

Fig. 1. — De isolatieweerstand van een condensator, opgenomen in een kring, kan moeilijk op te sporen zijn.

Sinds jaren dromen de technici en herstellere van radio en TV van een toestel, dat, rechtstreeks aangekoppeld op een verdachte condensator in een of andere kring van een ontvanger, in staat zou zijn, zonder het element los te solderen, vast te stellen of het ja dan neen verliezen vertoont. Het probleem herleidt zich tot dit uit figuur 1, dat een condensator (papier, mika, keramiek) toont, overbrugd door een uitwendige weerstand R.

De verdachte condensator kan b.v. gebruikt zijn als koppeling tussen trappen, als ont koppeling van een schermrooster of in de stuurlijn voor de automatische sterkteregeling. Het is mogelijk dat zijn lekweerstand (R_{LK}) gedaald is tot een zodanige waarde, dat de werking van het toestel er onder lijdt of zelfs volledig ophoudt.

Het probleem is dus de aanwezigheid van de R_{LK} op te sporen, zelfs indien het element door R overbrugd is. Kortgeleden bemerkte men, en deze vinding ligt aan de basis van een toepassing waarvoor brevet is aangevraagd, dat de lekweerstand van een condensator over het algemeen van een ander type is dan dit van een willekeurige kring en het mogelijk is dit door een bepaalde controle vast te stellen. Een lekweerstand verschilt van een gewone weerstand door het feit dat hij, onder bepaalde vormen, die we zullen nader bespreken, onstabiel en niet lineair is, wanneer men een dynamische controle met spanningsimpulsen maakt.

Dit nieuwe inzicht is enigszins subtiel: met behulp van de grafieken 2, 3 en 4 zullen we trachten dit te verduidelijken. Een gegeven condensator, waarvan de lekweerstand moeilijkheden veroorzaakt in de ontvanger, was goed bij het in bedrijf nemen en het toestel gaf voldoening. Na een zekere tijd echter begon de oorspronkelijk hoge waarde van de lekweerstand geleidelijk af te nemen tot er storingen optraden in de werking van het toestel. Iedere technicus heeft reeds te maken gehad met deze vorm van lekweer-

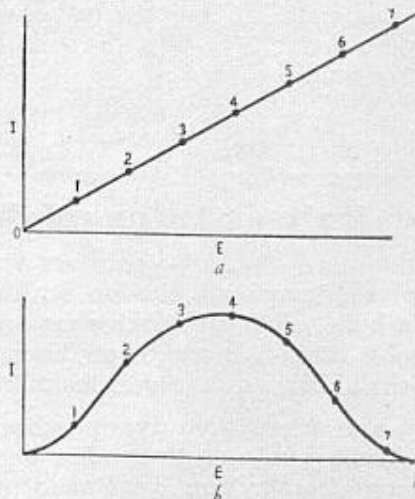


Fig. 2. — De weerstand van de kring (a) is lineair; deze van de verliezen (b) is het niet.

MODERNE MEETINSTRUMENTEN

Nieuw Controle de Isolatie van

- DE DYNAMISCHE KARAKTERISTIEK VAN DE ISOLATIEWEERSTAND DIEN ALS GRONDSLAG VOOR DE KONTROLE, DIE KAN UITGEVOERD WORDEN ZONDER DE KONDENSATOR UIT DE KRING LOS TE MAKEN.

stand, die over het algemeen daalt gedurende het leven van de condensator.

De lekweerstand vertoont ook andere vormen zoals deze van een nieuwe condensator, waarvan het dielektricum van slechte kwaliteit is. Een dergelijk element vertoont een shuntweerstand van lage waarde, die geen dalende karakteristiek vertoont, waardoor een controle zonder demontage mogelijk wordt. Het is de zaak van de fabrikant na te gaan of hij toch een dergelijk element mag gebruiken.

Figuur 2a toont dat de weerstand in dit geval niet varieert onder invloed van de spanning op de klemmen. De stroom is evenredig met de aangelegde spanning. Dit doet zich eveneens voor bij alle normale weerstanden. Figuur 2b toont een geval waarin de isolatieweerstand lichtjes stijgt voor kleine spanningen en daarna merkkelijk stijgt, wanneer de aangelegde spanning toeneemt. Figuur 3 toont een andere gewone vorm van de lekweerstand. De kromme geeft de gemeten lekstroom bij diverse aangelegde spanningen op een element van 2 nF/600 volt met papier. Deze condensator vertoonde een uiterst hoge lekweerstand, wanneer hij gemeten werd met een buisohmmeter, doch de lekstroom toonde een lekweerstand van 24 megohm op 10 volt en slechts 7,4 megohm bij 20 volt. Kromme B geeft de uitslagen van gelijkaardige metingen verricht op een condensator van 1 nF/600 volt met mika-isolatie, die op de ohmmeter een lekweerstand van 2 megohm vertoonde. Vermelden we terloops dat een dergelijke karakteristiek

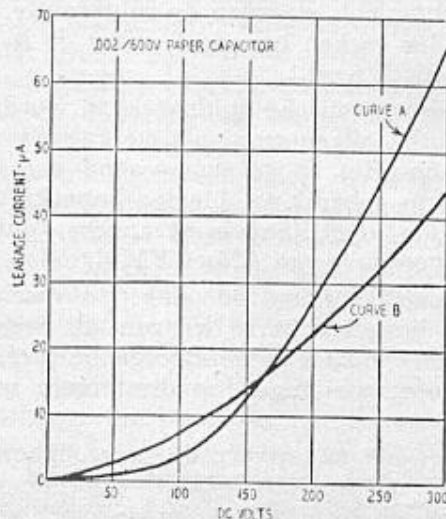


Fig. 3. — Andere vormen van isolatieweerstand.

toestel voor Kondensatoren

door ROBERT G. MIDDLETON,
hoofdingenieur van Simpson Electric Co.

goed gekend is door de ervaren depanneurs, die trouwens slechts weinig vertrouwen stellen in de isolatiecontroles met ohmmeter en onder lage spanning.

De lekweerstand is vaak onstabiel en schommelt of varieert plotseling bij het aanleggen van een spanning. Figuur 4 geeft de resultaten van metingen verricht op een condensator van 5 nF/600 V met papier. Wanneer de controlespanning aangelegd werd was de lekweerstand betrekkelijk klein. Dan nam deze plotseling toe om een hogere en meer stabiele waarde te bereiken. De stroom steeg zodoende eerst tot de in de figuur aangegeven hoge waarde om daarna terug te vallen tot het lagere en stabielere niveau.

Om deze onregelmatigheden in de waarde van de lekweerstand vast te stellen volstaat het een beperkte spanning van zowat een volt aan te leggen op de klemmen van de condensator en de intensiteit te meten; nadat men dan de spanning heeft verhoogd, meet men opnieuw de stroom. De verhoudingen E/I moeten dezelfde blijven indien er geen isolatiefout is, doch zullen verschillen, wanneer er wel een aanwezig is. Kijk hiervoor naar figuur 5. De sterke stroom, die vloeit wanneer men 600 volt aanlegt, brengt jammer genoeg vaak het gevaar mee de weerstanden in de kring te doen verbranden. Daarom moet men beroep doen op een andere methode.

De controle door impulsen.

Men weet dat condensatoren in kringen, waardoor impulsen komen, gemakkelijker defekt geraken, dan deze die alleen maar gelijkspanningen of sinusoidale spanningen moeten verwerken. Een impulsspanning is dus ideaal geschikt voor zo'n controle. Men kan bovendien een impuls een zo hoge topwaarde geven als maar gewenst is op voorwaarde dat men de impulstijd verkort.

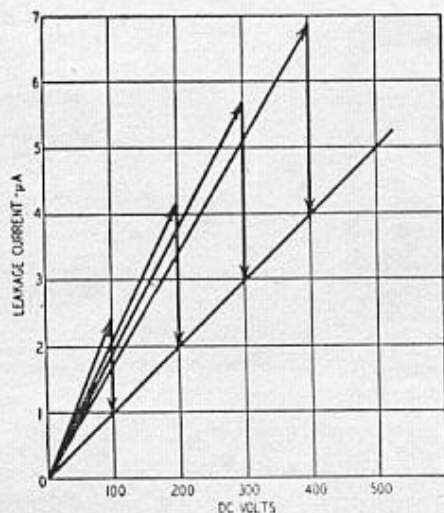
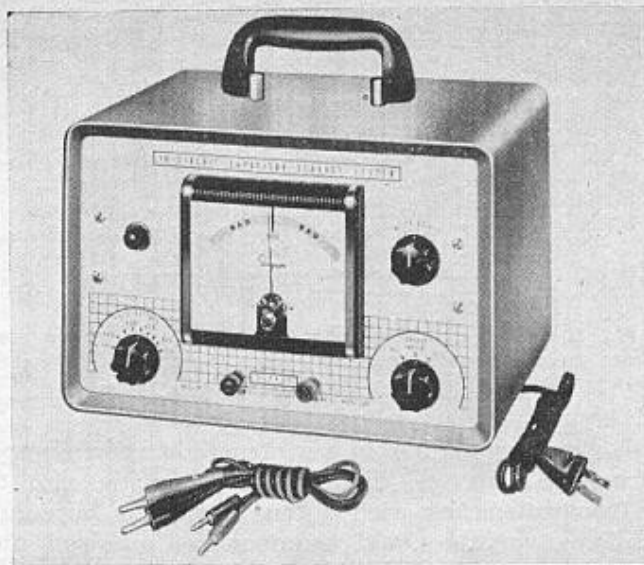


Fig. 4. — Onstabile isolatieweerstand.



De kleine hoeveelheid energie die zo'n impuls voert kon voor bepaalde controles immers geïntegreerd worden zonder gevaar de weerstanden in de kring te beschadigen, daar de gemiddelde stroomwaarde betrekkelijk klein is. Door de batterij uit figuur 5 te vervangen door een smal impuls kunnen we in een korte tijd de condensator C op 60 volt opladen zonder de doorgang te veroorzaken van een voldoende hoeveelheid elektriciteit om de weerstand over de klemmen van de te onderzoeken condensator tot een overdreven temperatuur te brengen. Wordt het impuls (streepjeslijn in figuur 6) geleverd door een bron met zeer lage impedantie, dan bereikt de capaciteit daarbij bijna ogenblikkelijk de topwaarde van het impuls, ongeacht de waarde van R . Dit komt er op neer te verklaren dat wanneer het impuls aangetekend wordt op het scherm van een oscilloscoop met horizontale af-tasting door een tijdbasis, de « positieve » oppervlakte van het impuls (deze boven de lijn van het nul-niveau) juist gelijk zal zijn aan de « negatieve » oppervlakte (onder het nul-niveau). De galvanometer zal dus niet uitslaan. Bestaat er echter een isolatiedefekt (R_{lk}), dan veranderen de omstandigheden. De niet-lineaire karakteristiek van R_{lk} veroorzaakt een gedeeltelijke detectie van het signaal en de gemiddelde waarde is dan niet meer nul. Een mikro-amperemeter voor gelijkstroom, opgenomen in serie met de impulsgenerator, zal een uitslag vertonen. De impulsspanning (volle lijn, fig. 6) kan niet meer tot de topwaarde van 60 volt gaan omdat R_{lk} tot een lage waarde daalt, wanneer de aangelegde spanning boven een zekere hoogte komt. Deze niet lineaire verhoging van de stroom doorheen R_{lk} is voldoende om de galvanometer te doen uitslaan.

Na het impuls kan R_{lk} ook niet meer tot de oorspronkelijke waarde terugkeren. Legt men

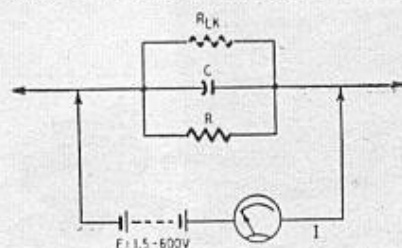


Fig. 5. — De variatie van de aangelegde spanning laat toe de aanwezigheid van isolatieweerstand op te sporen en er de grootte van te bepalen.

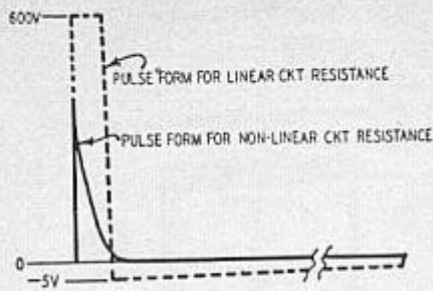


Fig. 6. — De isolatieweerstand heeft invloed op de vorm van de impulsspanning op de klemmen en op de topwaarde hiervan.

een gelijkspanning in serie met de mikro-ampere-meter (fig. 7), dan zal de wijziging van de stroomintensiteit zich uiten door een blijvende uitslag van de naald wanneer de impulsen niet meer op het te controleren element worden aangevoerd.

Het kan voorkomen dat R_{lk} toeneemt wanneer de impulsspanning aangelegd wordt en een hogere waarde behoudt na het opheffen der impulsen, doch in de meeste gevallen treedt de wijziging op in de zin van een daling der waarde. Dit bevestigt de welbekende waarneming, dat verdachte condensatoren steeds lagere isolatieweerstanden vertonen. Doch hiermee is nog niet alles gezegd.

In de praktijk kan het aanvoeren van een impuls met hoge spanning een «brandwonde» veroorzaken op het punt van het isolatiedefekt, waardoor een voorheen slechte condensator goed wordt (fig. 8). Veel vaker echter krijgt de lekweerstand een lagere waarde of komt men zelfs tot een zuivere kortsluiting en de condensator is dan in ieder geval slechter dan voor de behandeling. Een goede condensator ondergaat daarentegen zonder verpinken de controle-impulsen.

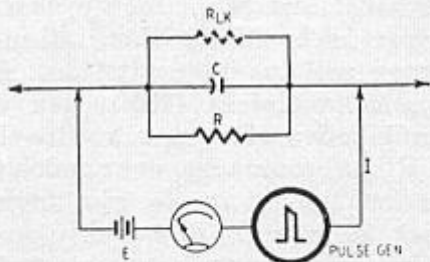


Fig. 7. — De controle door impulsen laat een dynamische controle toe van de isolatie der condensatoren.

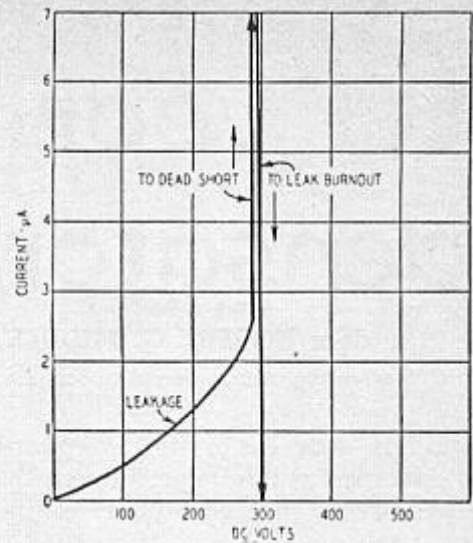


Fig. 8. — De impulsen kunnen verdachte condensatoren in kortsluiting brengen of ze integendeel verbeteren.

Bepaalde condensatoren, waarvan de lekweerstand afgenomen is tot een lage waarde, b.v. enkele megohm, kunnen een betrekkelijk kleine naalduitslag veroorzaken zolang geen hoge spanningstoppen, 300, 400 of 600 volt, worden aangelegd. De condensator kan dan plotseling «springen»: een doffe ontploffing wordt hoorbaar in het element gepaard met een geweldige naalduitslag tot het einde van de schaal. Een onberispelijke condensator behoudt nochtans zijn oorspronkelijke karakteristiek en men loopt geen gevaar hem te zien springen of een variatie van de lekstroom te zien vertonen wanneer hij onderworpen wordt aan een impuls, waarvan de waarde hoogstens gelijk is aan de bedrijfsspanning.

Er bestaat niet noodzakelijkerwijze een nauwe betrekking tussen de uitslaghoek van het instrument en de diverse waarden van R_{lk} . Hieruit volgt dan ook dat een condensator, die een betrekkelijk lage isolatieweerstand vertoont, een grotere uitslag kan veroorzaken dan een condensator met een hoge isolatieweerstand en omgekeerd. Over het algemeen echter stelt men vast dat hoge lekweerstand (100 tot 1000 megohm) een kleinere naalduitslag verwekken dan lagere waarden, 100 megohm tot 100.000 ohm. Het is anders wenselijk gebruik te maken van een galvanometer met betrekkelijk hoge gevoeligheid teneinde voorbereid te zijn op alle gevallen.

Een praktische verwezenlijking.

Het nieuwe isolatiekontroletoestel Simpson, model 383, gebruikt dit principe voor de controle der lekken van condensatoren. Het schema is weergegeven in figuur 9. Het is duidelijk dat de diverse controlevoorwaarden het instrument verplichten de impulsen te leveren onder zeer lage impedantie teneinde een werkelijk universeel toepassingsdomein te verkrijgen. Een katodeafvoer b.v. vertoont vaak een zeer lage weerstand en zou niet tot de topwaarde van het impuls kunnen gebracht worden indien de inwendige weerstand van de generator niet zeer laag is. Om aan deze voorwaarde te voldoen werd beroep gedaan op een thyatron 2050 als impuls-generator. De repetitiefrekwentie van de generator is voldoende hoog om een juiste integratie op 600 volt mogelijk te maken.

De stijgtijd van het controle-impuls vormt eveneens een belangrijke faktor. Zelfs bij een zeer lage inwendige impedantie van de generator moet de stijgtijd zeer kort blijven; een reservoir-kondensator wordt gebruikt in de voeding van de generator. Een zeer korte stijgtijd is bovendien wenselijk omdat de lekweerstand gemakkelijker varieert onder een impuls met steile flank. De stijgtijd in de Controleur van Simpson bedraagt 1 μ sek.

De lezer zal opmerken dat, vermits het principe van dit controletoestel gebaseerd is op de karakteristieken van onstabiele weerstanden, het instrument eveneens in staat moet zijn weerstanden op te sporen die ruis of gekraak verwekken. Dit is inderdaad het geval (niet-lineaire weerstanden kunnen eveneens geïsoleerd zijn, zoals VDR weerstanden, kontaktdetectoren en -geleijkrichters). Wanneer men dergelijke elementen aan de testimpulsen onderwerpt, dan geven ze een uitslag in de « Bad » zones. Een dergelijke aanduiding kan dus op een slechte weerstand of condensator wijzen. In de meeste gevallen zal het echter wel de condensator zijn, die men zal dienen te vervangen.

In radio en TV worden ingewikkelde kringen gebruikt, zodat wel eens de vraag kan worden gesteld bij de controle van een chassis welke condensator nu in feite aan de test is onderworpen en welk element moet verworpen worden, wanneer het toestel een onregelmatigheid aanduidt. Het antwoord is dat zelfs een kleine weerstandswaarde tussen het punt, waar men de impulsen injecteert en de capaciteit, de op deze laatste aangelegde spanning vermindert in een zodanige mate dat er geen mogelijkheid tot aanduiding van onregelmatigheden meer bestaat. Dit is een gelukkig gevolg van de uiterst korte stijgtijd van het controle-impuls. Het zal dus in de praktijk uiterst zeldzaam zijn dat de operator niet dadelijk de vinger op het defekte element kan leggen.

De in het controle-impuls vervatte energie, ook al is dit kort, is niet volledig verwaarloosbaar en bij de bewerkingen moeten een minimum aan voorzorgen in acht worden genomen. In de eerste plaats kan de operator hierbij onaangename schokken krijgen indien hij niet op zijn handen let... Niets meer aanraken, is het voorschrijf, zolang de controlespanning is aangelegd. Verder bezit het impuls voldoende energie

om de kristaldetectoren te beschadigen en een gloeidraad op 1,4 volt te doen verdampen. Leg dus geen testimpulsen aan op de klemmen van kristallen en neem de buizen weg uit toestellen, die op batterij werken, voor de ontkoppelcondensatoren van de gloeidraden onderzocht worden.

Er bestaan bepaalde grenzen aan de praktische toepassingen van het instrument. Indien de te onderzoeken condensator overbrugd is door een spoel, dan is de weerstand van de kring zodanig laag, dat de mikro-amperemeter de variaties niet meer op zichtbare wijze kan aanduiden. In dergelijk geval is het toestel dus van weinig nut, tenware men een verbinding van de condensator losmaakt. Het is nochtans bruikbaar voor de controle van de lekweerstand in kringen, zelfs indien deze honderden malen hoger is dan de waarde van de weerstand, die de condensator overbrugt.

De testen moeten in koude toestand worden uitgevoerd, d.w.z. op een uitgeschakelde ontvanger, zoniet zouden er door de galvanometer stromen kunnen vloeien, die dit instrument zouden kunnen doen verbranden. Laat de gloeidraad van de thyatron de nodige tijd om een zekere temperatuur te bereiken voor de testen begonnen worden. In dezelfde gedachtenorde zal men er ook op waken dat de netspanning niet te sterk afwijkt van de nominale spanning (117 volt AC), teneinde de levensduur van de thyatron niet te verminderen. Laat het toestel niet langer dan nodig tot de bestatiging debiteren op een kortsluiting, want ook hierdoor kan de katodebekleding van de thyatron schade oplopen.

De stand « Off » opent de primaire kring van de transformator voor de voeding en de batterijkring van de galvanometer. In de tweede stand (« adjust meter ») wordt de batterijkring gesloten en kan men de naaldstand instellen met behulp van de potentiometer van 500 ohm. De anodespanning wordt dan op de thyatron aangelegd, doch het rooster blijft zodanig gepolariseerd dat de buis niet geleidend kan worden. De ontkoppelcondensatoren van de galvanometer blijven kortgesloten.

In de derde stand van de omschakelaar wordt de voorspanning van de thyatron vermindert tot een vooraf ingestelde waarde (regelbaar door de potentiometer van 500 ohm) en impulsen treden op op de belastingklemmen op 600 ohm. De integratiecondensatoren worden verbonden op de klemmen van het meetinstrument. Naargelang de instelling van de polarisatieregeling voor de thyatron, aangegeven op het voorpaneel, kan de operator de topspanning der impulsen regelen tussen ongeveer 15 en 900 volt.

Indien een zijde van de te testen condensator aan de massa van de ontvanger is verbonden, dan wordt het volle impuls aangelegd door de klem « Low » te verbinden met het chassis van de ontvanger. In vele gevallen is de condensator echter langs geen van beide zijden met de massa verbonden. De testpinnen moeten dan met beide verbindingen van de condensator worden in contact gebracht, zonder dat hierbij echter rekening dient gehouden te worden met de aanduidingen « low » en « high ».

Wie het toestel voor de eerste maal gebruikt zal verbaasd staan over het grote aantal condensatoren waarvan de isolatie te wensen overlaat in oudere ontvangers, zonder dat hierbij enige storing in de werking vast te stellen is, omdat ze werken in kringen, die weinig gevoelig zijn voor dergelijke storingen of ook nog omdat het defekt nog niet voldoende erg is geworden. Zegen wanneer dergelijke condensatoren dienen vervangen te worden valt echter buiten het kader van dit artikel.