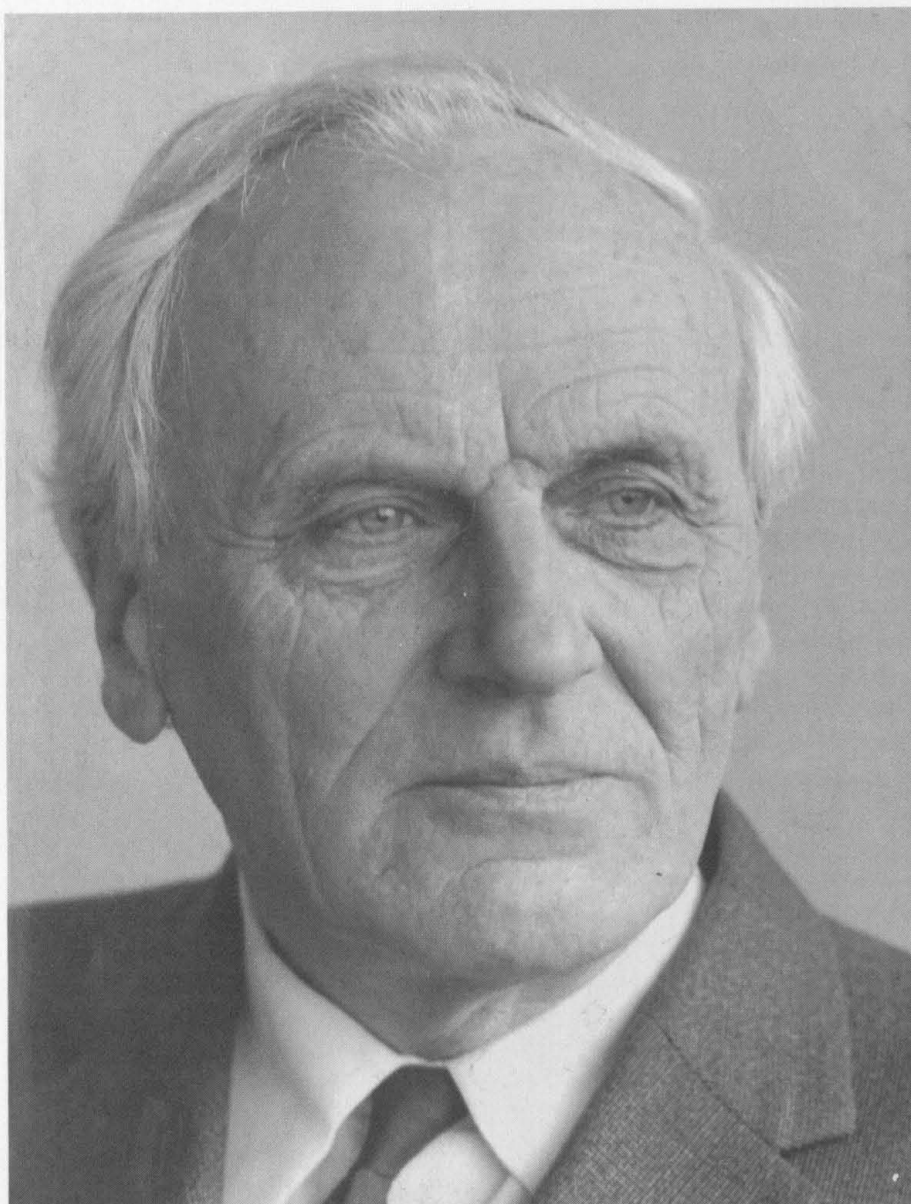


*Citation:*

F.L.H.M. Stumpers, Levensbericht B.D.H. Tellegen, in:  
Jaarboek, 1991, Amsterdam, pp. 166-170



*Bernardus Dominicus Hubertus Tellegen*

## Bernardus Dominicus Hubertus Tellegen

24 juni 1900 – 30 augustus 1990

Op 30 augustus 1990 werd Bernardus D.H. Tellegen tijdens zijn ochtendwandeling in de bossen rond zijn huis te Nuenen door de dood getroffen. Hij was sinds 1960 lid van onze Akademie, een radiowetenschapper van het eerste uur en een grote uitvinder met 57 patenten. Tellegen werd geboren in Winschoten en volgde de Rijks HBS. te Utrecht. Hij sloot zijn studie in Delft in 1923 af met het diploma van elektrotechnisch ingenieur. Daarna ging hij in militaire dienst. Hij solliciteerde bij het Philips Natuurkundig Laboratorium in Eindhoven. Daar werd hij ontvangen door Dr. Oosterhuis die noteerde, dat hij wiskundig goed was, maar niet zo veel voelde voor de fabricage voorbereiding. Tellegen schreef na thuiskomst een brief, waarin hij duidelijk maakte, dat hij toch wel in praktische toepassingen geïnteresseerd was, en vreesde, dat dit in het onderhoud niet goed tot zijn recht was gekomen.

Hij trad op 26 mei 1924 in dienst van de NV Philips, en zou daar 38 jaar blijven. Op 22 augustus 1924 huwde hij Geertruida Jacoba Nanna van der Lee. Zij kregen drie kinderen, twee jongens en een meisje. Hij begon in Eindhoven in de groep van dr. Van der Pol. Samen met Van der Pol en Elias liet hij een artikel verschijnen over de grootte van emissiestromen en het elektrostatische veld in triodes (1925). Niet lang daarna kwam hij in een groep bij Oosterhuis, om de radio ontvangers voor te bereiden, die Philips in 1927, '28 in de handel ging brengen.

Hij schreef enkele artikelen over eindversterkers, waarbij hij aandacht besteedde aan triodes, tetrodes en pentodes en aantoonde, dat problemen die voortvloeiden uit de secundaire emissie, overwonnen konden worden door een derde rooster aan te brengen. Het penthode patent van 1926 vond ook grote belangstelling bij de Bell Telephone Laboratories en leidde tot een langdurige samenwerking tussen beide laboratoria. Hij schreef ook over indirect verhitte cathodes, over hexodes, heptodes en octodes. Met de opkomst van de korte golven kregen 30 en 20 cm, 10 cm en 5.6 cm golven zijn aandacht. Hij werd in 1927 lid van het Nederlands Radio Genootschap, in het tijdschrift waarvan hij vele artikelen publiceerde.

In 1928 verscheen een artikel over de constanten van een positieve vierpool, het eerste blijk van zijn interesse voor de netwerktheorie. In 1929 volgde een artikel over gedwongen trillingen in een lineair systeem van de tweede orde. In 1933 verscheen een artikel over 'Interaction between radio waves'. (Nature vol. 131, 840, 1933). Tellegen had opgemerkt, dat signalen van de zender Beromünster op de achtergrond het signaal van radio Luxemburg lieten horen. Omdat aangetoond kon worden, dat het geen fout in de ontvanger betrof (kruismodulatie) en Beromünster, Luxemburg en Eindhoven op één lijn lagen, was de conclusie, dat de golven van Beromünster in het grote veld van Luxemburg door die zender gemo-

duleerd werden. Het 'Luxemburg effect' werd nadien door de Internationale Wetenschappelijke Radio Unie onderzocht en onder analoge condities ook op andere plaatsen gevonden.

Om de radio ontvangst te verbeteren werd tegenkoppeling in gebruik genomen (artikelen met Cohen Henriquez en Haantjes, 1937, 1938).

De fenomenologie van de piezo-elektriciteit kreeg ook Tellegen's aandacht. Meetkundige configuraties en dualiteit van elektrische netwerken werden door hem besproken in 1941 (Tijdschrift NRG).

In de oorlogsjaren kon het Philips Natuurkundig Laboratorium moeilijk in zijn geheel verduisterd worden. Er werd toen besloten in een beperkt aantal ruimten cursussen te laten geven door Senior medewerkers zoals Van der Pol en Bremmer, Casimir en ook Tellegen, van wiens college over netwerktheorie jhr. dr. Gevers het dictaat vastlegde.

Begin 1948 verscheen een artikel met een vraag in de titel: 'Zijn er naast capaciteiten, weerstanden, zelfinducties en wederzijdse inducties nog andere soortgelijke grootheden denkbaar?'. De gedachten over deze vraag leidden tot de conclusie, dat wanneer de reciprociteit werd opgegeven nog een nieuw element mogelijk was, de gyrator, met de vergelijkingen:  $V_1 = -S.I_2; V_2 = S.I_1$ . Tellegen dacht met een kubus van ferroxcube, voorzien van onderling loodrechte jukken, ook van ferroxcube, waarop spoelen waren gewikkeld, de gyrator te kunnen realiseren. Hij was er zich al vroeg van bewust, dat met actieve elementen en met schakelaars ook gyratoren gerealiseerd konden worden, maar vond dit soort oplossingen niet elegant. De eerste mogelijkheid kreeg veel aandacht in de Verenigde Staten, toen de micro-elektronica opkwam (ook in Nederland, proefschrift Voorman). De tweede werd vooral door Fettweis onderzocht. Hogan bij Belle Labs. vond in 1952 de realisatie van de gyrator bij korte golven. Hij baseert zich uitdrukkelijk op het werk van Tellegen en ook op ander werk van de Philips laboratoria (Polder, Casimir, Snoek, Beljers). Hoewel Philips toen al een uitwisseling van octrooien had met Bell Labs., vond men het in Eindhoven jammer dat de belangrijke stap naar realisatie niet in het eigen laboratorium werd gedaan.

In 1947 werd Tellegen benoemd tot buitengewoon hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft. Hij rekende de netwerktheorie en de regeltheorie tot zijn onderwijstaak. Het onderwerp van zijn intrede was: 'Verschillen tussen zuiver en toegepast wetenschappelijk onderzoek'. De zuivere wetenschapper wenst te komen tot kennis, tot begrip van de natuur. De technicus gaat het om het scheppen van economisch bruikbare producten. Zuivere wetenschap wil kennen, toegepaste wetenschap wil kunnen. De techniek vraagt niet alleen de beste waarden te bepalen van de grootheden in bekende stelsels, maar zij vraagt de onderzoeker ook, of door wijzigingen of aanvullingen van zo'n stelsel, of met geheel andere stelsels betere resultaten kunnen worden bereikt. Voor een symposium te New York behandelde Tellegen de synthese van vierpolen en een jaar later behandelde hij het probleem van  $2n$  polen met een minimum aantal elementen in het J.Math.Phys., een onderwerp, dat hij ook op een Symposium in Milaan behandelde. In zijn periode als hoogleraar verkregen Adams (On the synthesis of three terminal networks, composed of two kinds of elements), Bordewijk (Inter-reciprocity

applied to electrical networks) en Duinker (General properties of frequency converting networks) onder zijn leiding hun doctor's graad.

Van 1942 tot 1952 was Tellegen voorzitter van het Nederlands Radio Genootschap, dat hem in 1952 tot erelid benoemde. Van 1948 tot 1960 was Tellegen voorzitter van het Nederlands Comité van de Internationale Wetenschappelijke Radio Unie. Hij was vice-president van URSI van 1952 tot 1957. Van 1957 tot 1960 was hij vice-voorzitter van URSI Commissie VI, speciaal voor netwerk theorie. Omstreeks 1950 vroeg Elias Tellegen om als aanvulling van de tweede druk van zijn boek 'Theorie der Wisselstromen' een deel te schrijven over de theorie der elektrische netwerken. Omdat Tellegen in zijn cursus voor het Philips Natuurkundig Laboratorium in de oorlogstijd een goede basis had, ging hij hierop in. In het Voorwoord zegt hij: 'Het ideaal voor een schrijver van een wetenschappelijk boek is kort, duidelijk en volledig te zijn. Hoe beter men erin slaagt het essentiële van een onderwerp naar voren te brengen, des te beter zal aan alle drie wensen worden voldaan. Een bezwaar van een ver doorgevoerd streven naar het voldoen aan de drie wensen is, dat het geheel vrij droog wordt. Ik meen althans een zekere droogheid te hebben bereikt'. Het boek, groot formaat 225 bladzijden, behandelt: De netwerk elementen, de netwerk-analyse en de netwerk synthese.

In 1952 verscheen van Tellegen ook: 'A general network theorem with applications'. Dit theorema zou verder als 'Tellegens's theorema' een speciale plaats in de literatuur innemen. Het geeft een verband tussen grootheden, die aan Kirchoff's wetten voldoen. Zo verscheen in 1971 het boek: 'Tellegen's theorem and electrical networks.' van Paul Penfield, Robert Spence en Simon Duinker, door de auteurs opgedragen aan professor Tellegen, een uitstekend overzicht, waarin het belang van Tellegen's theorema voor lineaire en niet-lineaire, tijd-invariante en tijd-variante, reciproke of niet reciproke netwerken, met of zonder hysteresis, wordt uiteengezet. Het theorema werd ook toegepast op digitale netwerken.

Het Australisch Instituut van Radio Ingenieurs maakte hem erelid in 1953. In 1954 ontving hij de eerste Gouden Spoorwerk Medaille van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. De president van het KIVI motiveerde de keus door de uitvinding van de penthode, de ontdekking van het Luxemburg effect en de conceptie van de gyrator. Het feit dat Tellegen zoveel heeft bereikt, hangt ongetwijfeld samen met het feit, dat voor ingewikkelde problemen een team, voor moeilijke een enkele doch zeer knappe onderzoeker nodig is. De Instituut-penning wordt gesierd door de woorden: Scheppend denken, schouwend doen. De twee figuren op de penning, die deze gedachten symboliseren, zijn de overwegende theoreticus en de uitvoerende practicus. Het bijzondere van Tellegen is een evenwicht van deze twee kanten van de ingenieursactiviteiten. In zijn antwoord dankte Tellegen het KIVI, maar ook dr. A.F. Philips, prof. Holst en dr. Oosterhuis. In 1955 gaf het IRE Tellegen de graad van Fellow, voor zijn bijdragen aan het onderwijs in het veld van vacuumbuizen en communicatienetwerken. In 1960 werd hij gekozen tot lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. Bij een van zijn eerste bezoeken aan de Akademie vond hij enkele bijdragen van zijn grootvader, B.D.H. Tellegen, hoogleraar staatsrecht te Groningen in de Verslagen van 1874 en 1880.

In 1961 hadden Carlin en Youla eenvoudige nieuwe elementen in n-poorten geïntroduceerd: de nullator met  $v=0$  en  $i=0$  en de norator, een 1 poort met  $v$  en  $i$  willekeurig. Tellegen toonde in 1966 aan, dat de nullator en de norator mathematische concepten zijn, zonder fysische inhoud. Hij ontraadt daarom het gebruik van deze componenten. Tegelijk toont hij aan, dat n-poorten door onafhankelijke vergelijkingen tussen de  $2n$  spanningen en stromen aan de poorten worden gekenschetst. Carlin en Youla hadden de nieuwe componenten juist ingevoerd, omdat ze hieraan twijfelden. (IEEE Transactions on Circuit Theory, 1966, CT 13,466-469).

Voor zijn afscheidsvoordracht aan de TUD in 1968, maakte hij o.a. gebruik van een voordracht over 'Problematiek van de Netwerksynthese', die hij enkele maanden eerder voor de Akademie gehouden had.

In 1970 verleende de Technische Universiteit te Delft hem het eredoctoraat in de Technische Wetenschappen. In zijn beginjaren bij Philips had Tellegen al veel tijd besteed aan een eventuele promotie, maar door de hoge eisen, die hij aan zichzelf stelde, was het er nooit van gekomen. Zijn zoon herinnert zich nog wel, dat in de avonden stilte geboden was, om dit doel niet in de weg te staan.

Op 1 oktober 1970 herdacht het Nederlands Elektronica en Radio Genootschap zijn gouden jubileum. Daartoe uitgenodigd gaf Tellegen: 'Beschouwingen over 50 jaar elektronica en radiowetenschap in het bijzonder in Nederland'. In zijn toespraak schonk hij vooral aandacht aan de eerste 25 jaar. Dit uitstekend overzicht kan men in 'de Ingenieur' Jrg. 83, ET 15-20, 1971 herlezen.

In 1973 gaf het Institute of Electrical and Electronics Engineers hem een van haar hoogste onderscheidingen: de Edison Medal. 'A career of unusual distinction' is het vereiste hiervoor en er kan geen twijfel aan bestaan, dat Tellegen aan deze eis meer dan voldeed. Het werd: 'For a creative career of significant achievement in electrical circuit-theory, including the invention of the gyrator'.

Gedurende vele jaren voor en na zijn pensionering was Tellegen's primaire interesse in de Tweede Hoofdwet van de Thermodynamica. Hij bestudeerde zorgvuldig alle bewijzen, die in de literatuur van de Tweede Hoofdwet werden gegeven en kwam voor zichzelf tot de overtuiging, dat uitzonderingen op de Tweede Hoofdwet misschien mogelijk waren. Toen zijn fysische collegae hem vertelden, dat voor een echt goed bewijs kennis van de quantummechanica nodig was, gaf hij zich nog op hoge leeftijd moeite om zich in dit onderwerp in te werken. Hij was een soort eregast op het Philips Natuurkundig Laboratorium tot 1986 en op dat tijdstip had hij nog geen eindconclusie voor dit voor hemzelf gestelde probleem bereikt.

Hij was een integer mens en een harde werker. Zijn deur stond steeds open voor collega's, die in een of ander gebied van zijn rijke ervaring wilden profiteren. Zijn lidmaatschap van de Remonstrantse Kerk nam hij zeer serieus en tot zijn toenemende doofheid het volgen van de diensten te moeilijk maakte, was hij daar iedere zondag te vinden. Wij herdenken hem met groot respect.