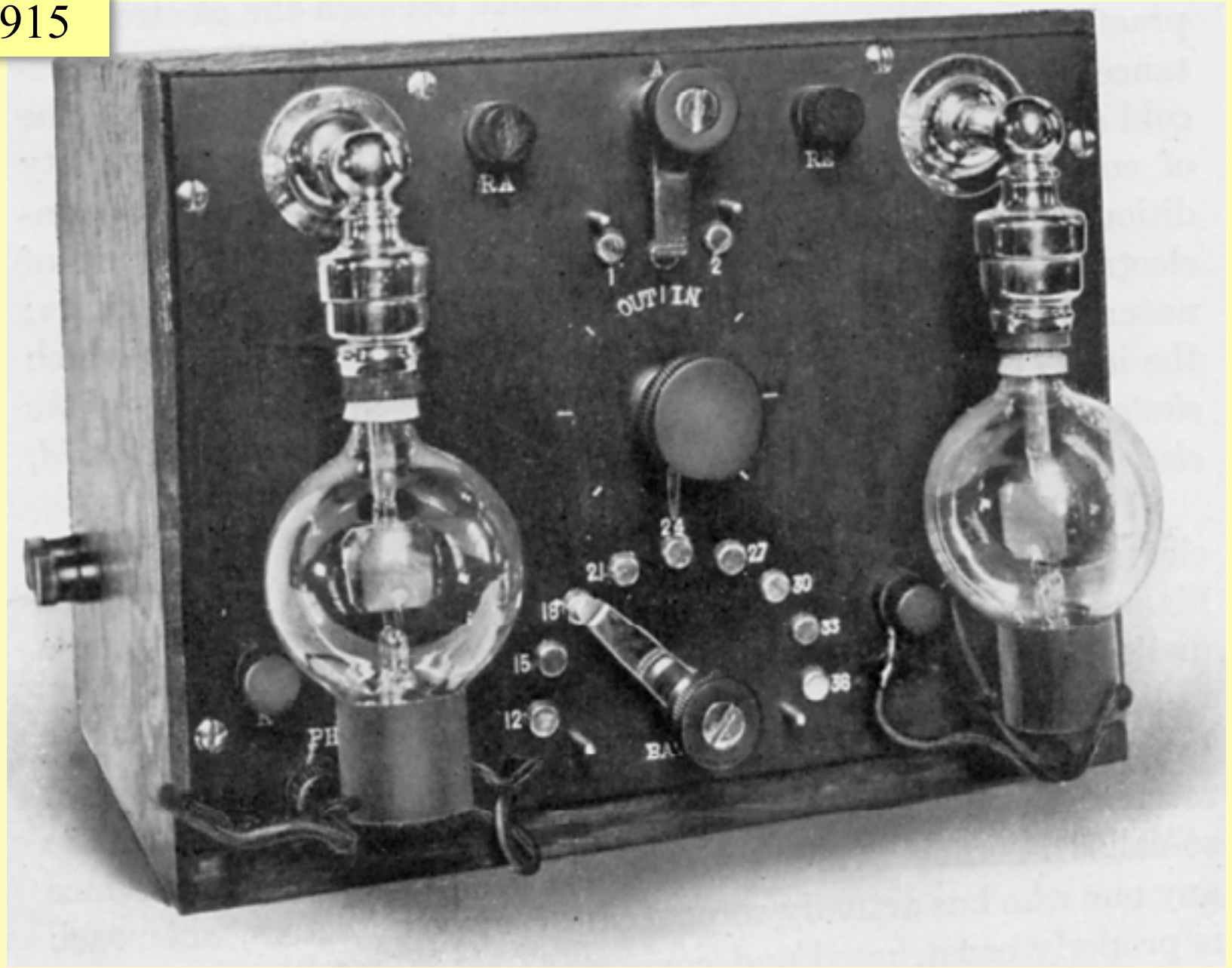


Fig. 4-8. The first grid-type three-electrode Audion patent.

~1915





E. H. Armstrong 1890-1954

- regeneratieve schakeling 1912
- super-regeneratieve schakeling 1922
- superheterodyne 1922
- breedband-FM 1933

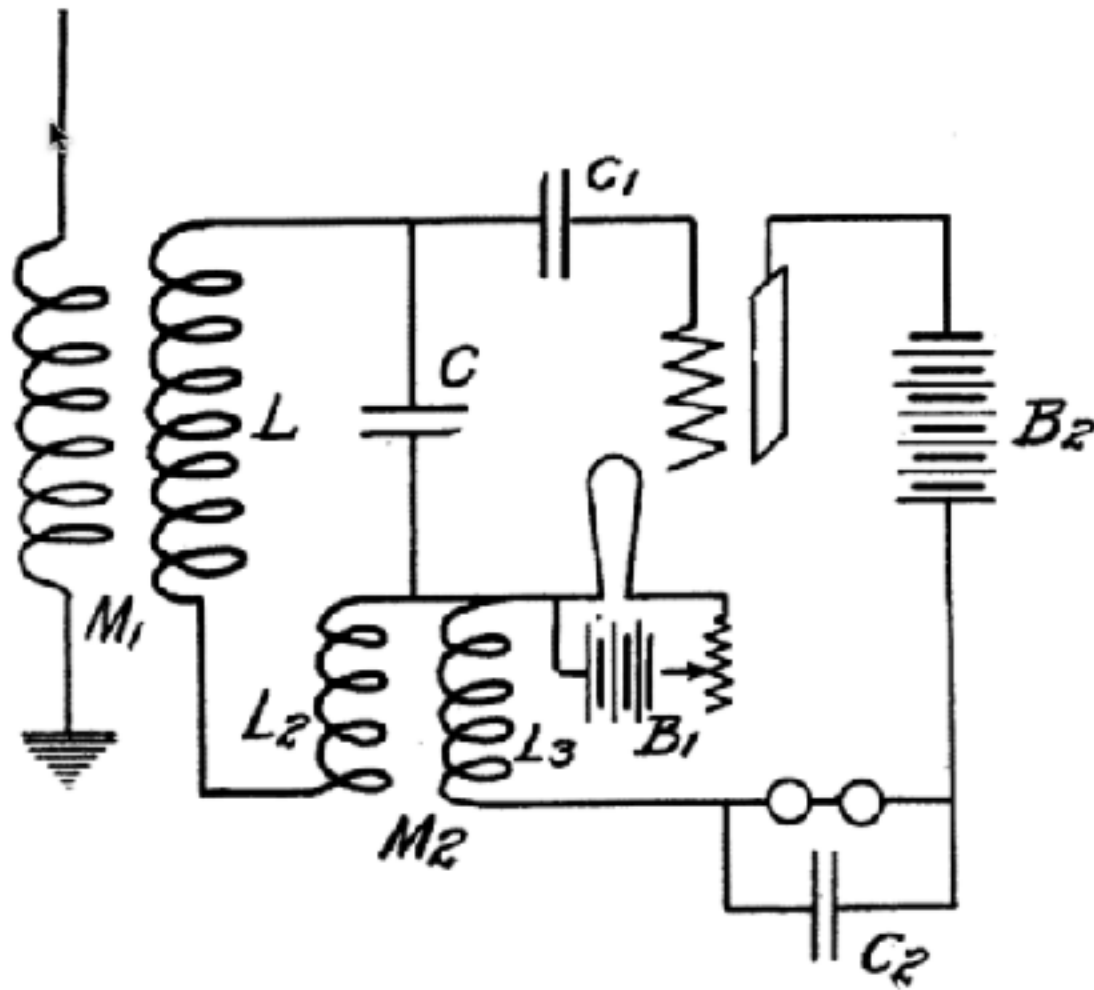


FIGURE 8

Armstrong's 'regen' circuit (IRE Proceedings 1915)

Ondertussen in Duitsland....

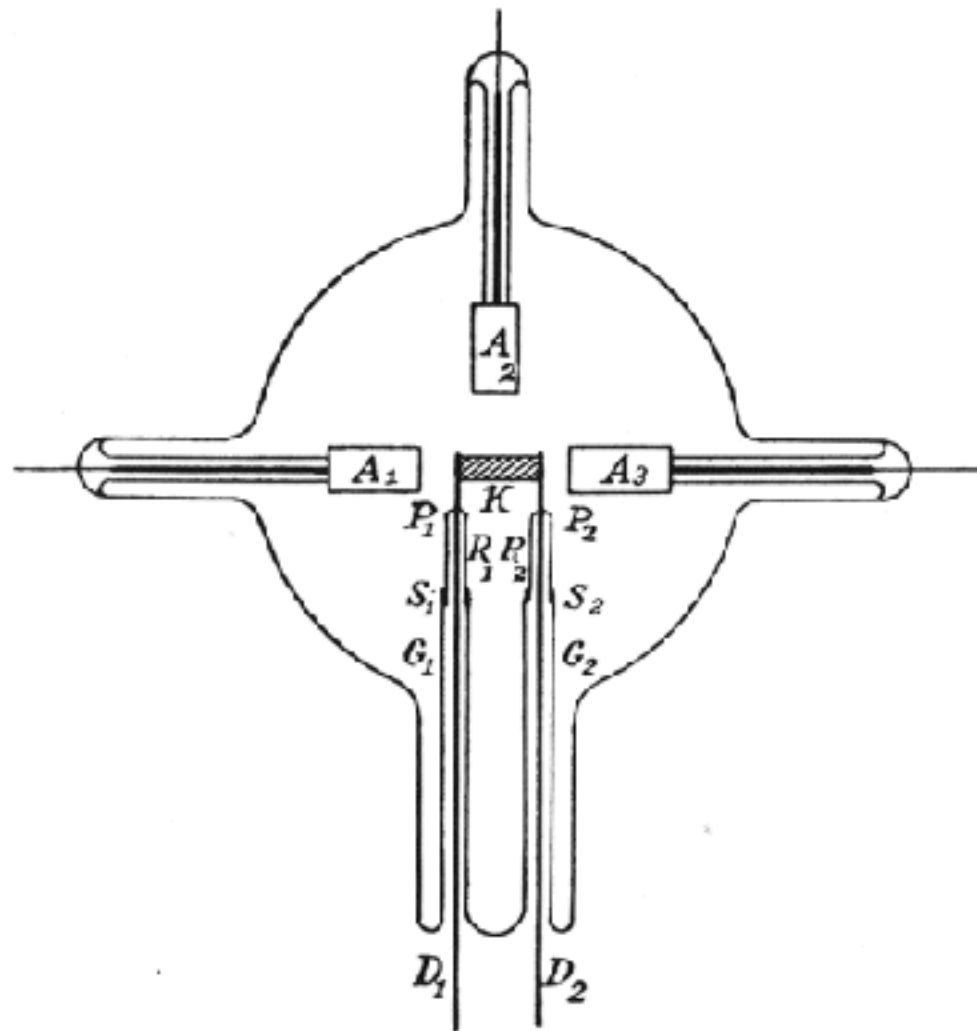
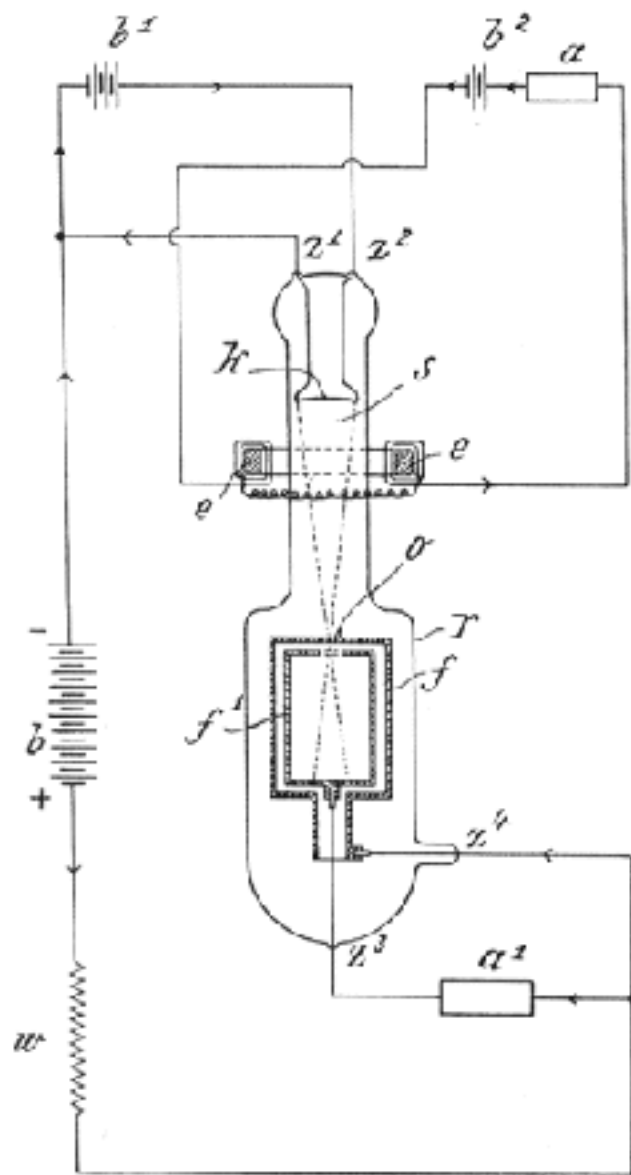
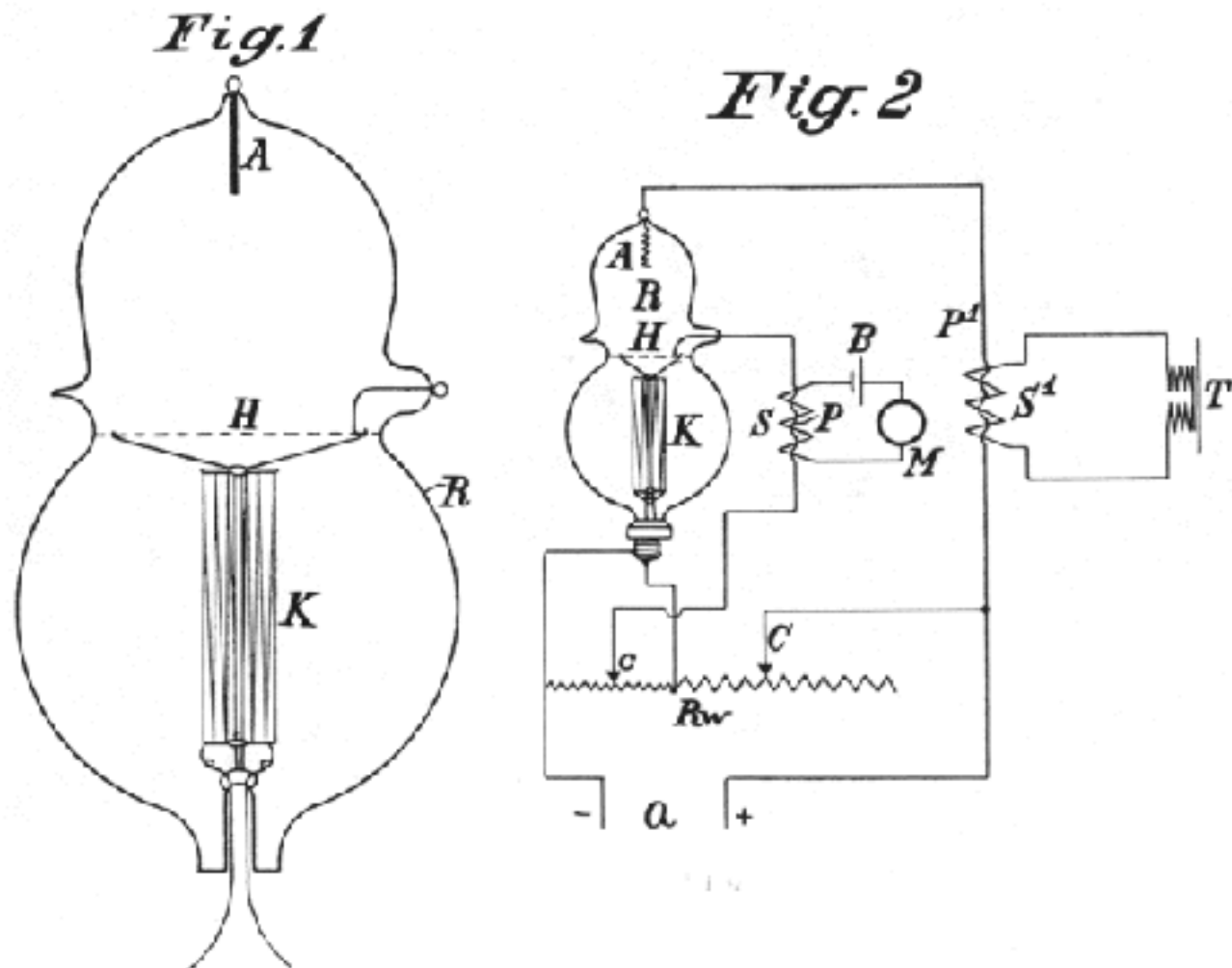


Fig. 5-2. Wehnelt's three-phase rectifier tube using oxide-coated hot cathode. (Reproduced from *Ann. Phys.*, 1906, 19.)



**Fig. 5-3. Von Lieben high-vacuum cathode-ray relay of 1906, using magnetic field for beam defocusing. (Reproduced from D.R.P. Nr. 179,807.)**

Zu der Patentschrift  
 № 179807.



**Fig. 5-6.** Von Lieben gaseous cathode-ray relay of 1910, using electrostatic control of cathode-ray beam. (Reproduced from D.R.P. Nr. 249,142.)



TRA-R

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

1. 1890 wurde  
als ein  
Kondensator  
aufgebaut  
und wurde  
verwendet.

**Vakuumröhre**  
AUG

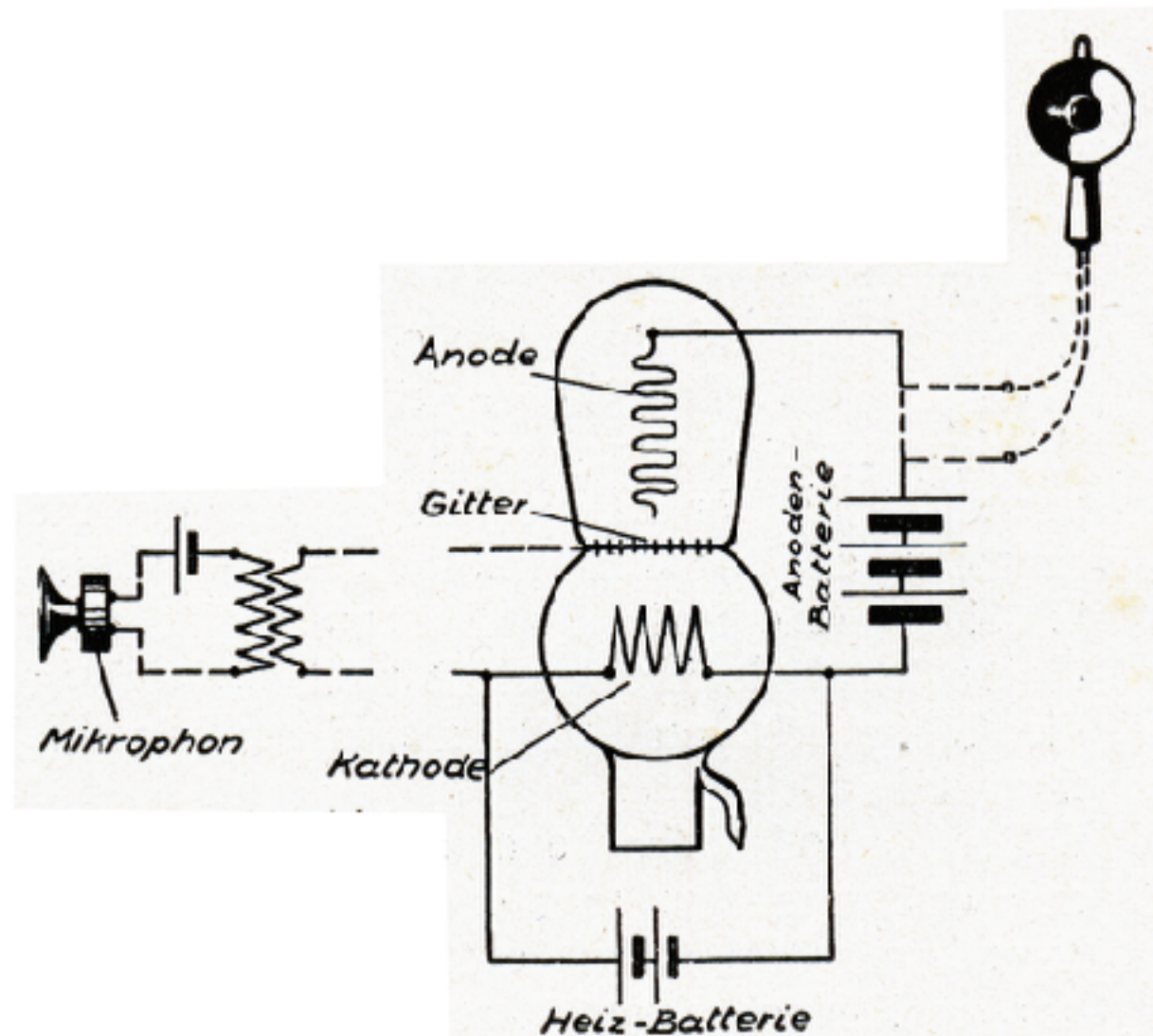
ca. 1915

1905 legte der Erfinderschüler  
August von Laugel mit der Erfindung  
der ersten Kathodenröhre, die TRK, als  
Vakuumröhre zugrunde.

Bei der Laugel-Röhre handelt es sich um  
eine Dreifachröhre, die aus  
einer Glasröhre besteht, die  
entleert ist, in der sich ein  
Kathodenstrahl befindet, der  
auf einen kleinen Glühkathoden-  
strahl in der Mitte trifft. Durch  
Schaltstrom wird der Kathoden-  
strahl in die Mitte der Röhre  
gesteuert, um verdichtet zu  
sein. Die Röhre ist als  
Glasröhre gefertigt.

**Daten der Röhre:**  
Anodenspannung: 720 Volt  
Heizung: 20 Volt, 2 Ampere  
Lebensdauer: 1000 - 3000 Stunden  
Vakuum: 1,01 - 0,001 Torr

in Laboratorium Dr.  
K. v. Laugel  
aufgebaut

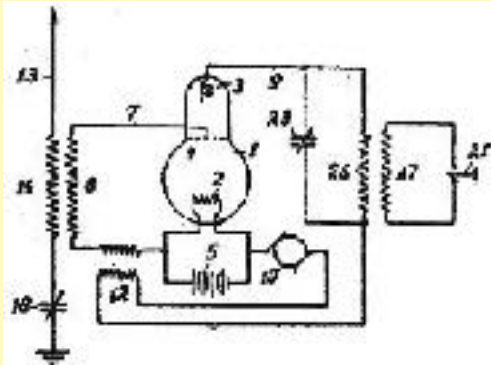


89. Die Lieben-Röhre als Verstärker in einer Fernsprechanlage



Alexander Meissner 1883-1958

Electronenbuis als generator van ongedempte trillingen  
Deutsches Reichspatent 1913



DRP 291604

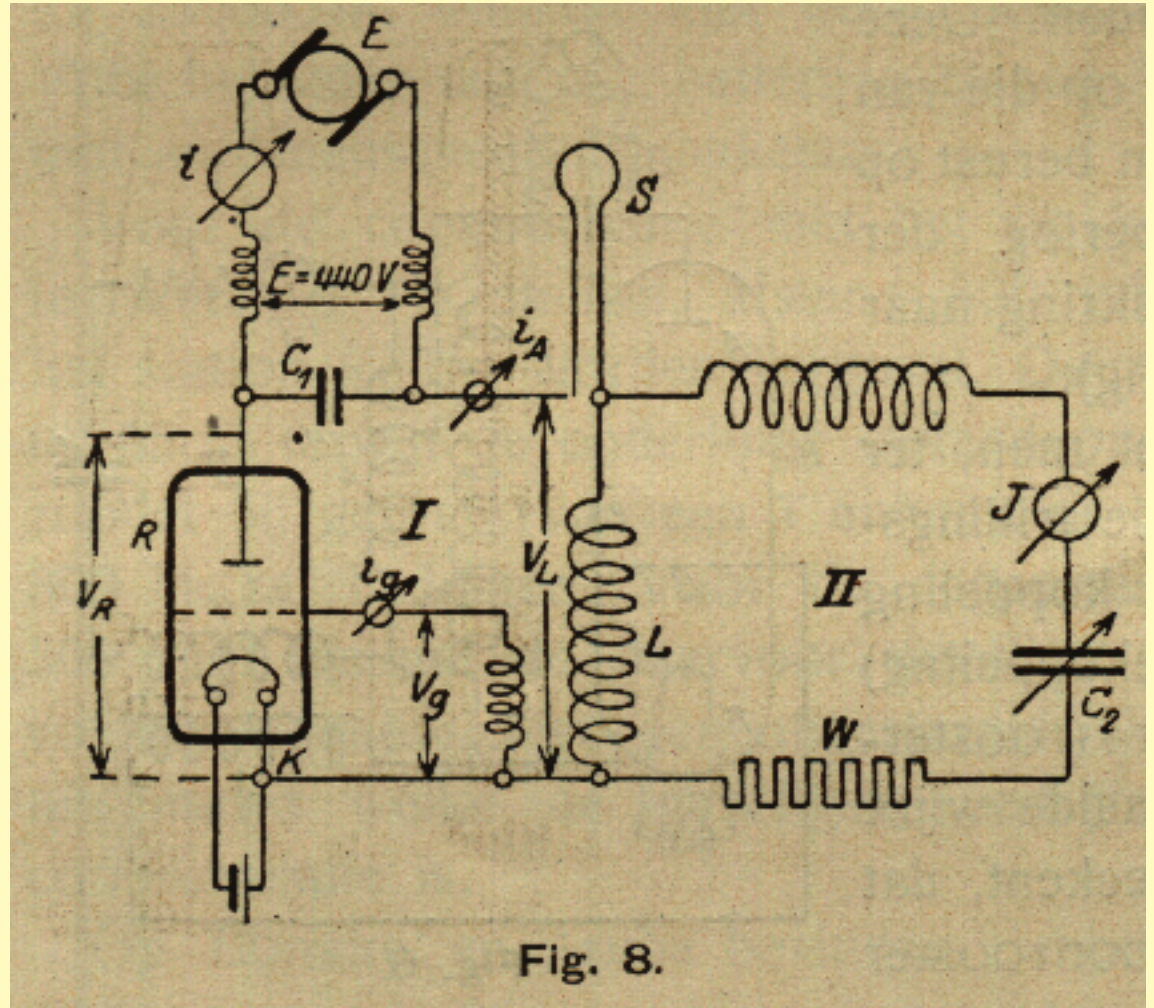
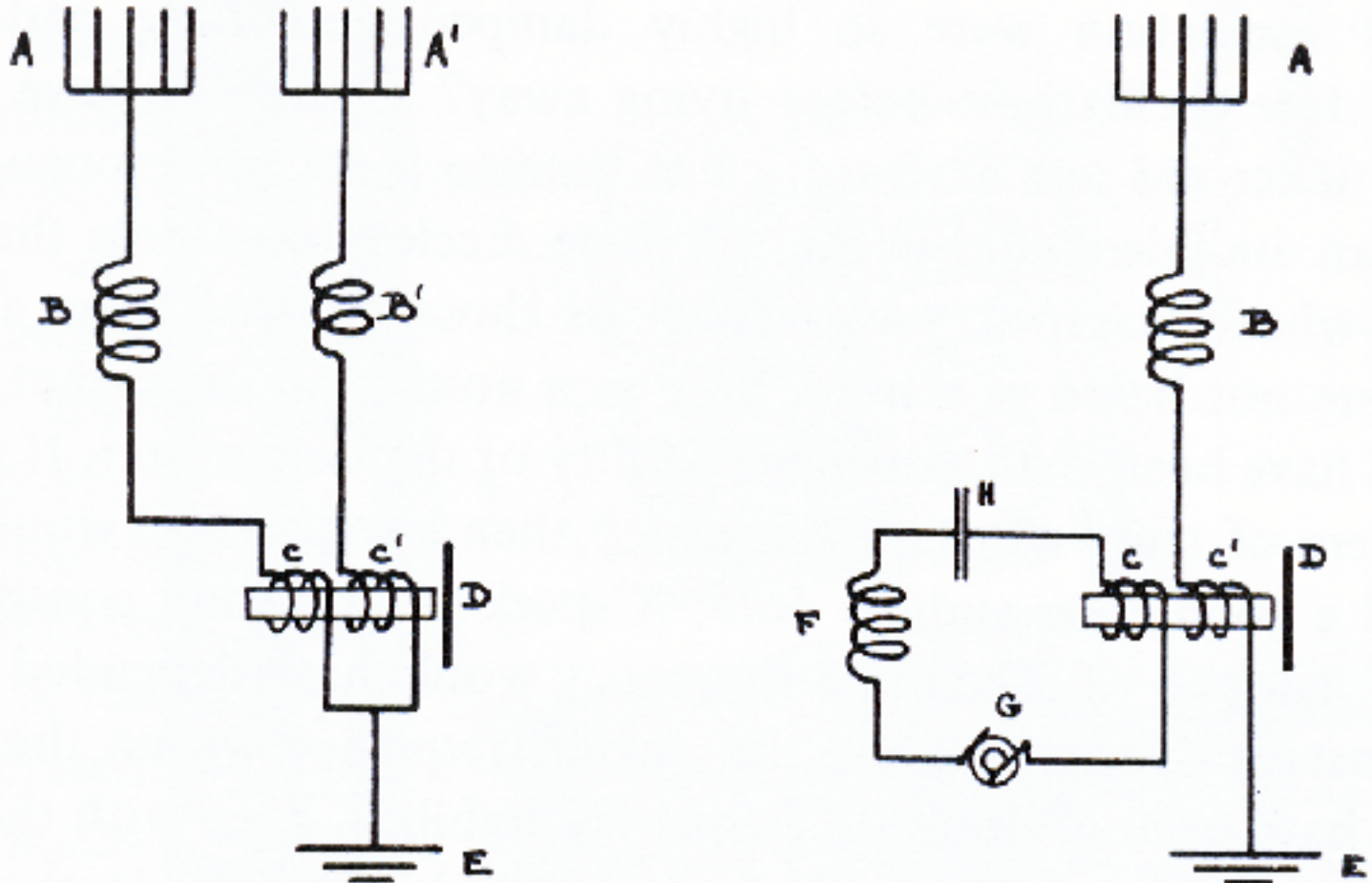


Fig. 8.

Radio Nieuws, juli 1919

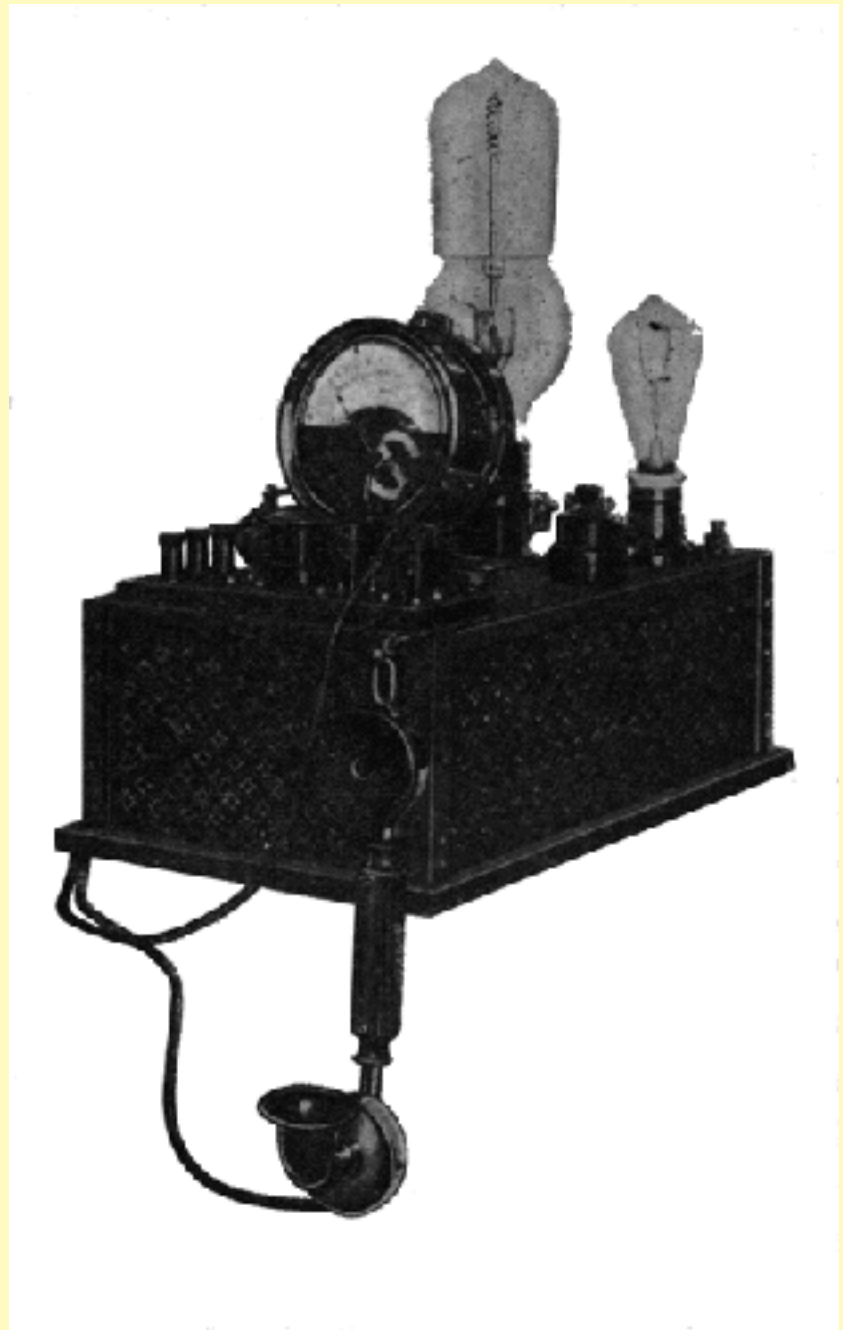
1902

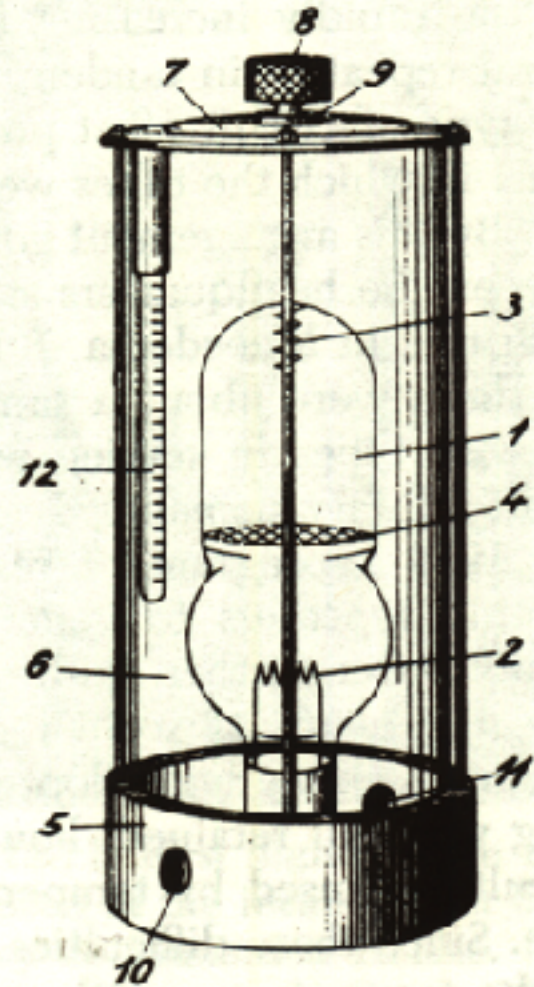
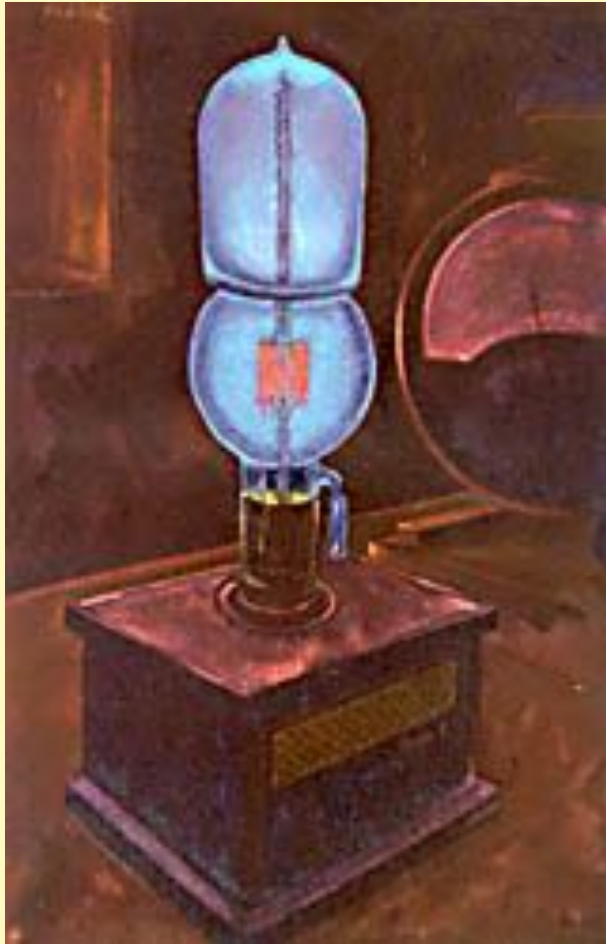


Fessenden heterodyne ontvangers

1913

Berlin-Nauen (ca 30 km)





**Fig. 12-9. Temperature regulator enclosure for LRS relay. (Reproduced from D.R.P. Nr. 293,460.)**

# Wetenschappelijke inzichten

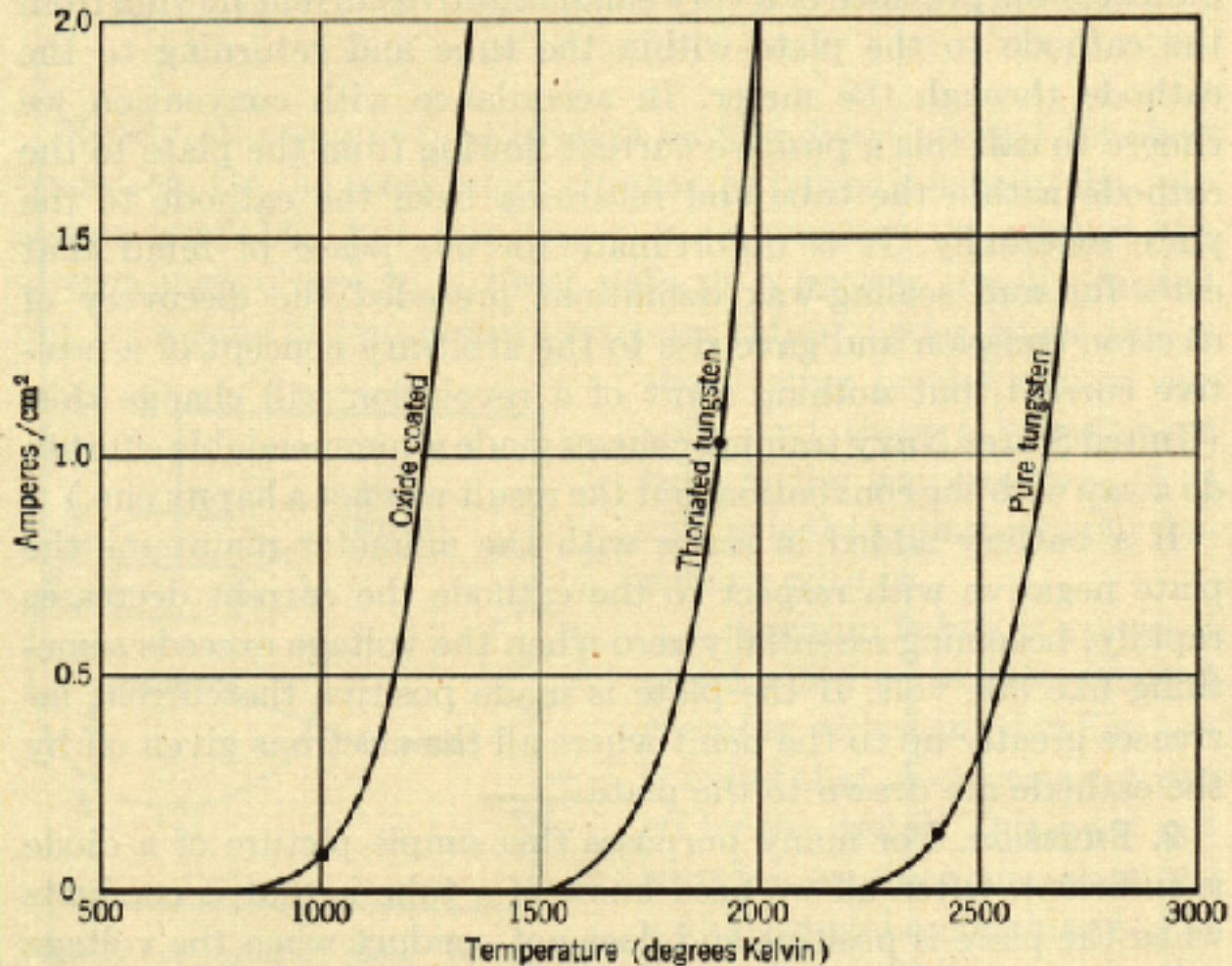


FIG. 2. Emission increases rapidly with cathode temperature. Dots indicate common operating conditions. (Adapted with permission from *Applied Electronics*, M. I. T. Staff, Technology Press, John Wiley & Sons, 1943)

Electronenemissie-wet van O. Richardson (1903)

### Karakteristieke eigenschappen van verschillende katodetypen.

type	uittreedspanning $\varphi$ (V)	normale werkt. temp. ( $^{\circ}$ K)	max. bruikb. emissie (A/cm <sup>2</sup> )	emissierendement (mA/W)	vooral toegepast in:	opmerkingen
wolfraam	4,52	2600	1	2-10 <sup>d</sup>	grote zendbuizen	goed bestand tegen gasresten en snelle ionen
gethorieerd wolfraam	2,6	1800-2000	3	5-100 <sup>d</sup>	middelgrote zendbuizen	slecht bestand tegen gasresten en snelle ionen
L-katode	1,6-2,0	1200-1600	100	1-100 <sup>i</sup>	speciale buizen	wordt aangetast door gasresten en snelle ionen, doch kan zich herstellen
oxydkatode	1,0-1,5	1000-1200	100 <sup>p</sup> 2 <sup>c</sup>	10-200 <sup>i</sup> 200-1000 <sup>d</sup>	normale buizen batterij- en gelijkricht- buizen	wordt aangetast door gasresten (vooral stikstof en zuurstof) en beschadigd door snelle ionen

*p* pulserende belasting

*c* continue belasting

*i* indirect verhit

*d* direct verhit

Uit: H. de Waard, Electronica (1962)



Hagelruis (W. Schottky, 1918):

effectieve waarde van de ruisstroom  
in een verzadigde diode is  $2.e.I.B$

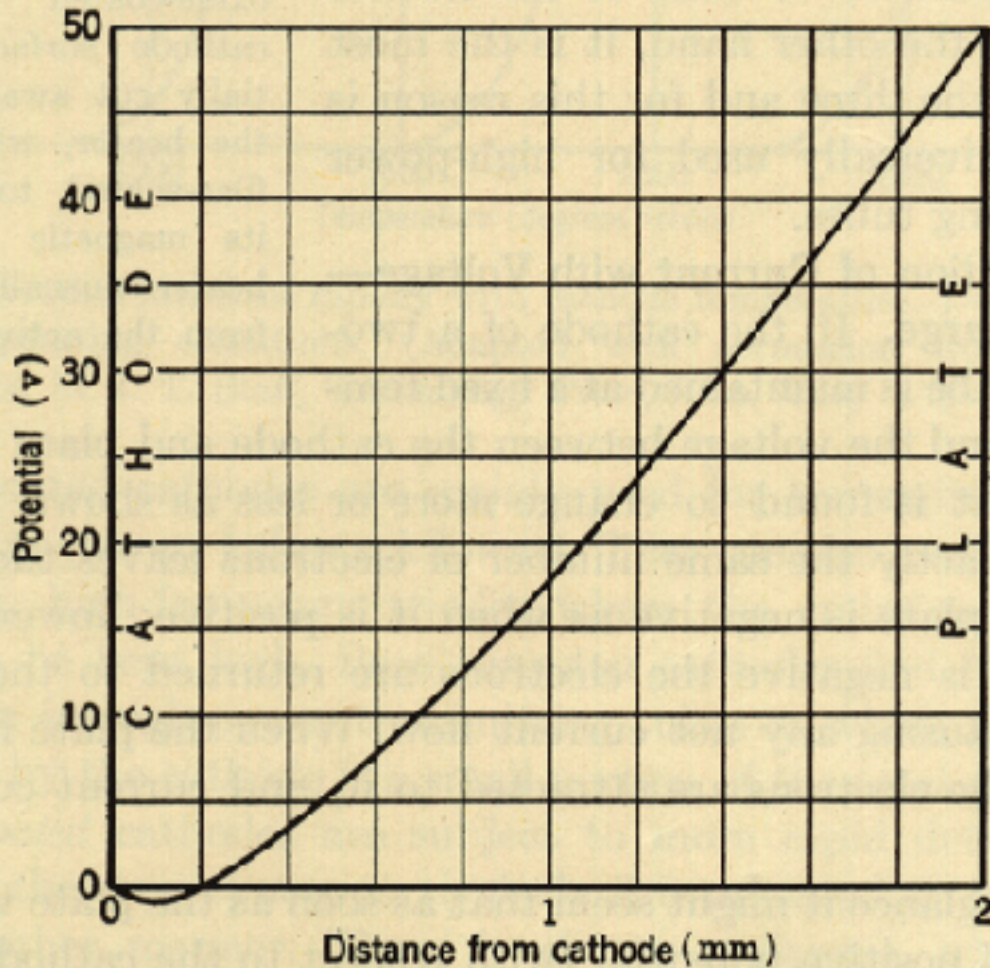


FIG. 5. Typical distribution of potential between the cathode and plate in a plane diode.

Ruimteladingswet van I. Langmuir (1914)



Fig. 8-10. Bank of thirty Type P Pilotrons used to modulate a 200-kilo-watt Alexanderson alternator in 1918.

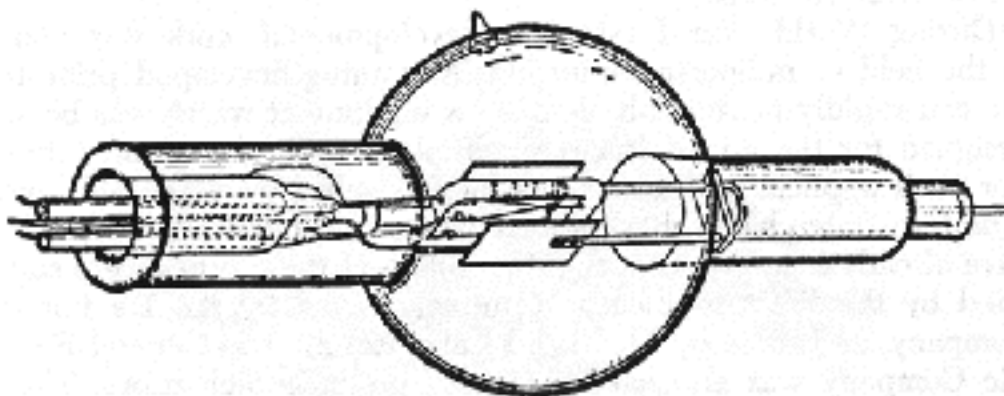


Fig. 8-13. Langmuir's drawing of large Pilotron. (Reproduced from *Proc. I.R.E.*, 1915, 3.)

# Nederlandse bijdragen

1918

„NED. RADIO-INDUSTRIE“

BEUKSTRAAT 8-10 -- 'S-GRAVENHAGE.

DE



is de  
eenige  
origineele  
Nederlandsche  
Radio-lamp.

Prijs f 12.50.

Absoloot constant (overvloedige karakteristiek).  
Geringe gloei-stroom (0,25 Amp. 4 Volt).  
Lage anodespanning (31 Volt, geen variatie).  
Geruischloos werken (geen geluidvariatie).  
Enorme versterking (hoog en laag frequent).  
Geschikt voor kaskadeschakeling (onderling gelijke karakteristiek).

Alle „Ph-Id“ zijn genummerd en werd door ons reeds N<sup>o</sup> 1450 afgeleverd.

1450

maar ook:

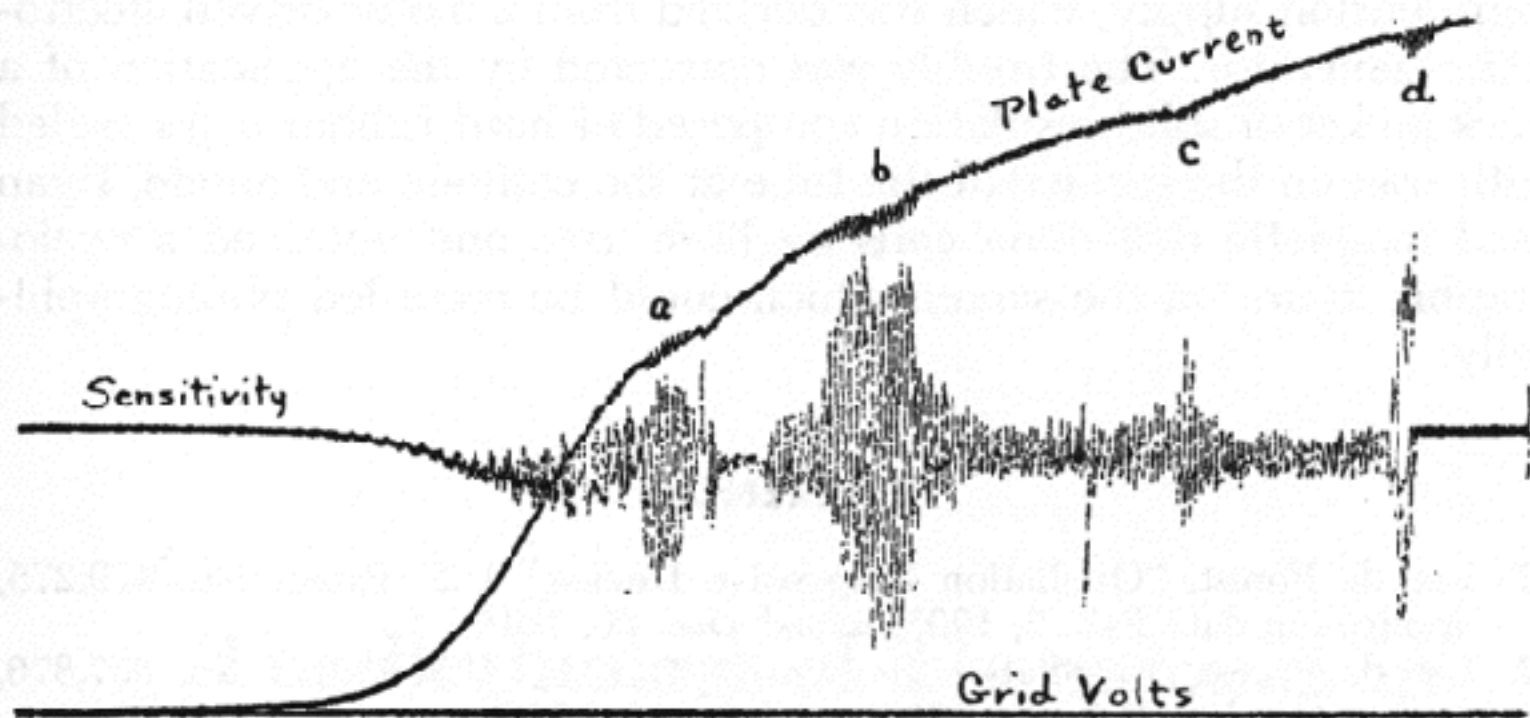
- Holland (1917!)

- Bal/Pope

- Heussen & Co

- Splendor

- Radium



**Fig. 4-24. Oscillographic study of a low-vacuum triode. (Reproduced from *Proc. I.R.E.*, Dec., 1922.)**

tot ~1925 werden er 'harde' en 'zachte' versies geproduceerd



1925



1959

**SAGA  
OF THE  
VACUUM  
TUBE**

**by Gerald F. J. Tyne**

Howard Sams & Co, Indianapolis 1977