

CONDENSADORES ELETROLÍTICOS

Os modernos receptores, desde o minúsculo receptor de bolso transistorizado, até o televisor ou a radiovítrola, só puderam ser realizados, graças a um componente, cuja importância muitas vezes é relegada a um plano secundário: o condensador eletrolítico. Nos receptores portáteis, é o tamanho pequeno para uma dada capacidade, a característica importante; nos receptores e televisores é o baixo custo destes condensadores, que possibilitou a construção destes aparelhos em grande escala.

No parágrafo anterior, já mencionamos as principais vantagens do condensador eletrolítico, em relação aos outros tipos de condensadores: tamanho pequeno em relação a capacidade e baixo custo de produção. Nos modernos televisores por exemplo, a capacidade total dos condensadores, para conseguir uma boa filtragem, atinge muitas vezes, 200 a 300 microfarads. Se fossem usados condensadores de papel com a mesma capacidade, nem caberiam todos nos atuais móveis e o preço do aparelho certamente dobraria.

O princípio em que se baseia o funcionamento dos condensadores eletrolíticos pode ser explicado por meio de uma célula eletrolítica, apresentada esquematicamente na figura 1. Ligando-se uma tensão contínua a essa célula, como está indicado, obtém-se o seguinte efeito: o anodo de

alumínio é coberto por uma delgada película de óxido de alumínio (entre os metais, os que apresentam resultados mais satisfatórios são o alumínio e o tântalo). A película de óxido que se forma na superfície do alumínio oferece alta resistência à passagem da corrente e, mantendo-se a tensão constante, a corrente

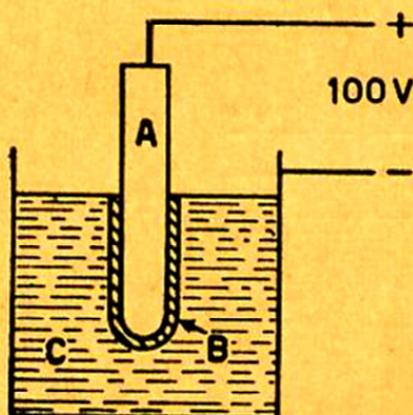


Fig. 1

Célula eletrolítica. A é o anodo, coberto com uma camada isolante de óxido (B). C é o eletrólito.

ficará reduzida, depois de um certo tempo, a um valor mínimo, chamado corrente de fuga. Uma célula do tipo descrito, tendo como anodo o alumínio e como eletrodo negativo o eletrólito, pode ser usada como condensador, sendo que a película de óxido de alumínio atua como dielétrico. A película de óxido é extremamente fina (cerca de 10^{-5} cm), e a constante dielétrica é bastante elevada (aproximadamente igual a 10).

Devido à espessura diminuta do dielétrico, a capaci-

dade formada entre os dois eletrodos, por centímetro quadrado de superfície, é bastante alta. Usando alumínio como anodo, consegue-se até 0,1 microfarad por centímetro quadrado; quando for usado tântalo como material do anodo, a capacidade resulta maior ainda, possibilitando assim a construção de condensadores de tamanho ainda menor.

Os condensadores eletrolíticos somente podem funcionar quando o anodo está ligado ao pólo positivo e o eletrolítico ao pólo negativo de uma tensão. No momento em que é invertida a polaridade, a camada dielétrica é destruída e o condensador entra em curto-circuito. Devido à alta corrente que o atravessa neste momento é originado grande quantidade de calor no mesmo e a evaporação do eletrólito pode provocar a explosão do mesmo.

Os primeiros condensadores eletrolíticos lançados no mercado, por volta de 1921, eram do tipo úmido. Eram muito semelhantes à célula eletrolítica já descrita, sendo suas partes essenciais o anodo de alumínio, o eletrolítico e o envoltório, também feito de alumínio.

Na figura 2, mostramos um corte através de um destes condensadores. Na tampa existiam alguns pequenos furos, que permitiam a expansão do ar contido no envoltório. Em posição normal, não havia perigo de derramar o eletrólito, mas não era possível colocar esses condensadores em posição horizontal no chassis, sem perigo de vazamento.

Os eletrodos positivos destes condensadores devem ter a máxima superfície possível,

a fim de conseguir capacidade alta. Por este motivo, não é usado um simples cilindro, mas sim, as mais variadas formas.

Os tipos em espiral e em sanfona são os mais usados, sendo fabricados em espessuras que variam de 0,025 mm a 0,15 mm. O material empregado é alumínio com pureza mínima de 99,8%, sendo

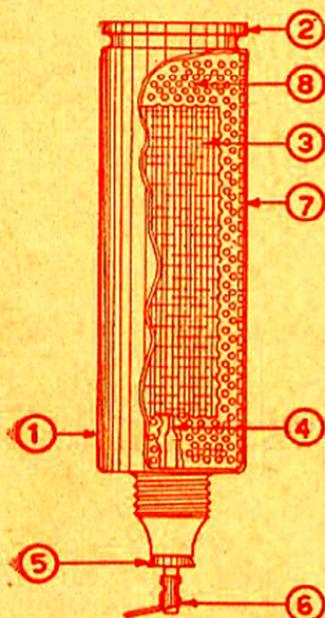


Fig. 2

Corte através de um condensador eletrolítico úmido. 1 - Caneca de alumínio, 2 - Tampa, 3 - Anodo, 4 - Suporte do anodo, 5 - Isolador de borracha, 6 - Terminal positivo de ligação, 7 - Separador, 8 - Eletrolítico.

desejável o uso de alumínio mais puro ainda, o que, porém, não é prático, do ponto de vista econômico. O suporte, que faz ainda a ligação do anodo com o circuito externo, também é de alumínio.

Uma peça bastante importante é a que fecha o condensador, pois, além de impedir a saída do eletrólito, deve ainda possuir certas qualidades elétricas e químicas: ótima isolação e ausência de substâncias contaminantes. Geralmente, é usada borracha quimicamente pura.

Entre o terminal positivo e a caneca, usa-se comumente uma arruela de baquelite.

O terminal positivo dos eletrolíticos úmidos merece alguma atenção especial, pois é difícil soldar o alumínio. Por isso, esses terminais são providos de uma pequena peça de ferro estanhado.

Como o conjunto formado pelo anodo e seu suporte não são presos rigidamente, é preciso evitar que encostem na caneca, produzindo curto-circuito. Para esse fim, são usados separadores: finas folhas de borracha endurecida ou celulósida. Os separadores são perfurados para permitir a passagem do eletrólito.

A fim de aumentar ainda mais a superfície do anodo, a tira é corrugada, geralmente por processos químicos. Consegue-se, dessa forma, aumentar a superfície efetiva das tiras, por um fator de 5 a 6.

Hoje em dia, os eletrolíticos úmidos desapareceram quase por completo, dando lugar aos tipos "secos". Em linhas gerais, a única diferença entre estes e os úmidos reside no fato de que o eletrólito é líquido com tão alta viscosidade que parecem ser sólidos.

Há, entretanto, certas particularidades: como os eletrólitos não-aquosos são meros condutivos, é preciso tomar certas precauções para que a

um pouco diferente da dos úmidos.

Os condensadores eletrolíticos secos possuem 4 partes: armadura positiva, armadura negativa, separadores e eletrólito. Normalmente, são usadas lâminas de alumínio, distanciadas pelo separador, sendo este impregnado pelo eletrólito. O fato de se empregarem duas lâminas próximas, é um meio de se conseguir que a resistência equivalente em série não atinja um valor muito alto.

A placa positiva, como nos eletrolíticos úmidos, é de alumínio; sua espessura varia de 0,035 mm a 0,15 mm com larguras de 1,5 a 15 cm. A pureza do alumínio é muito importante, sendo usado quase sempre alumínio de 99,8%. As armaduras podem ser planas ou corrugadas por processos químicos, sendo que as primeiras podem ser mais delgadas.

Quanto à armadura negativa, sua pureza é relativamente sem importância, podendo ser usado alumínio de 99,3%. Por outro lado, este elemento deve ter a sua superfície livre de substâncias estranhas, a fim de melhorar o contacto com o eletrólito e evitar a contaminação deste. A espessura da armadura negativa não influe no funcionamento do condensador, mas, ao serem usadas placas muito



Fig. 3 - Corte através das armaduras de um condensador eletrolítico seco. O separador contém o eletrólito.

resistência em série seja mantida no valor mínimo possível. Por isso, a construção dos condensadores secos é

finas, surgirão dificuldades ao conectá-las com o circuito externo.

Nos condensadores mais an-

tigos era comum o uso de uma espécie de gase, como separador. Mais tarde, foram introduzidos separadores de celulósido ou de papel; êsses materiais são fabricados especialmente para condensadores, sendo de pureza extremamente alta e grande absorção. A espessura dos separadores modernos varia de 0,08 a 0,2 mm para isolação de 6 a 600 volts.

Os condensadores de tântalo são de construção idêntica à dos de alumínio, sendo porém, o anodo feito de tântalo e atuando como dielétrico, óxido do mesmo metal.

Últimamente, são também fabricados condensadores de tântalo com eletrólito sêco (sendo neste caso, o dielétrico um semiconductor); pormenores sobre êste tipo de condensador publicámos no número 110 (Abril de 1957) desta revista.

Até agora, só descrevemos as vantagens e a construção desta espécie de condensadores, mas infelizmente, os mesmos também possuem suas limitações.

Em primeiro lugar, não é possível construir condensadores eletrolíticos para tensões superiores a 600 volts. Para tensões mais altas, a grossura necessária da camada dielétrica fica tão grande, que são inevitáveis rachaduras nesta camada; ao mesmo tempo, as dificuldades para

conseguir esta espessura necessária, durante o processo de formação do condensador, crescem rapidamente.

Por outro lado, a isolação dos condensadores não é tão perfeita como nos condensadores de papel. Devido à resistência interna relativamente baixa, fala-se, aliás, da máxima corrente de fuga permissível a êsses condensadores. O valor desta corrente depende da capacidade e da tensão de trabalho do condensador. As normas americanas dão a seguinte fórmula, para o cálculo da máxima corrente permissível:

$$I = K C + 0,3$$

onde I representa a corrente máxima em mA

C corresponde à capacidade nominal do condensador

K é um fator que depende da tensão de trabalho do condensador:

Para tensões entre 15 e 100 V,

K é igual a 0,01

Para tensões entre 101 e 250 V,

K é igual a 0,02

Para tensões entre 251 e 350 V,

K é igual a 0,025

Para tensões entre 351 e 450 V,

K é igual a 0,04

Portanto, um condensador de 30 mfd, 450 V de trabalho, pode ter uma corrente de fuga máxima de

$$\begin{aligned} I &= 0,04 \times 30 + 0,3 \\ &= 1,2 + 0,3 \\ &= 1,5 \text{ mA.} \end{aligned}$$

Aplicando pois, um miliamperímetro em série com o citado condensador, a uma tensão de 450 V, o instrumento não deve indicar uma corrente maior do que 1,5 mA.

Se fôr feito tal medição, é necessário esperar pelo menos 15 minutos entre a aplica-

ção da tensão e a medição da corrente. Isto, porque todos os eletrolíticos mostram um aumento grande na corrente de fuga quando estiverem algum tempo fora de uso. Com a aplicação da tensão de trabalho, é reforçada novamente a camada dielétrica, baixando então a corrente de fuga. A corrente inicial



Fig. 5

Condensador eletrolítico bi-polar (composto de dois eletrolíticos, ligados em série).

pode ser de 10 a 15 vezes maior que a corrente final! Nos eletrolíticos úmidos, êste fenômeno pode ser ainda mais acentuado; se fôr instalado um destes condensadores, é até conveniente formá-lo antes da montagem. Para êste fim, é ligada uma resistência em série com o condensador, sendo então, a êste conjunto, aplicada a tensão nominal (fig. 4). A resistência R limita a corrente que pode fluir inicialmente pelo condensador, a fim de que êste último não aqueça demasiadamente.

Outra desvantagem é que o condensador eletrolítico normalmente não pode ser usado em circuitos de tensão alternada. Esta desvantagem pode ser contornada, usando dois condensadores, ligados em série, conforme mostra a figura 5. Como em cada ponta livre dêste conjunto existe um pólo positivo, pode ser aplicada tensão alternada ao conjunto. Os valores dos dois condensadores devem ser idênticos, a fim de conseguir uma distribuição uniforme de carga; a máxima tensão alternada aplicável ao conjunto, é igual à tensão de trabalho de um dos condensadores. Pela ligação

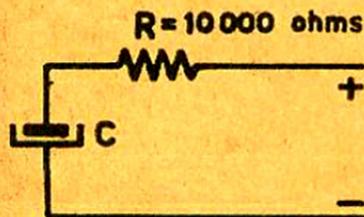


Fig. 4

Ligação de um condensador eletrolítico úmido, para ser formada a camada dielétrica.

em série, é necessário usar o dobro da capacidade para cada condensador, a fim de obter a capacidade nominal. Assim, para um condensador de 10 mfd, 150 volts, é necessário usar dois condensadores de 20 mfd, 150 volts, ligados em série.

O último inconveniente do eletrolítico é o fato de possuir uma resistência de série relativamente alta. Não se trata de resistência real, ligada em série, mas o efeito do fenômeno é o mesmo que

se fôsse ligada esta resistência dentro do condensador.

O fenômeno é originado pelo resistividade do eletrólito. Adicionalmente, temos ainda a resistividade do eletrólito, o eletrólito e as superfícies dos eletrodos. Estes três componentes resistivos estão ligados em série e portanto, adicionam-se. Esta resistência de série aparente provoca perdas ao ser percorrido o condensador por uma componente alternada.

Também é necessário mencionar que a capacidade dos

eletrolíticos depende também da frequência na qual o mesmo trabalha. Geralmente, as características em RF dos eletrólitos são péssimas; um condensador de 10 mfd pode apresentar, na realidade, menos que 0,5 mfd, quando for medida a capacidade em conjunto com uma frequência de 500 Kc/s. Por este motivo, encontra-se, em muitos circuitos, em paralelo com os eletrolíticos de alta capacidade, condensadores de papel de capacidade muito menor.

—○—