

Aanpassen, met energiewinst

Citation for published version (APA):

Rozenboom, J. (1990). *Aanpassen, met energiewinst*. Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1990

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

INTREE- REDE

Aanpassen,
met energiewinst

Prof.ir. J. Rozenboom



Technische Universiteit Eindhoven

INTREEREDE

Uitgesproken ter gelegenheid van
het aanvaarden van het ambt van
bijzonder hoogleraar in de
Minivermogenselektronika
(miniVE) aan de Technische
Universiteit Eindhoven op
26 oktober 1990 door

Prof.ir. J. Rozenboom

Mijnheer de Rector Magnificus, Dames en Heren

1. Wat is minivermogenselektronica?

Vermogenselektronica omvat het geheel van kennis, inzichten en vaardigheden, van toepassingen en fabrikage-technieken dat betrekking heeft op het beheersen van elektrische energiestromen, voorzover dit gebeurt door snel herhaald schakelen. Ten behoeve van zeer uiteenlopende toepassingen vormen wij vermogens om. Een aansprekend kenmerk, dat op dit gebied enige orde brengt, is de grootte van het omgezette vermogen.

Als uitersten van grootte kan ik noemen:

- De megawatts die in de energie-distributie worden omgezet van wisselspanning naar gelijkspanning en weer terug.
- De milliwatts die nodig zijn om de wijzers van Uw polshorloges in beweging te houden.

Er is een ander kenmerk, dat voor een groot deel parallel loopt aan bovengenoemde indeling. Dat is het aantal dat van een bepaalde omvormer wordt gefabriceerd.

Van het eerste voorbeeld worden er maar enkele gemaakt terwijl polshorloges in miljoenen worden gemaakt. Ik kan natuurlijk laten zien dat deze

combinatie van kenmerken niet overal geldt. Denkt U maar aan de ruimtevaart. Daar zijn de omgezette vermogens en de aantallen kleiner.

De minivermogenselektronica nu beperkt zich tot vermogens tussen 1 en 2000 Watt.

De toepassingen, waarvan U allen er wel een paar kent en gebruikt, zijn:

- de voeding van elektronische meet-, regel- en rekenapparatuur;
- de voeding van audio- en videotoe-stellen;
- de voeding en het regelen van elektromotoren in deze apparaten;
- de voeding en het regelen van elektrisch handgereedschap;
- flitsapparaten voor fotografie;
- de voeding van batterijladers en de regeling daarvan bij snoerlose apparaten (voorbeelden zijn: scheerapparaten, draagbare versies van de hierboven genoemde toestellen, luxe zaklantaarns);
- noodstroomvoorzieningen;
- energie uit zonnecellen;
- het stabiliseren van gasontlading-lampen;
- het ontsteken van gasontlading-lampen;
- het regelen van vele soorten verlichting, van één lichtbron tot complete verlichtingssystemen.

U ziet: het is een uitgebreid assortiment en bijna nergens vervult de minivermogenselektronica een functie waarmee je aan de weg timmert, straatverlichting even buiten beschouwing gelaten.

Als U moet kiezen welke stereotoren

het best aan Uw wensen tegemoet komt kijkt U naar afmetingen, kleur, geluidskwaliteit, bedieningsgemak en of er een platenspeler, CD-speler en een dubbele cassette-speler in zit. Natuurlijk zit er een netsnoer aan, dat de in het toestel noodzakelijke voeding levert. Dit is het enige onderdeel dat ons herinnert aan de energiebehoefte van het toestel.

De noodstroom- en zonneënergie-toepassingen hebben een apart karakter. In tegenstelling tot de overige voorbeelden bevinden zij zich aan de kant van de energievoorziening. De zonneënergie zou ik **belichtingselektronica** kunnen noemen, dit ter onderscheiding van de drie laatste voorbeelden, die ik wil samenvatten onder de noemer **verlichtingselektronica**. Het zou te ver voeren om met U het hele terrein van de minivermogenselektronica te verkennen. Ik zal mij beperken tot de verlichtingselektronica om de minivermogenselektronica te demonstrenen. Deze vormt op zichzelf weer een uitgebreid terrein. Op dit gebied is de toepassing begonnen, historisch gezien, met gloeilampdimmers en transportverlichting. Bij het laatste denke U aan verlichting op plaatsen waar geen wisselspanningsnet aanwezig is, zoals in caravans, op schepen, in treinen, trams en bussen. Veel gasontladingslampen ontsteken niet op de normaal aanwezige netspanning van 220 V. Daarom zijn er ook al heel lang starters, eerst met mechanische contacten, later met elektronische schakelingen.

De huidige **praktijk** is dat Uw TL-lamp

gestabiliseerd wordt met een koperijzer spoel en gestart wordt met een glimlichtstarter.

De huidige **ontwikkeling** echter is dat beide functies door een vermogens-elektronische schakeling worden verricht. Hier kunnen vele soorten schakelingen worden gebruikt en dat is dan ook de reden dat deze leerstoel ondersteund wordt door de lichtdivisie van Philips en dat er een werknemer van Philips Lighting B.V. als bijzonder hoogleraar voor U staat. Het zal U dan ook verder niet verbazen dat de verlichtingselektronica de leidraad van het college minivermogenselektronica vormt.

Een gemeenschappelijk kenmerk van alle genoemde toepassingen is dat de vermogensomzetter de **aanpassing** verzorgt tussen energiebron en verbruiker.

Bij gasontladingslampen is dat heel duidelijk. Zij branden alleen dan stabiel indien zij gevoed worden uit een stroombron, bij voorkeur zelfs een wisselstroombron. Echter, alle beschikbare energiebronnen zijn spanningsbronnen.

2. De energiebron

De meest voorkomende elektrische energieleverancier is het wisselspanningsnet, met een frequentie van 50 of 60 Hz en een effectieve spanning tussen 100 V en 400 V. In veel mindere mate komen gelijkspanningsbronnen voor. Bij deze laatste liggen de spanningen tussen 1 V en 100 V.

Een belangrijk aspect is de vorm waarin de energie wordt geleverd. De elektriciteitsleveranciers, de beheerders van laagspanningsdistributienetten in het bijzonder, zijn er zeer op gesteld dat er in hun 50 Hz-netten met een sinusvormige wisselspanning ook alleen maar 50 Hz-stromen lopen en dat de energie van de centrale naar de verbruiker loopt. Men eist daarom van de klant dat de fasehoek φ tussen stroom en spanning voldoet aan $0,85 < \cos\varphi < 1$ en dat de belasting niet capacitief mag zijn. De huidige geïnstalleerde 50 Hz-lampschakelingen zijn dan ook gecompenseerd om aan deze eis te kunnen voldoen, de stabilisatie is namelijk in principe inductief.

Omdat de lampspanning niet sinusvormig is komen er in de stroom componenten met hoge frequenties voor, voornamelijk als oneven veelvouden van de netfrequentie. Ter beperking hiervan is door de International Electrotechnical Commission (IEC) een eis vastgelegd in publikatie IEC 555-2, waaraan lampschakelingen, zowel de klassieke als de elektronische, moeten voldoen.

Andere verbruikers zoals gloeilamp-dimmers en toerentalregeling voor bijvoorbeeld boormachines, maar ook gelijkrichtschakelingen van audio- en videotoestellen, worden in de voorschriften apart genoemd. De IEC staat hier meer toe.

Het aantal van deze apparaten neemt intussen toe en dit heeft tot gevolg dat het net sterker wordt vervuild. Dus worden de eisen zwaarder.

Het grote gevaar van hogere harmonische stromen in de distributienetten is het optreden van instabiliteiten. Een sprekend voorbeeld is een net dat hoofdzakelijk belast is met t.v.-toestellen. Dat komt voor tijdens de wereldkampioenschappen voetbal. Ondanks de lage totale netbelasting is het wel eens gebeurd dat onder die omstandigheden de netspanning in een hele woonwijk is uitgevallen. Onder luid protest van de kijkers natuurlijk.

Ook bij voeding uit – al dan niet op-laadbare – batterijen is de stroomvorm van belang. Een grote rimpel op de stroom kan de levensduur van de batterijen aanzienlijk verkorten: dat is slecht voor de gebruiker en het milieu. Hier ligt een taak voor de vermogens-elektronica, want het is mogelijk met behulp daarvan de netstroomvorm zodanig te verbeteren dat wij in belangrijke mate aan de wensen van de energieleverancier tegemoet komen en binnen de internationale eisen blijven.

3. De verbruiker

De lagedruk-lamp zoals de TL-lamp is een mooi voorbeeld van het waarom van de toepassing van de vermogens-elektronica. De lichtopbrengst van deze lamp neemt toe als de frequentie van de lampstroom toeneemt: bij een voedingsstroom van 10 kHz en hoger geeft dezelfde lamp bij hetzelfde vermogen 10% meer licht. Dat is energiewinst of lichtwinst. Een getallenvoor-

beeld maakt dit nog duidelijker. Een TL-lamp die bij 50 Hz 40 W opneemt, heeft bij 25 kHz nog maar 36 W nodig voor dezelfde lichtstroom. Het wordt nog beter: Een 50 Hz-voorschakelapparaat neemt 8 W op aan "verliezen", terwijl een 25 kHz-elektronische balast voor een 36 W lamp slechts 4 W in warmte omzet. We gaan dus van 48 W in de klassieke schakeling naar 40 W in de elektronische schakeling! Energiewinst is de grote drijfveer voor het ontwikkelen en gebruiken van elektronische TL-ballasten.

Maar er zijn nog meer redenen. Een acculader die een 50 Hz-transformator bevat is groter en zwaarder dan een die een 100 kHz-transformator gebruikt. Zo is het mogelijk geworden dat de acculader in een batterijscheerapparaat kan worden ingebouwd door een elektronische omzetter te gebruiken. Hier speelt de vermindering van de verliezen ook weer mee, een hanteerbaar apparaat moet ook relatief koel blijven.

In tegenstelling tot de lichttoepassing, waar een lamp lange tijd brandt, is bij een weinig gebruikt scheerapparaat met laag energieverbruik de energiewinst nauwelijks in geld uit te drukken. Tenslotte is een belangrijke reden voor het toepassen van minivermogenselektronica dat het hiermee gemakkelijk is regelend op te treden.

4. Uitvoering van de aanpassing

Al enkele malen heb ik gesproken over omvormers, ook wel omzeters

genoemd, met nadruk op het omvormen van de energie. In de eerste plaats zij vermeld dat elektrische energie de omvormer ingaat en dat er ook weer elektrische energie uitkomt, het liefst evenveel. Wat is er dan veranderd? De frequentie en het niveau van spanning en stroom, die eventueel gelijkspanning en -stroom worden.

Een klassiek voorbeeld, gepubliceerd in 1937 door J.W. Alexander, is "een vibrator voor het aansluiten van wisselstroom-ontvangtoestellen op het gelijkstroomnet". Door middel van schakelcontacten op twee synchroon trillende veren wordt de primaire wikkeling van een transformator gedurende 3 ms op het gelijkstroomnet aangesloten en daarna, weer 3 ms met omgekeerde polariteit.

Zo ontstaat er een blokvormige wisselspanning van bijvoorbeeld 6 V en een frequentie van 150 Hz, die door de transformator naar het gewenste niveau wordt gebracht, bijvoorbeeld 127 V, voor het wisselstroomontvangtoestel. Het principe werd zeker nog tot 1950 voor de voeding van autoradio's gebruikt.

Het mechanische schakelen laat geen hoge frequenties toe en de contacten laten geen grote stromen en spanningen toe bij behoud van voldoende levensduur.

De komst van betrouwbare halfgeleiderschakelaars heeft echter jaren op zich laten wachten. Maar omstreeks 1960 konden transistorvoorschakelapparaten voor treinen en bussen worden gemaakt met Ge-transistoren als schakelaar. De toegepaste fre-

quentie steeg naar 7 kHz.

Op het terrein van de grote vermogens begon de thyristor, verschenen in 1957, een grote rol te spelen, ook in verlichtingsinstallaties. Er is zelfs een complete installatie gebouwd, ook werkend op 7 kHz, met centrale thyristoromzetters.

In de minivermogenselektronica is de transistor de meest geschikte schakelaar geworden en zijn de mogelijkheden zowel in spanning als in frequentie met de ontwikkeling meegegroeid.

Ook de wetenschap gaat zich interesseren voor deze nieuwe toepassing van de elektronica. In het begin van de jaren zestig is het onderzoek aan de Duke University in de Verenigde Staten begonnen. Vele universiteiten zijn daarna gevolgd. In de Verenigde Staten vraagt men zich nu af of andere landen, als Duitsland en Japan, hen niet hebben ingehaald.

Het technisch-wetenschappelijk werk beweegt zich in vele richtingen:

1. In de eerste plaats de topologie: op welke manier kan ik met ideale weerstanden, condensatoren, spoelen en schakelaars een vermogensomzetter maken?
2. De volgende taak is: hoe kan ik een ideale principeschakeling met bestaande componenten benaderen? Hier moet de beperkende invloed van parasitaire effecten duidelijk naar voren komen. Als hulpmiddel spelen simulatieprogramma's als Spice, Microcap en vele andere een belangrijke rol.
3. Modelvorming: het ontwerpen van

beschrijvingsmethoden die de principe-schakeling voldoende karakteriseren. Dit is een belangrijk hulpmiddel om de vermogenselektronische "bouwsteen" in een groter geheel te kunnen opnemen. Vooral voor het ontwerpen van regelschakelingen en het voeden van variabele belastingen is het belangrijk over bruikbare modellen te beschikken.

De technische toepassing begint met een specificatie van de randvoorwaarden, gegeven door de energiebron en de verbruiker. Het zou dus aangenaam zijn als van alle principes bekend was waar hun sterkste punten liggen ten opzichte van alle voorkomende randvoorwaarden. Dit is natuurlijk een utopie. Voldoende kennis van de bovengenoemde drie gebieden is noodzakelijk als uitgangspunt voor alle miniVE toepassingen.

Voor de verlichtingselektronica komt daar nog bij dat de gasontladinglamp een elektrisch slechts ruw benaderbaar model heeft, in het bijzonder als we het proces van het ontsteken, soms voorafgegaan door elektrode-voorverwarming, willen opnemen in het model. We beschouwen bij een elektronische ballast met lamp dan ook een aantal toestanden: voorverwarmen, ontsteken, normaal branden, dimmen.

De elektrische levensduur van een lamp is afhankelijk van de manier van ontsteken en van de normale instelling. Deze eigenschap kan pas voldoende gegarandeerd worden als

een werkelijke test gunstig is uitgevallen. Een lamp die 15.000 uur mee moet gaan moet dus een proeftijd van tenminste twee jaar doorstaan.

Bij bestaande lampen kan een vergelijkende synchrone proef met bestaande ballasten al in een eerder stadium aanleiding geven tot een betrouwbare voorspelling.

In de toekomst zal het steeds vaker voorkomen dat er nieuwe lampen worden ontwikkeld met een nieuw elektronisch voorschakelapparaat. Het levensduuraspekt alleen al zal U duidelijk maken dat deze ontwikkelingen lange tijd vergen. Als voorbeeld zij genoemd het projekt voor de ontwikkeling van een gasontladingssysteem voor koplampen van voertuigen.

5. Sturing en regeling

Om een transistor of een thyristor zo goed mogelijk als schakelaar te laten werken is een stuurnetwerk nodig. Primair is de eis: het beperken van de verliezen in de schakelaar. Dit om drie redenen: verliezen verhogen de temperatuur, verlagen de levensduur en energie is kostbaar.

Soms is het mogelijk de schakelverliezen van de transistor naar een weerstand te verplaatsen. Daarvan vinden we al een voorbeeld bij de triller-omvormer van Alexander. Hij gebruikte condensatoren over de contacten om spanningspieken te begrenzen en zette daarna weerstanden in serie met de condensatoren om hun ontladingsstroom te beperken.

Dit kan als inleiding gezien worden tot de volgende eigenschap: het regelen van een grote energiestroom met behulp van een zeer kleine energiestroom, zeg maar informatiestroom. Dit opent geheel nieuwe toepassingsgebieden, die met klassieke passieve systemen veel moeilijker te realiseren zijn. Om mij tot de lichtsector te beperken noem ik alleen het aan-uit-schakelen en het dimmen.

Voorbeelden zijn:

Het regelen van het kunstlichtniveau om een constante helderheid van het werkvlak te bereiken bij variatie van het natuurlijke lichtniveau. Meer licht van buiten beperkt de behoefte aan interne verlichting en ook de invloed op het lichtniveau van vervuiling van lamp en armatuur verdwijnt.

Het komt ook voor dat de kleur van het licht wordt beïnvloed door de lampinstelling. Men zal dan op basis van het meten van enkele kleurpunten een regeling kunnen ontwerpen om het licht bijvoorbeeld zo wit mogelijk te maken. Ook eenvoudig aan-uit-schakelen wordt reeds veelvuldig toegepast. Denkt U maar aan de buitenverlichting die wordt ingeschakeld als het donker wordt of dan pas als het donker is en er iemand in de buurt komt.

In klassieke installaties is een aanzienlijke hoeveelheid bedrading aanwezig om de verlichting te kunnen aan- en uitschakelen of te dimmen. Dit kunnen we uitsparen als elk armatuur of groep van armaturen voor infrarood afstandsbesturing kan worden ingericht of centraal bestuurd wordt door commando's over het lichtnet.

Al deze mogelijkheden zijn volop in ontwikkeling en vragen een zorgvuldig en gedegen ontwerp. Een verlichtingsinstallatie is immers geen wegwerpartikel en moet zeker langer dan tien jaar meegaan.

Hoewel de toepassing van vermogenselektronica geen noodzakelijke voorwaarde voor de ontwikkeling van systemen is, vereenvoudigt het de taak van de systeem-ontwerper aanzienlijk, systemen worden flexibeler en wat tenslotte de doorslag zal geven: het beperkt de omvang en kosten van de installatie. Als altijd geldt ook hier: het bespaart energie.

6. Systemen

Het gebied van de toepassingen van de minivermogenselektronica ontwikkelt zich langs een herkenbare lijn. Eerst neemt de elektronische ballast de functies van de koperijzerballast over, als op zichzelf staand apparaat. Daarna wordt de elektronische ballast met lamp en armatuur als een zelfstandige eenheid samengebouwd. Het geheel moet aan verlichtingseisen, maar ook aan elektrische voorschriften, voldoen. We zouden het een elektronisch armatuur kunnen noemen. Het kan speciale functies bezitten: op afstand (infrarood) bestuurbaar zijn, of ontsteken als het donker wordt, bijvoorbeeld.

De laatste stap is het combineren van elektronische armaturen tot één verlichtingsinstallatie. Dit is nu met recht een systeem geworden. Nog altijd is

energiebesparing de belangrijkste eigenschap,

7. Onderdelen

Voor het realiseren van apparaten zijn elektronische onderdelen nodig. Passieve onderdelen zoals weerstanden, condensatoren en spoelen zijn net zo belangrijk als actieve en niet-lineaire componenten zoals bipolaire transistoren, MOSFET's, thyristoren en diodes. In dit rijtje past ook de geïntegreerde schakeling als component.

Er is een voortdurende wisselwerking nodig tussen de ontwerpers van apparaten, systemen en componenten om de toepassingen die in principe denkbaar zijn ook praktisch te realiseren en tot economisch aanvaardbare systemen te brengen.

Dit is U allen wel bekend als U bijvoorbeeld aan de ontwikkeling van reken-tuigen denkt. Hoe zeer is ook dat niet afhankelijk van de ontwikkeling van de toegepaste schakelaars: relais, buizen, Ge-transistor, Si-transistor, geïntegreerde schakelingen en nog steeds gaat de ontwikkeling in een snel tempo verder.

In de minivermogenselektronica maakten wij destijds dankbaar gebruik van voor lijnreflexie in TV-toestellen ontworpen hoogspannings-transistoren om elektronische omzetters voor aansluiting op het 220 V net te kunnen realiseren. Sinds die tijd is de vermogenstransistor in bruikbaarheid enorm toegenomen door verbetering van de elektrische eigenschap-

pen en verlaging van de kostprijs. Het is natuurlijk mooi meegenomen dat stuur- en regelcircuits reeds nu als geïntegreerde schakeling kunnen worden uitgevoerd. Dit heeft direkt invloed op zowel de kostprijs als de betrouwbaarheid.

De ontwikkeling gaat door: binnenkort kunnen ook de vermogensschakelaars in IC's worden geïntegreerd, om te beginnen voor lage vermogens zoals die bij gloeilampvervangers als SL lampen en PLCE lampen voorkomen. Een ander voorbeeld, waar het verkleinen van de afmetingen sterk tot de verbeelding spreekt, is het scheerapparaat.

8. Elektronische bijverschijnselen

Het is niet alles goud wat er blinkt. Het gebruik van hogere frequenties stelt ons in staat energie te besparen en afmetingen te verkleinen. Het veroorzaakt echter ook elektromagnetische storingen.

Juist verlichtingstoepassingen wijken op dit aspect sterk af van de meeste andere omdat de lamp zelf gevoed wordt met de hoogfrequente stroom. Elektromagnetische afscherming schermt ook het licht af en is niet toelaatbaar, ook niet bij gebruik van gaas. Wij hebben gemeten aan een gaas dat het elektrisch veld met 40 dB verzwakt. Dit gaf echter een lichtterugval van 10% en weg is je winst. Dat die 10% in sommige gevallen zeer belangrijk kan zijn, toont het volgende voorbeeld. Stel de minister van verkeer over-

weegt een uitbreiding van de rijkswegverlichting op plaatsen waar de huidige verkeersintensiteit dat nodig maakt. Daar zou met 10% meer licht per lamp het aantal palen en armaturen kleiner kunnen worden, een bezuiniging die economisch zeer belangrijk is. Ik spreek nu over de juist voor wegverlichting zeer geschikte lagedruk-natriumlamp.

Dit voorbeeld is bovendien zeer duidelijk als illustratie van mogelijke storing: de hoogfrequent gevoede lamp in een armatuur boven aan de paal als zender, de autoradio-antenne op het dak van de auto's op de weg aan de ontvangkant. Het is eenvoudig te constateren of de ontvangstmogelijkheden van de autoradio door de verlichting worden geschaad. Met een goed, metalen armatuur en een lampvoeding die symmetrisch is wordt een voldoende laag stoorniveau bereikt. In het overgrote deel van optredende stoorcombinaties is een zo eenvoudige situatie niet aanwezig. Als basisregel wordt dan gesteld dat ik mijn buurman niet mag storen. Hieruit is een toelaatbaar stoorniveau afgeleid, te bepalen door middel van een gestandaardiseerde meetmethode. In internationaal verband coördineert het Comité International pour la Suppression des Perturbations Radioélectriques (CISPR) zowel de meetmethoden als de toelaatbare niveaus. Voor verlichtingstoepassingen is CISPR 15 maatgevend.

We moeten echter oppassen want alleen aan vastgelegde eisen voldoen is niet altijd voldoende.

Een lamp produceert ook warmtestraling, die in belangrijke mate gemoduleerd is met de dubbele werkfrequentie. Zo geeft een elektronische TL met 28 kHz gevoed een infraroodstraling die met 56 kHz is gemoduleerd. Als nu net op die frequentie de infraroodafstandsbesturing van mijn audio- en videoapparatuur werkt – of zelfs van mijn verlichting – dan kan deze geheel overstuurd worden en zou dan geen commando's meer kunnen verwerken.

Dus ook hier oppassen.

De gewoonte om stoorstromen naar aarde af te voeren kan niet altijd worden toegepast. Gloeilampvervangende TL-lampen zoals SL en PCLE missen die handige aarddraad en vergen dus een aparte aanpak.

De geproduceerde stoorniveaus kunnen pas definitief worden vastgelegd voor een compleet systeem: lamp, elektronische ballast, armatuur.

Overzicht

vakgebieden

1. vermogenselektronica
 - beschikbare onderdelen
 - te ontwikkelen onderdelen
2. magnetisch-gekoppelde ketens
3. wiskunde
4. modelvorming
5. regeltechniek

6. EM-veld
7. hoogspanning
8. elektrische energienetten
9. electromagnetic compatibility

10. Samenvatting

Ik hoop dat U de minivermogenselektronica nog hebt kunnen volgen in deze voorbeelden uit de verlichtingselektronica. Er ligt rond het veld van de elektronische ballast, de basis van de verlichtingselektronica, een sloot van randvoorwaarden.

Het loont de moeite een basisschakeling te zoeken die het pad door de hindernissen zo kort mogelijk maakt. Het is dus van groot belang de kennis van basisschakelingen en hun specifieke eigenschappen uit te breiden. Hiervoor gebruiken we de eerste vijf vakgebieden uit het overzicht, waarna voor het realiseren van de aanpassing als apparaat ook de vier laatste vakgebieden aan de orde komen.

voornaamste kenmerken of voorbeelden

- basisschakelingen
- halfgeleider schakelaars
- geïntegreerde schakelingen
- ferriet, spoelontwerp
- Laplace & Fourier
- "state space analysis"
- analoge en digitale regelingen

- armatuur en lamp als antenne
- ontsteken; genereren, isoleren
- vervorming, harmonischen
- storing door geleiders en velden

Alle genoemde onderwerpen gelden m.m. voor alle minivermogenselektronische toepassingen op een na, het ontsteken.

11. Nu en in de toekomst

Ik heb de minivermogenselektronica in engere zin gedefinieerd als de kern van een energieomvormer. De keuze van de verlichtingselektronica leidt mij naar één toepassing, maar dan wel als compleet apparaat. Het bevorderen van de gewenste eigenschappen zowel als het onderdrukken van de ongewenste bijverschijnselen komen dan ook in het college ter sprake. Zij bepalen immers samen de bruikbaarheid!

Nu de mogelijkheid is gekomen om de energievorm aan te passen kunnen nieuwe lampen worden gemaakt met tot nu toe niet te realiseren eigenschappen. Waarom zou dat op andere terreinen ook niet kunnen? We zien al een batterijscheerapparaat dat met een energieomvormer op elke voor komende netspanning werkt. Hiermee wil ik zeggen dat het toepassingsgebied zeer groot en zeer verscheiden is.

Dit vraagt om te beginnen deskundige ingenieurs. Zij kunnen er hun affiniteit met de "discrete" elektronica combineren met een brede belangstelling voor de elektrotechniek en de fysica. Niet alleen in het ontwikkellaboratorium, ook in de produktontwikkeling en de produktie zelf is hun aanwezigheid vereist. Want van een goed ontwerp

moeten wij een betaalbaar produkt maken.

Het is een gelukkige gedachte geweest van de TUE dit vakgebied in het curriculum op te nemen. De samenwerking met de industrie heeft als gevolg aandacht voor de praktische toepassing enerzijds en vestigt anderzijds de aandacht op een voor sterkstroom en elektronica tot nu toe onbekend terrein. De industrie is bovendien bereid dit vak als bijzondere leerstoel daadwerkelijk te ondersteunen.

Tenslotte leidt de verlichtingselektronica tot zichtbare toepassingen die daardoor al de belangstelling van studenten trekt. Kennis over dit vak in een vroegtijdig stadium brengen is dan ook van voordeel voor de TU, de industrie en bovenal voor de student, nu en in de toekomst.

12. Slot

Zowel aan de ontwikkeling van het vak als aan de ontwikkeling van mijzelf wil ik nu, met gevoelens van dankbaarheid, enige woorden wijden.

Het waren Huydts, Breedveld en Rodenburg die mij tijdens mijn studie inspireerden en begeleidden.

De eerste schreden in de industrie zette ik onder leiding van Peuscher in Enschede, De Miranda en Walter Smulders in Nijmegen.

In de verlichtingselektronica werkte ik onder Moerkens, Iding en Herman Smulders.

De leerstoel in de minivermogenselektronica tenslotte kwam tot stand en

werd geregeld in een contract van de TUE met Philips Lighting door het werk van Schot, Begemann en Koedam en hun medewerkers.

Na deze hooggeleerden en managers, waar ik ook mijn collega's aan wil toevoegen, kom ik nu bij het voorbereiden van de colleges en van deze rede. Hier is mijn gezin het meest nabij getuige van geweest. Mijn hartensdank voor jullie ondersteuning.

U allen dank ik voor Uw aandacht.

13. Geraadpleegde literatuur

1. *J.W. Alexander* Een vibrator voor het aansluiten van wisselstroom-ontvangtoestellen op het gelijkstroomnet. Philips Technisch Tijdschrift jaargang 2 no.11 blz.346 (november 1937).
2. *M.P. Breedveld* De witte ingenieur. Rede t.g.v. het eerste lustrum van de TU Twente (1966).
3. *J.D. van Wyk, H.-Ch. Skudelny, A. Muller-Hellman* Power electronics, control of the electromechanical energy conversion process and some applications. IEE Proceedings vol.133 Pt.B no.6 p.369 (November 1986).
4. *J.A. Schot* Minivermogenselektronika. Bijlage bij het contract TUE-Philips Lighting (1988).
5. *B.K. Bose* Power Electronics – An Emerging Technology. IEEE trans.Industrial Electronics vol.36, no.3 p.403 (August 1989).
6. *J. Davidse* De toekomst van de elektrotechniek Elektrotechniek jaargang 67 no.7 blz.649 (juli 1989).
7. *J. Lisser* Vermogenselektronika, een apart vakgebied? Elektrotechniek jaargang 68 no.1 blz.14 (januari 1990).
8. Power Electronics Society NEWSLETTER vol.1 & 2 (1989,1990) (IEEE periodical).
9. Shortage of U.S. power electronic engineers due to deficient EE college curricula? The Institute vol.14 no.16 (july 1990) (IEEE periodical).

Vormgeving en druk:
Reproductie en Fotografie van de CTD
Technische Universiteit Eindhoven

Informatie:
Secretariaat College van Dekanen
Telefoon (040-47)2250



De Stichting Universiteitsfonds Eindhoven heeft ir. J. Rozenboom per 1 juni 1989 benoemd tot bijzonder hoogleraar in de minivermogenselektronika. Geboren op 3 februari 1934 te Oegstgeest; Stedelijk Gymnasium te Leiden (Gymnasium β); Technische Hogeschool te Delft (elektronika); Qualitex te Enschede (instrumentele elektronika); Philips' Atelier Halfgeleiders te Nijmegen (aplikatie halfgeleiders); Philips Lighting te Eindhoven (vermogenselektronika voor het ontsteken en stabiliseren van gasontladingslampen); Member IEEE.