**Wstęp**





Niektóre kondensatory wygładzajš kształt przebiegu pršdu. Inne

przepuszczajš sygnały i sprzęgajš je ze sobš. Specjalne kondensatory o

zmiennej pojemnoci służš do przestrajania radia i wyszukiwania stacji.

Pojemnociš elektrycznš nazywamy zdolnoć przewodników do gromadzenia

ładunków elektrycznych. Własnoć tę wykorzystano w kondensatorach.

Kondensator to układ dwóch przewodników (elektrody, opłatki,

okładziny) przedzielonych dielektrykiem (materiałem izolacyjnym).

Jeżeli do kondensatora doprowadzimy napięcie zasilajšce (U) to na

jego okładkach gromadzi się ładunek równy co do wartoci lecz

przeciwnego znaku. Proces gromadzenia ładunku nazywamy ładowaniem

kondensatora. Trwa on do chwili gdy napięcie między okładkami

osišgnie wartoć napięcia zasilajšcego. Ładunek jednej elektrody

nazywamy ładunkiem kondensatora, a zdolnoć kondensatora do

gromadzenia ładunku nazywamy pojemnociš kondensatora C, którš

wyrażamy jako stosunek ładunku zgromadzonego w kondensatorze do

napięcia przy którym został zgromadzony. Czyli C=Q/U. Jednostkš jest

jeden farad (1F)

C - jest to podstawowy parametr (podstawowa wielkoć) kondensatora,

podawana przez producenta. Pojemnoć nie zależy od ładunku i napięcia.

Stosunek Q do U jest stały dla danego kondensatora. Pojemnoć zależy

od konstrukcji kondensatora:

a) rodzaju dielektryka (E)

b) wymiarów kondensatora.

Wytrzymałociš elektrycznš dielektryka nazywamy maksymalnš wartoć

natężenia pola, która jeszcze nie niszczy własnoci zolacyjnych

dielektryka.

Kondensatory w układach mogš być łšczone:

a) szeregowo

b) równolegle

c) mieszanie

Cechy charakterystycznełšczenia szeregowego:

a)ładunki na każdym kondensatorze majš jednakowš wartoć

b) napięcie całkowite przyłożone do gałęzi jest sumš napięć na

poszczególnym kondensatorze

c) dowolnš iloć szeregowo połšczonych kondensatorów można zastšpić

jednym. Zamiana ta nie może spowodować zmiany napięcia całkowitego U

i ładunku zgromadzonego w układzie. Pojemnoć zastępczego

kondensatora czyli pojemnoć zastępczš Cz obliczamy ze wzoru:



Cechy charakterystyczne połšczenia równoległego:

a) napięcie na każdym z kondensatorów jest jednakowe

b)ładunek całkowity jest sumš ładunków na poszczególnych

kondensatorach

c) dowolnš iloć równolegle połšczonych kondensatorów można zastšpić

jednym, nie może zmienić się napięcie U i ładunek układu. Pojemnoć

zastępczš Cz obliczamy ze wzoru:

Cz = C1 + C2 + C3 ...

Połšczenie mieszane to takie, w którym występujełšczenie równoległe i

szeregowe.

Kondensator składa się z dwóch płytek przewodzšcych pršd elektryczny

(elektrod), które sš od siebie oddalone. Może on zostać naładowany

ładunkiem elektrycznym. O zdolnoci magazynowania ładunku, czyli o

pojemnoci kondensatora decyduje powierzchnia elektrod i odległoć

między nimi. Większa powierzchnia i mniejsza odległoć, daje wyższš

pojemnoć.

W celu zmniejszenia odsępu między elektrodami, stosuje się na

izolatory materiały, które można wykonać w formie bardzo cienkiej

folii np. tworzywa sztuczne, ceramikę lub warstwy tlenków. Materiały

te charakteryzujš się cechš fizycznš nazywanš przenikalnociš

elektrycznš. Ujawnia się ona, gdy atomy umieszczone w polu

elektrycznym ulegajš polaryzacji w wyniku odkształcenia orbit

elektronów na zewnętrznych powłokach. Powstajš tak zwane dipole,

które mogš się obracać i przyjmować ten sam kierunek, jaki ma pole

elektryczne. W efekcie tego, zmniejsza się wpływ odległoci między

elektrodami i pojemnoć wzrasta. Ta cecha powoduje, ze materiał

izolacyjny nazywa się dielektrykiem.

**Parametry**

Czynnikiem, który w najwększym stopniu wpływa na pojemnoć

kondensatora, poza powierzchniš i odległociš elektrod, jest zdolnoć

dielektryka (w ujęciu makroskopowym) do przyjęcia ujemnego ładunku w

pobliże dodatniej elektrody, i dodatniego ładunku w pobliże elektrody

ujemnej, co powodujeże wpływ odległoci między elektrodami zmniejsza

się.

W celu obliczenia pojemnci kondensatora, korzystamy z następujšcej

zależnoci:

C = E x A/d

gdzie C = pojemć w faradach,

A = powierzchnia w m2,

d = odstęp miedzy elektrodami w m,

E = przenikalnoć, która właciwie jest iloczynem Eo x Er gdzie Eo

jest przenikalnociš próżni i wynosi 8,85 x 10-12 a Er jest liczbš

względnš, która okrela przenikalnoć dielektryka w stosunku do

przenikalnoci w próżni Er nazywana jest często stałš dielektrycznš

lub liczbš pojemnociowš.

Z tego wynika, że wybór dielektryka w decydujšcym stopniu wpływa na

pojemnoć kondensatora i jego wymiary. Istniejš jednak inne cechy

(zalety i wady) materiałów, które powodujš,że nie zawsze można

stosować materiałów o najwyższej stałej dielektrycznej.

Kondensator, przy przepływie pršdu zmiennego, stanowi opór zależny od

częstotliwoci, który jest nazywany reaktancjš pojemnociowš (Xc).

Xc = 1/( w x C)

gdzie w - omega,

Xc = reaktancja w omach,

m = pulsacja (2 x pi x f) w Hz,

C = pojemnoć w faradach.

Energę którš można magazynować w kondensatorze wylicza się ze wzoru:

E = 1/2 x C x U2

gdzie E = energia w kondensatorze w joulach (Ws),

C = pojemnoć w faradach,

U = napięcie w woltach.

Pod poęciem pojemnoci C, rozumie się zdolnoć kondensatora do

przyjęcia tadunku Q w coulombach, na volt przyłożonego napięcia U.

Jest to opisane wzorem:

C=Q/U

Jednostkš pojemnoci jest farad, który ma wymiar A x s/V. Pojemnoć 1

farada posiada kondensator, w którym ładunek 1 coulomba powoduje

powstanie napięcia 1 volta.

Naładowanie i rozładowanie kondensatora zajmuje zawsze pewien czas.

Zmiany ładunku wišżš się z kolei z przepływem pršdu przez jakš

rezystancję. Najniższa rezystancja to rezystancja doprowadzeń

elektrod. Przez stałš czasowš t rozumiemy czas, który jest potrzebny

żeby ładunek osišgnšł 63,2% (1 - e-1) maksymalnego napięcia.

tau = R x C

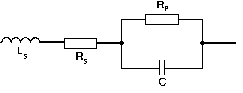
gdzie tau podany jest w sekundach o ile R podane jest w omach, a C w

faradach. Przyjmuje się,że kondensator jest całkowicie naładowany, po

czasie 5 x tau.

W celu lepszego zrozumienia zalżnoci między parametrami kondensatora,

należy przyjšć następujšcy uproszczony schemat zastępczy:



gdzie Rs = rezystancja szeregowa wyprowadzeń i elektrod, elektrolitu,

jak również straty w dielektryku,

Ls = indukcyjnoć doprowadzeń i elektrod,

C = pojemnoć

Rp = rezystancja izolacji w dielektryku.

Poprzez skrót ESR (zastępcza rezystancja szeregowa) rozumiemy

całkowite straty w kondensatorze, które poza rezystancjš szeregowš

doprowadzeń i elektrod Rs, obejmujš straty w dielektryku, powstajšce

przy oddziaływaniu na niego zmiennego pola elektrycznego. ESR jest

funkcjš częstotliwoci i temperatury.

Straty powoduš wzrost temperatury, która musi być kontrolowana, o ile

jej wzrost jest znaczny.

Do opisania rezystancji strat stosuje się współczynnik strat (tan

delta). Wyraża się zależnociš:

tan delta = ESR/Xc

Współczynnik strat jest więc stosunkiem ESR do reaktancji Xc. Moc

wydzielana w kondensatorze wyrażona jest zależnociš:

P = U2 x omega x C x tan delta

Gdy częstotliwoć przyłożonego napięcia jest równa tej, przy której

zmierzono ESR, można powyższy wzór zapisać:

P= U2 x ESR

ESL (szeregowa indukcyjnoć zastępcza), jest indukcyjnociš

wyprowadzeń i elektrod Ls. Indukcyjnoć współczesnych kondensatorów

zwykle zawiera się w zakresie 10-100 nH.

Impedancja kondensatora jest przedstawiona zalżnociš:

Z= pierw(ESR2) + (Xc - XL)2

gdzie Z = impedancja w omach,

Xc i XL jest odpowiednio reaktancjš pojemnociowš i indukcyjnš przy

danej częstotliwoci.

Jednym z parametrów kondensatora jest cęstotliwoć rezonansu własnego,

który występuje gdy wartoci bezwzględne Xc i XL sš sobie równe i

kompensujš się wzajemnie. Przy tej częstotliwoci impedancja jest

równa ESR.

Rezystancja dielektryka w kondensatorze (Rp) nigdy nie jest

nieskończona, gdyż zawsze istnieje jaki przepływ pršdu. Pršd ten

nazywamy pršdem upływu. Powoduje on samorozładowanie kondensatora.

Może to być czynnikiem krytycznym np. w obwodach czasowych.

Wiele parametrów kondensatora zależy od temperatury np., stała

dielektryczna, ESR i pršd upływu. Dlatego w zależnoci od zakresu

temperatury, w którym kondensator będzie pracował należy wybierać

odpowiedni rodzaj dielektryka.

Do opisu zmian pojemnoci w funkcji temperatury służy współczynnik

temperaturowy. Można go podać w ppm/oC (milionowa częć na stopień

Celsjusza).

Poza tym wiele parametrów jest mniej lub bardziej zależnych od

częstotliwoci i napięcia, co może być również czynnikiem wpływajšcym

na wybór dielektryka.

Odpornć na napięcie impulsowe okrela, z jakš częstotliwociš

kondensator może być ładowany i rozładowywany. Zmiany napięcia

powodujš przepływ pršdu przez elektrody i doprowadzenia, w

rezystancji których następuje wydzielenie pewnej mocy. Gdy gęstoć

pršdu w elektrodach będzie duża, wzrasta opornoć własna, a w zwišzku

z tym straty mocy. Przy bardzo wysokich pršdach może nastšpić

stopienie i wyparowanie elektrod i wówczas w kondensatorze powstaje

cinienie gazów, które może mieć fatalne skutki. Zmiany napięcia

prowadzš ponadto do strat w dielektryku, które wspólnie ze stratami w

rezystancji powodujš wzrost temperatury kondensatora.

Odpornoć na napięcie impulsowe jest podawane łšcznie z napięciem

pracy, które jest równe nominalnemu. Odpornć na napięcie impulsowe

jest parametrem katalogowym i zależy od przyjętych warunków badania.

W zależnoci od przyjętej metody (zgodnej z obowišzujšcymi normami)

iloć impulsów, ich częstotliwoć, wzrost temperatury itd., mogš być

różne.

Pršd, wywołany zmianš napięcia można wyliczyć z następujšcego wzoru:

I = C x (delta V/delta t)

Jeżeli pojemnoć C i odpornoć na napięcie impulsowe delta V/delta t

podana jest odpowiednio w uF i V/us to pršd I otrzymujemy w A.

Maksymalne napęcie pracy zależy od wielu czynników m.in. od

wytrzymałoci elektrycznej dielektryka, jego gruboci, odległoci

między elektrodami i wyprowadzeniami, rodzaju obudowy. Odpornoć na

przebicie zależy od temperatury i częstotliwoci. Dlatego należy

uważać, żeby nie przekroczyć maksymalnego napięcia w danych warunkach.

Nawet gdy nie nastšpi bezporednie przebicie dielektryka zbyt wysokie

natężenie pola elektrycznego może spowodować długotrwałe zmiany w

dielektryku. Kiedy kondensator został naładowany a dipole dielektryka

powstały i zostaty obrócone w kierunku napięcia pola, to po

rozładowaniu kondensatora nie wszystkie powracajš do swojej

pierwotnej pozycji. Te dipole, które pozostały w swoim nowym

położeniu powodujš, że w rozładowanym kondensatorze pozostaje pewne

napięcie. Zjawisko to nazywa się absorpcjš dielektrycznš i występuje

w większym lub mniejszym stopniu we wszystkich kondensatorach. W

niektórych zastosowaniach np. w obwodach próbkujšcych,

podtrzymujšcych i w układach audio, wymaga się, żeby była ona tak

niska jak tylko to jest możliwe. Absorpcję dielektrycznš mierzy się w

procentach napięcia poczštkowego, po pewnym czasie od poczštku

zwarcia. Istnieje cały szereg znormalizowanych metod pomiaru tego

parametru.

**Budowa**

Kondensatory z tworzywa sztucznego, w których warstwę dielektryka

stanowi tworzywo sztuczne majš małe straty dzięki niskiej rezystancji

elektrod i wysokiej rezystancji izolacji. Technologicznoć

konstrukcji umożliwia automatyzację produkcji i w efekcie niskie ceny.

Sš one niepolaryzowane (nie odgrywa roli, która z elektrod będzie

dodatnia a która ujemna) i majš bardzo mały pršd upływu.

Używa się ich jako kondensatorów szeregowych lub blokujšcych w

układach analogowych i cyfrowych, w obwodach czasowych i filtrach Lc.

Produkowane pojemnoci zawierajš się w granicach od 10 pF do 100 uF.

Elektrody wykonuje sę w postaci folii metalowej lub folii

metalizowanej. Folia metalizowana powstaje w wyniku naparowania

próżniowego cienkiej warstwy metalu na dielektryk. Zaletš tego

rozwišzania jest to, że przy przebiciu elektrycznym naparowany metal

wyparowuje wokół miejsca przebicia i w ten sposób nie dochodzi do

ewentualnemu zwarcia.

Istnieje wiele różnych technologii wykonania, poniżej podajemy

przykłady tych najczęciej spotykanych:

Wewętrzne połšczenie szeregowe powoduje większš odpornoć

kondensatora na napięcia impulsowe. We wczeniejszych konstrukcjach

kondensatorów z tworzywa sztucznego doprowadzenia były wykonywane

przewodem dołšczonym do jednego z końców zwoju folii metalizowanej. W

nowoczesnych kondensatorach tego typu, na zwinięty rulon folii nanosi

się kontakt metalowy przy użyciu metalizacji natryskowej. Dzięki temu

można całš stronę nawiniętej folii połšczyć z wyprowadzeniem i tym

samym znacznie zmniejszyć rezystancję i indukcyjnoć kondensatora.

Do wyrobu kondensatorów stosuje sę wiele różnych tworzyw sztucznych:

Poliester (PET politereftalano-etylen) jest tworzywem z którego mżna

uzyskać cienkie folie (możliwe jest wytworzenie folii ok. 1mm) łatwe

do metalizacji, co z kolei umożliwia otrzymanie kondensatorów o

małych wymiarach i niskiej cenie. Poliester ma jednak najgorsze

parametry wród nowoczesnych tworzyw sztucznych. Kondensatory

poliestrowe z elektrodami z folii metalowej, oznaczane sš często KT a

jeli sš z folii metalizowanej MKT. Używa się ich w wielu mniej

odpowiedzialnych miejscach układów elektronicznych np. przy

odsprzęganiu.

Poliwęglan (PC) pozwala również otrzymać bardzo cienkie folie. Jest

stosunkowo łatwy do metalizacji. Ma niższa stałš dielektrycznš od

poliestru co powoduje, że wykonane z niego kondensatory sš nieco

większe i droższe. Tworzywo to ma jednak znacznie niższš stratnoć

elektrycznš i lepszš stabilnoć. Kondensatory oznaczone sš

analogicznie literami KC i odpowiednio MKC, o ile sš z folii

metalizowanej. Kondensatory poliwęglanowe sš stosowane w tych

miejscach układów elektronicznych, gdzie można wykorzystać ich wysokš

stabilnoć, np. w strojonych filtrach i generatorach.

Polipropylen (PP) z trudem udaje sę przerabiać na folie. Wymaga poza

tym wstępnej obróbki, aby mógł być metalizowany. Kondensatory

polipropylenowe sš jednoczenie duże i drogie w porównaniu z

poliestrowymi i poliwęglanowymi. Zaletš ich sš bardzo małe straty,

wysoka stabilnoć i niska absorpcja dielektryczna. Kondensatory

polipropylenowe z elektrodami z folii, nazywane sš KP, a o ile sš z

folii metalizowanej MKP. Kondensatory polipropylenowe używane sš

często w zastosowaniach impulsowych i tam gdzie istotna jest niska

absorpcja dielektryczna np. w obwodach próbkujšcych i podtrzymujšcych,

jak również w urzšdzeniach audio.

Polistyren (styrol, styroflex) jest jednym z pierwszych tworzyw

sztucznych, które w coraz wększym stopniu zastępowane jest przez

poliwęglany i polipropylen. Metalizuje się z dużymi trudnociami, a

niska wytrzymałoć elektryczna powoduje, że folie polistyrenowe muszš

być dużo grubsze niż wykonane z innych tworzyw sztucznych. Polistyren

posiada jednak bardzo niskš stratnoć, wysokš stabilnoć i niskš

absorpcję elektrycznš. Wykonane z niego kondensatory używane sš w

bardzo odpowiedzialnych miejscach obwodów elektrycznych np. w

filtrach.

Siarczek polifenylu (PPS) jest materiałem, którego głównš cechš jest

odpornoć na wysokie temperatury, dobra stabilnoć i bardzo niskie

straty. Wadš jest niska wytrzymałoć elektryczna. Powoduje to

koniecznoć stosowania folii z tworzywa o większych grubociach.

Kondensatory papierowe sš w większoci zastosowań zastępowane

kondensatorami warstwowymi z tworzyw sztucznych. Pomimo wysokiej

stałej dielektrycznej, kondensatory papierowe sš większe oraz droższe

niż z tworzyw sztucznych. Zaletami kondensatorów papierowych jest

odpornoć na napięcia impulsowe i niska zawartoć węgla (ok. 3%, dla

porównania: 40-70% w tworzywach sztucznych), co powoduje bardzo dobre

własnoci samoregenerujšce i małe ryzyko zapłonu. W dzisiejszej dobie

używane sš one niemal wyłšcznie jako kondensatory odkłócajšce

(kondensatory X i Y ), w których można wykorzystywać zalety papieru w

stosunku do tworzyw sztucznych.

Czasami stosuje sę równoczenie folię plastikowš jak i papier. Mówi

się wówczas o mieszanym dielektryku, w którym usiłuje się wykorzystać

zalety każdego z nich.

Kondensatory ceramiczne sš produkowane z jednej lub wielu płytek

ceramicznych z nałożonš elektrodš metalowš. Kondensator ceramiczny z

pojedynczš warstwš dielektryka nazywany jest jednowarstwowym, "single

plate" lub kondensatorem płytkowym. Gdy kondensator zbudowany jest z

wielu warstw dielektryka i elektrod, nazywany jest wielowarstwowym

albo kondensatorem monolitycznym. Podaż różnych materiatów i wykonań

kondensatorów jest ogromna. Kondensatory ceramiczne produkuje się o

pojemnociach od 0,5pF do wielu setek uF. Kondensatory powyżej 10 uF

sš jednak rzadko spotykane, ze względu na wysokš cenę.

Materiały ceramiczne dzielš się na trzy grupy.

Klasa 1 sš to materiaty o niskiej stałej dielektrycznej.

Charakteryzujš się wysokš stabilnociš, nie tylko w funkcji

temperatury, ale również częstotliwoci, napięcia i czasu. Majš

bardzo niskš stratnoć również przy wysokich częstotliwociach.

Kondensatory jednowarstwowe wytwarzane sš o pojemnociach od 0,47 do

560 pF. Kondensatory wielowarstwowe (miltilayer), produkowane z

dielektryka NPO, majš wartoci od 10 uF do 0,1 uF. Stosowane sš w

układach, w których wymaga się wysokiej stabilnoci przy krytycznych

warunkach temperatury, np. w układach oscylatorów.

Dielektryki klasy 1 posiadaš prawie liniowy współczynnik

temperaturowy i oznakowane sš literš P lub N, która wskazuje czy

współczynnik jest dodatni, czy ujemny jak również cyfrš, która jest

równa współczynnikowi.

Klasa 2 to materiały o wysokiej stałej dielektrycznej. Majš

nieliniowš zależnoć w funkcji temperatury, częstotliwoci i napięcia.

Istnieje wielka różnorodnoć tego typu dielektryków o różnych

własnociach. Posiadajš niskie straty przy umiarkowanych parametrach.

Starzenie w nich przebiega w tempie 1- 5% na dekadę, czyli 10 lat.

Dielektrykom ceramicznym można przywrócić poczštkowe parametry

poprzez podgrzanie ich do temperatury Curie, która wynosi ok. 150° C.

W klasie 2 wytwarzane sš kondensatory jednowarstwowe o pojemnociach

100 uF do 0,1 uF i wielowarstwowe od 10 pF do 10 uF. Używane sš w

niezbyt krytycznych zastosowaniach np. jako kondensatory

odsprzęgajšce i blokujšce.

Dielektryki klasy 2 oznaczane sš literš K i liczbš, która odpowiada

stałej dielektrycznej wg normy EIA, z trzema znakami, z których dwa

pierwsze wskazujš na zakres temperatury pracy, a trzeci mówi o

zmianie pojemnoci w tym zakresie temperatur.

Klasa 3 dielektryków bazuje na materiałach ferroelektrycznych i

często ma ziarnistš (domenowš) strukturę wewnętrznš, gdzie mała

pojemnoć pomiędzy poszczególnymi ziarnami wspólnie tworzy dużš

pojemnoć wynikowš. Materiał ma z grubsza bioršc takie same albo

nieco gorsze parametry, jak ceramika klasy 2, ale wytrzymałoć

napięciowa jest mała. Często 16 lub 50 V jest maksymalnym napięciem

pracy. Ekstremalnie wysoka stała dielektryczna powoduje, że

kondensatory o dużych pojemnociach można wykonywać w obudowach o

małych wymiarach i o niskiej cenie. Produkowane sš z pojemnociami od

1000 pF do 1uF.

Kondensatory mikowe zbudowane sš podobnie jak ceramiczne kondensatory

wielowarstwowe, ale ponieważ nie podlegajš wygrzewaniu w wysokich

temperaturach, elektrody można wykonać ze srebra. Mika jest minerałem

wydobywanym w kopalniach indyjskich, gdzie jego jakoć jest

szczególnie wysoka. Jest to minerał twardy i odporny,

charakteryzujšcy się tym, że rozdziela się na cienkie płytki, które

można wyposażyć w elektrody. Właciwoci elektryczne np. rezystancja

izolacji, stratnoć i stabilnoć sš doskonałe i całkowicie

porównywalne z najlepszymi tworzywami sztucznymi i ceramikš.

Kondensatory mikowe sš jednak względnie duże i drogie, co powoduje,że

w znacznym stopniu zastępowane sš m.in. przez kondensatory

polipropylenowe. Stosuje się je często w układach wielkiej

częstotliwoci, gdzie wymagane sš nie tylko niskie straty, ale

również wysoka stabilnoć częstotliwoci i temperatury. Produkowane

sš o wartociach pojemnoci od 1pF do 0,1 uF.

Kondensatory elektrolityczne majš elektrody aluminiowe albo tantalowe.

Powierzchnia anody (biegun dodatni) jest pokryta bardzo cienkš

warstwš tlenku, która pełni rolę dielektryka. W celu zmniejszenia

odległoci między warstwš tlenku i katodš (biegun ujemny) używa się

elektrolitu o niskiej rezystancji.

Kondensatory elektrolityczne aluminiowe mokre zawierajš elektrolit

złożony z kwasu borowego, glikolu, soli i rozpuszczalnika. Elektrody

sš wytrawione w kšpieli kwanej, w celu uzyskania powierzchni

porowatej. W ten sposób powierzchnia wzrasta aż do 300 razy.

Warstewka dielektryka (tlenku) na anodzie jest formowana (buduje się

jš), w kšpieli z elektrolitem zawierajšcym wodę, do gruboci ok. 13 A

na każdy Volt napięcia, które ma on wytrzymać. Również katoda posiada

cienkš (ok.40A) warstwę tlenku.

Aby zapobiec wzajemnemu kontaktowi warstw tlenku elektrod, które

mogłyby przez to ulec uszkodzeniu, umieszcza się między nimi

separator z cienkiego papieru. Obudowa kondensatora połšczona jest do

bieguna ujemnego. Obudowa nie może być jednak używana jako

doprowadzenie.

Warstwa tlenku ma charakterystykę nieliniowš zbliżonš do diodowej.

Maksymalne napięcie w kierunku zaporowym wynosi 1,5 V. O ile zostanie

ono przekroczone, to następstwa mogš być fatalne.

ESR (zastępcza rezystancja szeregowa) kondensatora elektrolitycznego

aluminiowego jest względnie wysoka, zależna od wysokiej rezystywnoci

elektrolitu w porównaniu np. z aluminium lub miedziš. Zależnoć od

temperatury jest bardzo duża, szczególnie przy niskich temperaturach.

W dolnej granicy temperatury ESR może być 20 razy wyższe niż w

temperaturze pokojowej. Zmiana pojemnoci zależna od temperatury

wynosi +/- 20% dla całego zakresu temperatury pracy.

Pršdy upływu przez dielektryk sš okrelane przy napięciu nominalnym.

Dla niższego napięcia pršd zmniejsza się. Przy połowie napięcia

nominalnego, pršd upływu wynosi zaledwie 20% nominalnego. Pršdy

upływu wzrastajš ze wzrostem temperatury. W pobliżu górnej granicy

zakresu temperaturowego, pršd może wzrosnšć 10 razy.

"Żywotnoć" jest okreleniem mało precyzyjnym. Przez żywotnoć

kondensatora elektrolitycznego rozumiemy czas pracy do momentu, kiedy

jeden z parametrów takich jak np. pojemnoć, współczynnik strat i

pršd upływu przekroczy wartoć granicznš. Istnieje wiele różnych

metod pomiaru czasu życia, co utrudnia porównania. Przede wszystkim w

wyniku różnorodnych zmian fizyko-chemicznych starzeje się elektrolit.

W nowoczesnych kondensatorach elektrolitycznych używa się

rozpuszczalników, które mimo dobrego zamknięcia wyparowujš i

kondensator wysycha. Wysoka temperatura kondensatora znacznie

przyspiesza proces starzenia. Np. obniżenie temperatury o 10° C

podwaja czas życia.

Kondensatory elektrolityczne aluminiowe mokre, produkowane sš o

pojemnociach od 0,1 uF do 0,5 F. Najwyższa wartoć wytrzymałoci

elektrycznej produkowanych kondensatorów elektrolitycznych nie

przekracza 500V. Najczęciej tego typu kondensatory stosuje się jako

elementy filtrujšce w zasilaczach. Dla celów zmiennopršdowych

produkuje się specjalne kondensatory, tzw. bipolarne. Posiadajš one

doprowadzenia dołšczone do anod z warstw tlenku. Między anodami

znajduje się folia katodowa bez doprowadzenia.

Suche elektrolity aluminiowe. Ich produkcję rozpoczęto na poczštku

naszego wieku. Różniły się one znacznie od dzisiejszych suchych

kondensatorów aluminiowych. Dla odróżnienia, współczesne typy, często

kondensatory z dwutlenkiem manganu lub organicznymi półprzewodnikami

jako elektrolit, nazywamy kondensatorami stałymi z aluminiowym

elektrolitem (SAL).

Elektrolit na bazie dwutlenku manganu posiada niżsš rezystancję.

Elektrody aluminiowe sš wytrawiane i zanurzane w kšpieli formujšcej,

w celu wytworzenia warstwy tlenku. Między tak wykonane elektrody

wprowadza się separator z włókna szklanego pokryty dwutlenkiem

manganu. Całoć jest zwijana lub zginana dla uzyskania kształtu

kondensatora. Następnie dołšcza się wyprowadzenia i umieszcza w

odpowiedniej obudowie.

Tak wykonane kondensatory posiadajš wiele cech wyróżniajšcych je od

innych kondensatorów elektrolitycznych np.: długi czas życia 

ponieważ elektrolit nie może wyparować, szeroki zakres temperatury

pracy -55 do +175° C, a niektóre typy -80 do +200° C. Wytrzymałoć do

30% napięcia nominalnego w kierunku zaporowym w sposób cišgły.

Niewielka zależnoć od temperatury (również przegrzanie nie powoduje

następstw w postaci zwarć). Temperatura nie wpływa tak silnie na czas

życia jak przy innych elektrolitach. Zależny jest on jednak od

napięcia. Wytwarza się je o pojemnociach od 0,1 do 2200 uF.

W drugim z omawianych typów kondensatorów stosuje się jako elektrolit

"półprzewodnik organiczny". Składa się on z kompleksu soli, zwanych

TCNQ, które posiadajš bardzo dobre cechy elektryczne i termiczne.

Również ten kondensator posiada wytrawiane elektrody rozdzielone

separatorem. Jego ESR porownywalny jest z kondensatorami ceramicznymi

i wykonanymi z tworzyw sztucznych.

Typ ten nadaje się do zastosowania w filtrach zasilaczy, zasilaczach

z przemianš częstotliwoci, gdzie następstwem występowania dużej

częstotliwoci jest to, że wartoć ESR staje się bardziej istotna niż

pojemnoć. Nie wytrzymuje on równie wysokich temperatur co

kondensator z dwutlenku manganu. Najwyższš dozwolonš temperatura jest

105° C, przy niskich temperaturach (aż do -55° C) posiada on podobnie

jak typ z dwutlenku manganu, bardzo niskš odchyłkę pojemnoci i ESR.

Wytrzymuje on ok. 10% napięcia nominalnego w kierunku zaporowym. Czas

życia jest bardziej zależny od temperatury niż w zwykłych

elektrolitach mokrych. Wzrasta on z 2000 godzin przy 105° C do 20000

godzin przy 85° C.

Następstwem przepięcia może być zwarcie, lecz gdy pršd jest mniejszy

niż 1A, temperatura za niższa niż 200° C (temperatura rozkładu

elektrolitu), kondensator nie zostanie uszkodzony w sposób trwały.

Produkuje się je o wartociach od 0,1 do 220 uF.

Kondensatory tantalowe posiadajš jako dielektryk tlenek tantalu, o

znakomitych własnociach elektrycznych. Anoda kondensatora wykonywana

jest metodš spieków proszkowych z tantalu. Ok. 50% objętoci składa

się z porów, co powoduje, że powierzchnia wewnętrzna jest 100 razy

większa niż zewnętrzna. Po pokryciu warstwš tlenku tantalu w kwanej

kšpieli formujšcej, elementy kondensatora zanurza się w roztworze

dwutlenku manganu, który wypełnia wszystkie pory. Aby otrzymać

kontakt z katodš, która składa się z przewodzšcej farby srebrnej,

pokrywa się element kondensatora warstwš węgla w postaci grafitu.

Starsze typy kondensatorów tantalowych z mokrym elektrolitem w

obudowie srebrnej, zostały zastšpione przez typy suche ze względu na

wysokie koszty produkcji.

Kondensatory tantalowe posiadajš niskš wartoć ESR dzięki niskiej

rezystywnoci tantalu i dwutlenku tantalu. Majš one również znacznie

mniejsze wymiary niż kondensatory elektrolityczne aluminiowe o

porównywalnych parametrach. Używane sš w układach elektronicznych

jako kondensatory odsprzęgajšce, blokujšce, magazynujšce energię oraz

w układach czasowych, gdzie niska upływnoć jest cechš najważniejszš.

Dużš wadš kondensatorów tantalowych jest tendencja do zwarć, gdy

napięcie lub temperatura przekroczš wartoci graniczne. Spowodować to

może rozerwanie kondensatora. Wczeniej w układach z kondensatorami

tantalowymi zalecano stosowanie rezystancji szeregowej o wartoci 3

omy na volt, aby ograniczyć pršdy ładowania i rozładowania, co

oczywicie powodowało straty mocy i wydzielanie ciepła. W

nowoczesnych kondensaorach zaleca się rezystancję rzędu 0,1 oma na

volt, co oznacza, że najczęciej nie jest potrzebny żaden rezystor

szeregowy, ponieważ rezystancja cieżek miedzianych i przewodów daje

dostateczne zabezpieczenie. Maksymalne napięcie zaporowe wynosi ok.

15% napięcia nominalnego przy 25oC, ale maleje ze wzrostem

temperatury. Przy 85oC jest ono tylko 5% w kierunku zaporowym.

Elektrolity tantalowe majš dobrš stabilnoć temperaturowš. Produkuje

się je o pojemnociach od 0,1 do 1000 uF.

Kondensator dwuwarstwowy (kondensator back-up, super cap, goldcap,

itd. ) jest czym porednim między kondensatorem i bateriš

elektrycznš. W przeciwieństwie do innych typów nie posiada

dielektryka. Zbudowany jest z wielu pojedynczych elementów

połšczonych szeregowo, z których każdy składa się z dwóch warstw

węgla aktywnego, zwilżonych elektrolitem. Warstwy węgla sš oddzielone

separatorami, przepuszczajšcymi jony i zamknięte w hermetycznej

osłonie gumowej. Gdy do kondensatora przyłożone zostaje napięcie, to

czšstki węgla w warstwie anodowej zostajš naładowane dodatnio, a

katodowej ujemnie, wówczas jony ujemne elektrolitu wędrujš przez

separator i zbierajš się wokół dodatnich czšstek węgla. Podobnie

zbierajš się dodatnie jony w warstwie katody. W ten sposób można

gromadzić duże ładunki elektryczne. 1 gram proszku węglowego może

teoretycznie dać pojemnoć od 200 do 400 Faradów.

Ponieważ elektrolit komórek zawiera wodę, to maksymalna wytrzymatoć

elektryczna wynosi 1,2 V na komórkę. Powyżej tego napięcia woda ulega

hydrolizie na tlen i wodór. Kondensatory te stosowane sš niemal

wyłšcznie jako rezerwa napięcia m.in. w układach pamięciowych i

mikroprocesorowych. Używa się ich również do przechowania energii w

krótkich okresach czasu np. jako dodatkowa energia, żeby uruchomić

silnik, przycišgnšć przekanik albo wygenerować impuls zapłonowy.

Posiadajš one wysokie ESR od 1 do 300 omów, które w znaczny sposób

ograniczajš pršd rozładowania. Można je naładowaćw cišgu 1 minuty i

majš czas życia dłuższy niż 10 000 cyklów naładowania i rozładowania

lub 10 lat pracy z doładowywaniem. Pršd upływu (samorozładowywanie)

wynosi ok. 1 mA, co powoduje, że po upływie jednego miesišca na

kondensatorze jest w dalszym cišgu ok. 50% napięcia. Duża zależnoć

od temperatury powoduje, że w zakresie od -25 do +70oC, pojemnoć

zmienia się od -50 do +150%. ESR przy -25oC jest 3 razy wyższe niż w

temperaturze pokojowej. Sš one niepolaryzowane ale to doprowadzenie,

które połšczone jest do obudowy zaleca się jako biegun ujemny. Ten

typ kondensatorów produkuje się o pojemnociach od 10 mF do 22F, ale

prace rozwojowe wskazujš na możliwoć wytwarzania jeszcze większych

pojemnoci.

**Zastosowanie**

Kilka przykładów zastosowań kondensatorów:

Jako kondensator sprzęgajšcy, blokujšcy napięcie stałe, ale

przepuszcza dalej napięcie zmienne. Jako kondensator blokujacy,

zwierajšcy napięcie zmienne, które występuje razem z napięciem stałym.

W filtrach i obwodach rezonansowych, gdzie najczęciej wspólnie z

elementem indukcyjnym lub rezystorem, stanowi obwód rezonansowy lub

obwód filtra np. w oscylatorze albo filtrze separujšcym głonika.

Np. w zasilaczu sieciowym znajdujš się kondensatory do magazynowania

energii, która jest używana do filtrowania (wygładzania) napięcia

stałego.

W obwodach czasowych wykorzystuje się ładowanie i rozładowywanie

kondensatora do okrelenia czasu. Przykładem tego jest multiwibrator

astabilny.

Jako elementu odkłócajšcego, używa się kondensatora, który może

pochłonšć krótkie impulsy napięcia tak np. jak w obwodzie RC

przyłšczonym do cewki przekanika. Używa się również kondensatorów np.

typu X lub Y w celu tłumienia zakłóceń o wysokich częstotliwociach

(RFI). Przy pršdach zmiennych wysokiego napięcia, używa się często do

pomiarów pojemnociowych dzielników napięcia. Nie majš one takich

dużych strat jak rezystancyjne dzielniki napięcia.