

KAPASİTÖRLER*

Çeviren:
Hilmi GÜVEN (ODTÜ)

* ELECTRONICS DIGEST, Sayı 4, 1983.

Modern kapasitörler, dielektrik özelliklerine göre üç genel sınıfa ayrılabilirler.

- 1) En düşük kayıplı, birinci derecede kararlı olanlar
(Mika, polystiren, düşük k'lı seramik)
- 2) Düşük kayıplı, ikinci derecede kararlı olanlar
(Kağıt, plastik film, yüksek k'lı seramik)

3) Kutuplaştırılmış olanlar (Elektrolitik, tartalum)

MİKAKAPASİTÖRLER

Mika kapasitörlerin RP kayıpları UHF sınırına kadar çok düşüktür ve kararlılıkları çok iyidir. 500 MHz'e kadar RF devrelerinde kullanıma uygundur ve özellikle salmgaç devreleri ve süzgeçlerde kullanılmaları mükemmel sonuç verdikleri için tavsiye edilir. Uygun tipteki mika kapasitörler yüksek RF akımlarına ve gerilimlere dayanabilir ve bu yüzden iletişim uygulamalarında oldukça sık kullanılırlar.

Kalıp Mika (Posta Pulu)

Biçimi ve şekli nedeniyle "Posta Pulu" olarak adlandırılan bu Mika Kapasitör tipi, en çok yaygın olanıdır. Gerçek yaşamdaki posta pullarından genellikle daha ucuz olup, yalandıklarında daha iyi bir tad verirler. Yüksek gerilimlere ve yüksek RF akımlarına karşı kararlı bir yapıları vardır. Aralarına mika yerleştirilmiş folyo tabakalarından (Denetlenmiş mika) veya metalleze mika tabakalarından yapılmışlardır ve 10 pF ile 0,1 pF arası değerlerini bulmak mümkündür. Üzerlerinde, denetlenmiş mika (stacked mica) anlamı vermek için "M.S" markası taşırlar.

Gümüşlü Mika

Denetlenmiş Mika Kapasitörleri ile karıştırılmaması için genellikle "S.M" olarak markalanırlar. Çok yüksek kararlılıklarından ötürü salmgaç devreleri süzgeçler ve kararlı kapasite gerektiren diğer kritik uygulamalar için tavsiye edilmektedirler. Toleransları oldukça iyidir. (Genellikle $\pm 5\%$ olmakla beraber, pratik olarak daha iyi sonuç vermektedirler.) Genel olarak 4,7 pF ile 3300 pF arası değerleri bulunabilir.

Metal Kaplı Mika

Kare ya da dikdörtgen biçimli bir kapasitörlerde aralıklı folyo ve mika plaka demetlerini tutmak üzere bir metal kıskaç bulunur. Böyle bir yapım biçimi düşük bir çıkış teli endüktansı doğurur ve yüksek RF akımların geçebilmesini mümkün kılar. RF devrelerinde genellikle, DC bloklama ve atlama (by passing) amaçları için kullanılır.

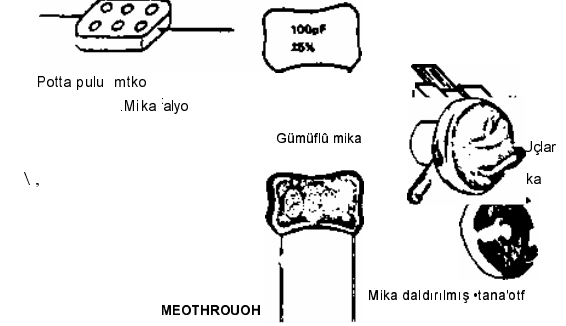
Düğme Mika

Şekillerinden dolayı bu ismi almışlardır. RF atlama uygulamaları için çok uygun olup, "Standoff" ve

"Feedthrough" olarak iki tip halinde yapılmaktadırlar. Endüktans bağlantıları çok düşüktür ve RF atmalarda, süzgeçlerde ve UHF band sınırına kadar akordlu devrelerde (tuned circuits) kullanılır. "Feedthrough" tipleri, bir şasi aracılığıyla atlama bağlantısı sağlarlar. "Standoff" tipleri ise direk olarak veya atlama bağ noktası ile atlama sağlarlar. 5 pF ile 10,000 pF arası değerlerde bulunabilirler.

Daldırılmış Mika

Bu tip kapasitörler, atmosferik basınç altında reçine maddesine daldırılarak elde edilirler. Oldukça düzenli elektriksel özelliklere sahiptirler ve kalıp mika tiplerden daha güvenilirdirler. 10 pF ile 0,1A<F arası sığa değerlerinde bulunabilirler.

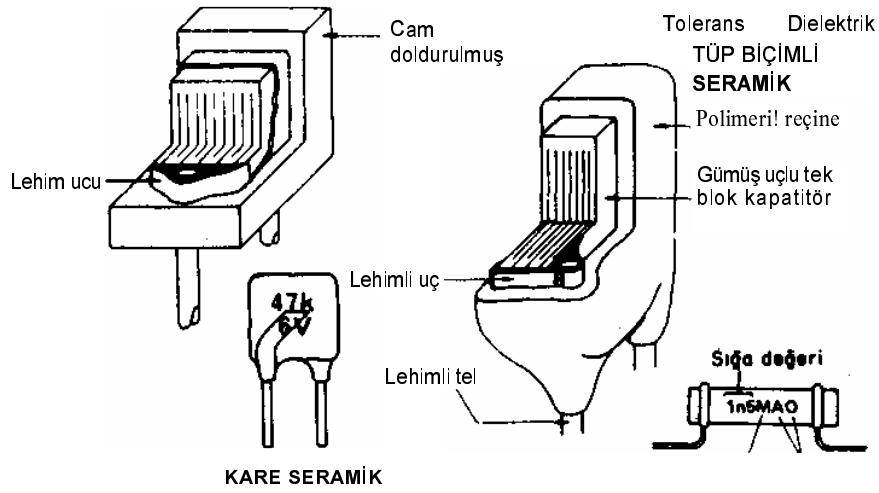


Şekil 1 Tipik

Mika Kapasitörler

SERAMİK KAPASİTÖRLER

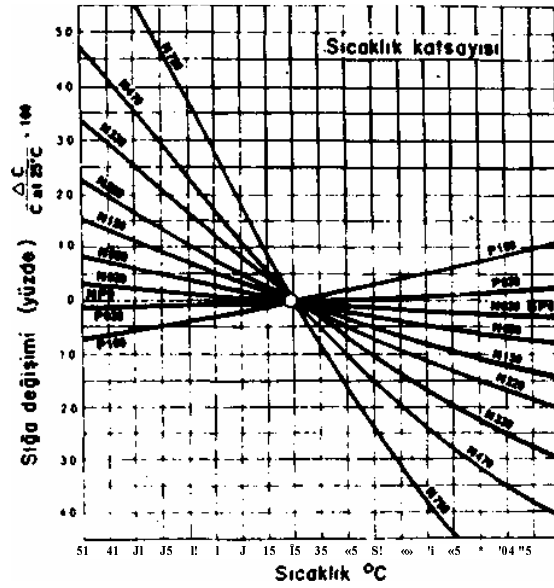
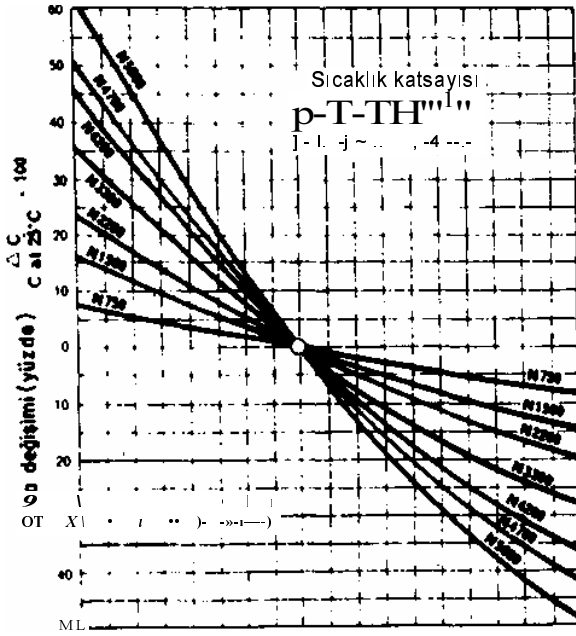
Düşük dielektrik katsayılı (düşük k) ve yüksek dielektrik katsayılı (yüksek k) olmak üzere iki tip seramik kapasite çeşidi vardır. Düşük k'lı seramiklerin kayıpları azdır ve sıcaklıkla, küçük ve doğrusal sığa değişimleri gösterirler. 1000 MHz'e kadar kullanışlıdır ve gerek düşük ve gerekse yüksek gerilim uygulamaları için kullanılabilirler. Yüksek k'lı seramikleri ile küçük boyutlarda yüksek sığa değerleri elde edilebilir. Kayıpları, uygulanan AC ve DC alanlara bağlıdır. Sıcaklık karşısında, yüksek ve doğrusal olmayan değişimler gösterirler. Dolayısıyla, atlama (bypass) ve aralama (Decoupling) kapasitörleri olarak kullanım sahaları bulurlar.



Şekil 2 Seramik Kapasitörler

İS 45 3i 2i 15 5 i 15 25 35 45 55 65 75 «5 K 105 Hi 125
Sıcaklık °C

Şekil 3 Seramik Kapasitörlerin özeğrileri



Düşük k'lı seramik kapasitörleri

Düşük k'lı seramik kapasitörler, belli bir sıcaklık değişim bölgesi içinde üretilirler. Diğer devre elemanlarındaki sıcaklık değişimlerini kompanse etmede kullanıldıkları için, genellikle sıcaklık kompanse eden kapasitörler olarak bilinirler. Bu özellik, RF salınma devrelerinde ve süzgeçlerde oldukça kullanışlı olmaktadır. Birim derecede milyonda parça (parts per million/C° - ppm / C°) olarak geçen sıcaklık katsayısı, artı ya da eksi olabilir. Örneğin, üzerinde 100 pF/p100 yazan bir kapasitör, sıcaklıkta her santigrad derece değişimine karşı sığa değerini 100 ppm olarak yükseltecektir. 10°C bir sıcaklık yükselmesi için ise sığasını 0,1 pF arttıracaktır. Başka bir örnek olarak, 1000 pF bir kapasitör, her bir derecede (°C) sıcaklık artışı için sığasını 1500 ppm düşürecek. Düşük k'lı kapasitörler, çok küçük sıcaklık değişmeli olarak da imal edilmektedir. Bunlar NPO (Negative-Positive-Zero; Eksi-Artı-Sıfır) seramikleri olarak bilinirler. Kararlılıkları, gümüşlü mika kapasitörlerinkiler ile rekabet edecek düzeydedir. Şekil 3'de, üretilen Standard özeğri sınırları görülmektedir. Seramik kapasitörlerin nominal değerleri 25°C de belirtilmiştir. Dikkat edilirse görüleceği üzere, sığa değerindeki değişim tam doğrusal olmayıp, hafif bir kıvrımla düşük sıcaklıklarda daha fazla eksi olmaktadır. Sıcaklık özeğrisindeki tolerans, NPO kapasitörleri için ± 30 ppm'den ± 1000 ppm'e (N5600 için) değişmektedir. 10 pF'dan düşük kaçak sığaların sıcaklık özellikleri üzerinde belli bir etkisi olmaya başlar ve tolerans değerleri genişlemiştir. Gümüşlü Mika Kapasitörlerin sıcaklık katsayıları, genellikle + 20 ppm/°C civarında olmakla beraber, + 5 ppm/°C gibi küçük bir değer de olabilmektedir ki, bu da NPO seramiklerinden bir ölçüde daha iyidir.

Düşük k'lı seramik kapasitörleri disk, kare ve tüp biçimli şekillerde üretilmektedir. Çalışma gerilimi 50V-15 kV arası olanlarını bulmak mümkündür. Üçüz veya dörtüz Megahertz sınırına kadar RF devrelerinde kullanışlıdır, ancak, bu frekansın üzerinde, bacaları bulunmayan, çıplak yonga (chip) kapasitörleri kullanılmaktadır.

POLİSTİREN KAPASİTÖRLER

Polistiren Kapasitörler plastik film kapasitörlerin bir tipini oluşturmaktadırlar. Polistiren film ve folyo şeritlerinin peşpeşe aralıklı yerleştirilmesiyle yapılmaktadır.

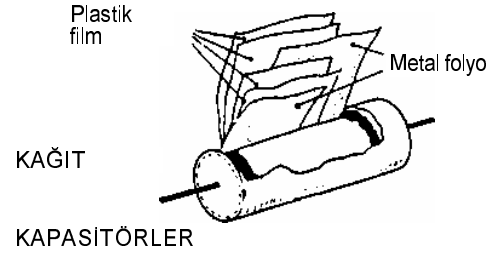
Daha sonra gövde, tüp biçimli bir kapasitör elde etmek için kıvrılır. (Şekil 4).

Kayıpları düşüktür ve iyi bir kararlılıkla 100 V-630 V arası çalışma gerilimi sağlayabilecek şekilde üretilirler. 150 ppm/°C civarında eksi bir sıcaklık özeğirleri vardır ve bazen sıcaklık kompanse kapasitörleri olarak kullanılırlar. Temel kullanım yerleri, akordlu devreler ve 100 MHz'e kadar bağlama (Coupling) kapasitör olacaktır.

Daha yüksek değerler (0,01/uF ve üstü), bazen atlama ve aralama (decoupling) uygulamaları için de kullanılır. Polistiren kapasitörler, sıcaktan, yağlardan ve çözücülerden etkilenirler. Bunlar kullanılırken, ısı kaynaklarından (örneğin güç dirençlerinden) uzakta tutmaya özellikle dikkat etmek gerekir. Lehim yapılırken ayrıca özen gösterilmelidir. Akı (flux) çözücüler ve diğer kimyasal çözücüler kapasitörün yapı olarak bozulmasına neden olurlar.

Lehimli uç

Şekli 4 Polistiren Kapasitörlerin Yapımı

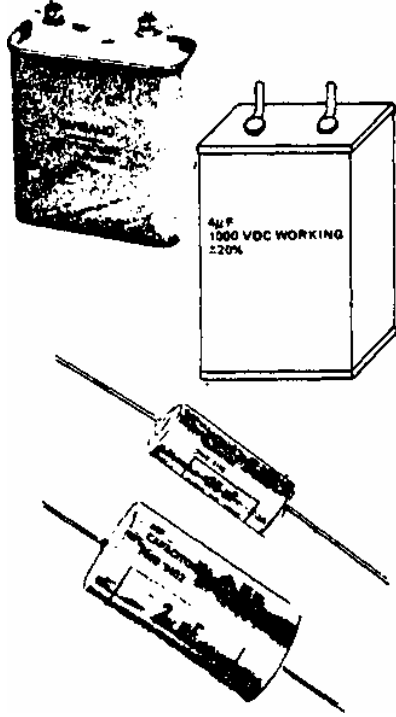


Kağıt kapasitörler, orta derecede kayıplı ve orta derecede kararlı kapasitörler olarak eskiden sık kullanılırlardı. Değişik birçok amaç için, geniş çapta, yerlerini plastik film tiplerine bırakmışlarsa da, yüksek gerilim DC ve düşük frekans AÇ uygulamalarında hâlâ kullanılmaktadırlar.

Metal folyo ve metalleştirilmiş tipleri olmak üzere iki temel imalat türü vardır. Metal folyo tipleri, plastik film kapasitörleri gibi (Şekil 4) folyo tabakaları ile doyurulmuş kağıtların beraberce üst üste sarılması ile yapılır.

Bu kapasitörler, yüksek gerilim ve akım uygulamaları için en iyi türlerden olup, yaygın olarak kullanılanları Kağıt - Blok kapasitörlerdir (Şekil 5) . 4000 V kadar gerilim değerlerini bulmak mümkündür ve oldukça fazla dolma boşalma akımlarına dayanabilirler.

Metalize tiplerin içlerinde ince alüminyum veya çinko ile kaplı kağıt dielektrik bulunur. Böyle bir yapı ile oldukça küçük boyutlarda kapasitörler yapılabilir. Kağıt dielektrik ise, ayrıca bir başka dielektrik madde ile sarılmıştır. Böylece kağıdın içinde bulunan su yapısı korunmuş ve nemin emilmesi önlenmiş olur. Bu amaçla çeşitli doğal yağlar sentetik kimyasal maddeler kullanılır.



Şekil 5 Blok Kağıt Kapasitörler

PLASTİK FİLM KAPASİTÖRLER

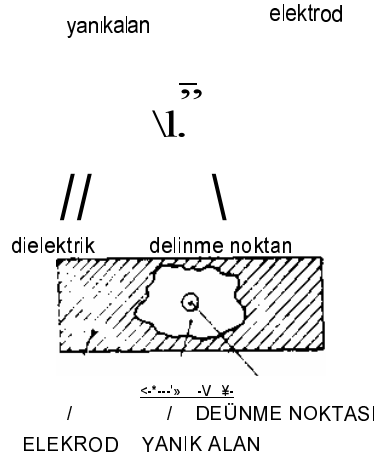
Plastik filmler, kapasitör üretiminde güvenilirlik ve düşük maliyetlerinden dolayı sıkça kullanılmaktadır. Orta kayıplı olup, polistiren dışında normal bir kararlılık özelliğine sahiptirler.

Çeşitli plastik film türleri kullanılmaktadır, fakat bunlar üç genel sınıfta gruplanabilirler: Polistiren, polyester ve polikarbonat. Üretimlerinde yaygın olarak plastik film dielektrik ile üst üste konulmuş alüminyum folyo şeritler kullanılır ve bacak bağlantıları farklı folyo tabakalar ile sağlanır. Fiziksel olarak küçük boyutlar için metalize film yapımı da plastik film kapasitörlerde sıkça kullanılır. Bu kapasitörler, kağıt türlerine göre, alçak gerilim uygulamalarındaki üstün elektriksel özellikleri ve oldukça

küçük boyutları nedeniyle tercih edilmektedir. Plastik film kapasitörler, genellikle metal bir kılıf veya sert, su geçirmez bir plastik ile kaplanmışlardır.

Kullanılan polyester filmler, genel olarak ya polietilen tiplerdir (Miler, Melineks gibi) ya da polipropilenlerdir, ve çoğu amaçlar için polikarbonat filmlerle aynı özellikleri taşırlar: Polipropilenler daha düşük kayıplıdır ve sıcaklık ile sığa değerlerinde değişim daha azdır. Polyester kapasitörleri 100 V de (veya 250 Vrms) gerilim değerlerine kadar bulmak mümkündür. Polikarbonat kapasitörlerin ise 400 Vdc değerleri bulunabilmektedir.

Kapasitör dielektriğin ufak bir hata, örneğin bir delik, yüksek bir gerilim anlarında elektrodlar arasında atlama (ark) yapmaktadır. Folyo kapasitörlerde, bu ark, civarındaki dielektriği tahrip eder ve kapasitör kısa devre olabilir. Bu dezavantaj, metalize kapasitörlerde bulunmamaktadır. Atlama'nın yarattığı ısı, elektrod bölgesini süratle buharlaştırır ve kısa devreyi temizler. Böylece, çok kısa bir akım darbesi oluşur ve kapasitör üzerindeki gerilim birkaç mikrosaniye düşer ve tekrar yükselir. Genellikle başkaca bir zarar meydana gelmez. Bu durum Şekil 6'da gösterilmiştir.



V₂

10
Zamanı¹⁰ 20

Şekil 6

YÜKSEK K'Lİ SERAMİK KAPASİTÖRLER

Yüksek k lı seramik kapasitörler çok küçük boyutlarda olmalarına ve bu boyutlarda büyük sığa değerleri

sağlamalarına karşın, yapım metodları yüzünden önemli kayıplara sahiptirler ve sığaları sıcaklıkla büyük eğrisel değişimler gösterir. Bu nedenlerden ötürü atlama ve d.c bloklama amaçları için geniş uygulama alanları bulurlar. Yüksek k'lı seramik kapasitörler uygulanan a.c ve d.c gerilimlere göre sığa değiştirirler. D.C. gerilimlere karşı düşük dielektrik katsayılı olanlar % 14'e, yüksek dielektrik katsayılı olanlar % 80'e kadar, artan d.c gerilime karşı sığa azalması gösterirler. A.C. gerilim uygulaması durumunda a.c gerilimin etkisi d.c.'nin tersidir. Gerilim artarken sığa da artar Bu değişim düşük dielektrik katsayılı olanlarda % 2, daha yüksek dielektrik katsayılı olanlarda ise % 80'e kadar ulaşabilir.

Yüksek k'lı seramik kapasitörler frekansa bağımlı olarak da sığa değiştirirler. Bu değişim, dielektrik katsayıların yüksekliğinden veya düşüklüğünden çok kullanılan seramiğe bağlıdır ve sığa yükselen frekansla azalır. Hemen tüm yüksek k'lı seramik kapasitörler 1 kHz'den 10 MHz'e kadar bir frekans aralığında yalnızca % 5'lik bir değişim gösterirken, diğer bir kısmı ise aynı frekans sınırları içinde % 20'ye ulaşan sığa değişimleri gösterebilirler. Bu özellikler birçok uygulama için küçük öneme sahip olmakla birlikte, atlama ve salınga ç devreleri yakınında aralama amaçlarıyla kullanıldıklarında bu değişime özellikle önem verilmeli ve olanak varsa plastik film kapasitörler veya düşük k'lı disk seramik kapasitörler yeğ tutulmalıdır.

Genellikle, yüksek k'lı seramik kapasitörler plastik film veya kağıt kapasitörlerden daha düşük iç endüktansa ve küçük fiziksel boyutlara sahiptirler ve atlama uygulamaları için daha uygun olurlar. Disk veya plaka tipindeki seramik kapasitörler 10 MHz 1000 MHz frekans bandında atlama uygulamaları için çok elverişlidir. Bununla birlikte içeri beslemeli plaka ve atlama tiplerinde de üretilen yüksek k'lı seramik kapasitörler. 1000 MHz'e kadar atlama uygulamaları için kullanılabilir. Tüp biçimli olanlar 50 MHz'e kadar atlama uygulamaları için uygun iken seramik içeri beslemeli olanlar 500 mHz'e kadar çok verimlidirler.

(1000 pF - 0,47AİF) yonga (chip) veya blok tipinde olan yüksek k'lı seramik kapasitörler bağlantı endüktanslarının çok düşük olmasından ötürü sayısal devrelerde atlama uygulamaları için çok elverişlidir.

ELEKTROLİTİK KAPASİTÖRLER

Elektrolitik kapasitörler temel olarak bir silindir üzerine sarılmış ve emici bir kağıt ile ayrılmış iki alüminyum şeritten oluşurlar. Bağlantı telleri alüminyum şeritlerin sonlarına bağlanmıştır. Sarım elektrolite doryulduktan sonra genellikle alüminyum olan uygun bir kaba konur ve hava geçirmeyecek şekilde kapatılır.

Alüminyum şeritlerden birinin üzerinde elektrolitik olarak oluşan ince bir oksit tabakası kapasitörün pozitif plakası (anod) görevini yapar. Elektrolit ise kutuplandırıldığından alüminyum oksit tabakası üzerinde bir bozulma var ise onu giderdiği gibi, kapasitörün diğer plakası görevini de görür. Genellikle katod olarak adlandırılan diğer alüminyum şerit elektrolite bağlantı sağlar. Oksit tabaka doğal oksitlenmeden ötürü olduğundan ve çok ince olduğundan çok yüksek bir sığa değerine sahiptir. Oksit tabakanın inceliği ve yüksek delinme (breakdown) gerilimi elektrolitik kapasitörlere birim hacime göre yüksek sığa sağladığı gibi yüksek çalışma gerilimlerinde uygulama olanağı da verir.

Fiziksel yapılarının sonucu olarak bu kapasitörlerin kutuplandırılmış olması, anod terminalinin katod terminaline göre daha pozitif gerilimde olmasını gerektirir. Birçok tipleri çok kısa süreler için ancak 1 V ya da 2 V ters gerilime veya ters kutuplamasız 1,5 volt (tepeden - tepeye) a.c gerilime dayanabilirler.

Elektrolitik kapasitörlerin düz şerit ve kesilmiş şerit olarak iki türü vardır. Yukarıda anlatılan düz şerit tipi için yapılış tekniğidir. Kesilmiş şerit türü de benzer şekilde oluşturulmakla birlikte, bu türde anod ve katod şeritleri üzerindeki alüminyum oksit, yüzey alanını ve dielektrik katsayılı arttırmak için kimyasal olarak kesilmiştir. Bu yapım tekniği, düz şerit elektrolitik kapasitör ile eş sığalı ve fiziksel olarak daha küçük fakat (değerine göre), yüksek a.c akımlara dayanıklı olamama dezavantajını da beraber getirmektedir.

Kesilmiş şerit türü elektrolitik kapasitörler d.c. bloklama ve atlama uygulamaları için en uygun olanıdır. Düz şerit türü ise güç kaynaklarında kaynak kapasitörleri olarak kullanmaya elverişlidir.

TOLERANSLAR

Elektrolitik kapasitörler genellikle - 20 + % 100 veya - 50 + % 100 tolerans ile üretilmektedirler. Sığa ve kaçak akım sıcaklığa bağımlıdır ve sıcaklıkla artarlar. Kaçak akım ayrıca uygulanan d.c gerilimle artar ve bu artış üst çalışma gerilim değerinin üzerindeki gerilimlerde çok hızlanır. Bu ise kapasitördeki ısı harcamasının ve bundan ötürü sıcaklığın sonunda kapasitörün bozulmasına yol açar.

Birçok elektrolitik kapasitör kısa süreli olarak üst çalışma geriliminin % 15 - 20 üzerindeki gerilimlere dayanabilir. Örneğin üst çalışma gerilimi 450 V olan bir elektrolitik kapasitörün üzerinde 450 V W.d.c (Volt, d.c çalışma), 525 V surge (kısa süreli salınım) ibaresi bulunabilir.

Elektrolitik kapasitörler üst çalışma geriliminin altında kullanılabilirler ancak zamanla sığa değerinde ufak bir artış gözlenebilir. Kaçak akım genellikle önemli ölçüde düşürülebilir. Bu da çalışma ömrünün artması demektir.

Üretim sırasında, iç negatif bağlantı doğrudan dış kap üzerine veya yalıtılmış uca alınabilir. Bu durumda kapasitör iç sarımı yalıtım olmadan kaba konur ve, negatif uç doğrudan dış kaba bağlanmamış olsa dahi, dış kab ile negatif uç arasında yalıtım olmadığından kaçak akım dış kab ile negatif uç arasında dolaşır.

KUTUPSUZ ELEKTROLİTİK KAPASİTÖRLER

Bu kapasitörler bir sarımda arka arkaya bağlanmış birçok şerit kullanılarak oluşturulurlar. Genelde eş değerdeki polarize (kutupsal) kapasitörlerden şerit alanı kullanıldığından, daha fazla kaçak alana sahiptirler. Gerilim değeri ripple akım sınırına ve frekansa bağlı olmak üzere d.c kutuplu gerilim bileşensiz a.c gerilim kullanılabilir. Bu tür kapasitörler speaker (hoparlör) uyumlamalarında kullanılırlar. 1pF ile 100/uF'a kadar sığa değerlerine sahip olarak piyasada bulunabilirler.

TANTALUM KAPASİTÖRLER

Bu kapasitörlerde dielektrik olarak tantalum oksit kullanılmaktadır. Tantalum oksit, alüminyum oksitten daha büyük dielektrik katsayıya sahip olduğundan, daha küçük boyutlarda daha büyük sığa değerlerine ulaşabilmektedir. Yapım tekniklerinden ötürü ayrıca polarize (kutuplu) kapasitörler olarak da kullanılırlar. Her biri değişik yapıda, üç değişik tip tantalum kapasitör bulunmaktadır. Bunlar tantalum şerit tipi, katı tantalum ve nemlendirilmiş sinter tantalum kapasitörlerdir. Şerit tipi tantalum kapasitörün yapımı aynı elektrolitik kapasitörlerinki gibidir. Fakat bunlarda elektrolitik, anod ve katod olarak değişik maddeler kullanılır. Katı tantalum kapasitörlerde bir yan iletken olan katı mangan dioksit elektrolitik ve tantalum anod olarak kullanılır, Katod bağlantısı ise elektrolitin grafit ve gümüşle kaplanmasıyla oluşturulur. Bu kapasitörler epoksi reçinesi, epoksi ile kapatılmış polyster tüp veya alüminyum ya da sac tüp içerisine pturtularak alıcıya sunulmaktadır.

Tantalum kapasitörler elektrolitik kapasitörlerden çok daha düşük gerilim değerleri ile sınırlıdır. Küçük boyutlarından ötürü transistor devreleri için çok uygundurlar. Ayrıca, çok az kaçak akıma ve elektrolitik kapasitörlerden daha iyi frekansa göre sığa kararlılığına sahip olmaları zamanlama devreleri ile ilgili uygulamalarda yüksek verimle kullanılabilmelerini sağlar.

Tantalum kapasitörler 0,1juF ve 10⁶F sığa aralığında genellikle + % 50 - % 20 tolerans ile ve katı tantalum kapasitörler 3 V ile 100 V, nemli sinter tantalumlar 125 V'a kadar, şerit tipi tantalumlar ise 450 V. sınır gerilimlerine kadar üretilmektedirler.

DEĞİŞEN KAPASİTÖRLER

Değişen kapasitörler temel olarak akordlama kapasitörler diye bilinen sürekli değişken kapasitörler ve ön ayarlı kapasitör (tuimmer)ler olarak iki gruba ayrılabilir.

Akordlama kapasitörlerde sabit ve hareketli iki küme halinde plakalar bulunur. Hareketli plakaların hareketizlere göre durumu kapasitörün sığasını belirler. Plakalar tam bir döngü oluşturduğunda en yüksek sığaya erişilir. Dielektrik olarak plastik film, mika, ya da hava kullanılabilir. Akordlama kapasitörlerin çoğunda dielektrik olarak hava kullanılmaktadır. Genellikle portatif transistorlu radyolarda kullanılan minyatür akordlama kapasitörlerde dielektrik olarak plastik film bulunmaktadır. Plastik film havadan çok daha büyük dielektrik katsayıya sahip olduğundan eş sığa değerlerinde, fiziksel boyutlarda ölçüde azalma elde edilmektedir.

Haberleşmede alıcılarda ve ölçüm aletlerinde kullanılan hassas akordlama kapasitörlerde ana eksenin her iki tarafında hassas ayar için bilyeli hareket düzeni bulunur ve ağır ve sağlam yapıları ayarın kolay bozulmasını önler.

Akordlama kapasitörler değişik uygulamalar için değişik boyut ve sığa değerlerinde bulunabilmektedir. Alıcı uygulamalarında genellikle küçük, dar aralıklı yerleştirilmiş plakalardan oluşmuş çok sayıda akordlama transistor, bir çok devrenin aynı anda (akord edilmesi) frekansa ayarlanabilmesi için bir grup şekline getirilirler. İki veya üç grup kapasitörler çok yaygındır. Kapasitördeki plakalar genellikle yarım daire veya istenilen sığa karakteristiğini oluşturabilmek için özel tasarlanmış şekiller halindedir, örneğin doğrusal veya logaritmik kalibrasyon için değişik plaka şekilleri gerekir.

Genel olarak dört temel akordlama karakteristiği bulunmaktadır.

Doğrusal sığa (lineer kapasite): Her derecelik dönme için sığada eşit değişme olur. örneğin bir kapasitör her bir derecelik dönme için 2 pF'lık sığa değişimine sahip olabilir. Bu ise kare-kuralı (square-law)'na uygun bir çalışma aralığı oluşturur.

Doğrusal frekans: Her bir derecelik dönme frekansı eşit bir değişme oluşturur. Bu ise doğrusal bir çalışma aralığı anlamına geldiğinden, bu karakteristik, alı-

olarda çok kullanışlıdır.

Loğ frekans: Her bir derecelik dönme frekansta sabit oranlı bir değişim oluşturur ve bu oran genellikle yüzde olarak belirlenir. Örneğin bir derecelik dönmeye karşın % 1 frekans değişimi gibi. Bu ise logaritmik bir çalışma aralığı oluşturur ve bu karakteristik dalga üreticilerinde, ölçüm aletlerinde, A M alıcılarında çok kullanılmaktadır.

Kare kurak (square-law): Sığıdaki değişim dönme açısının karesi ile doğru orantılıdır. Bu karakteristik yine ölçüm aletlerinde geniş kullanım alanı bulmaktadır. Bazı kalibrasyon ve kapasitör akordlama kurallarına ilişkin eğriler Şekil 7'de görülmektedir.

Değişik sayıda değişken kapasitörün tek eksene oturularak aynı anda ayarlanabilecek şekilde oluşturulan kapasitör grupları özellikle AM ve F M yayınları alıcıları (ki bu alıcılarda RF, karıştırıcı ve salmguç devreleri değişik frekans aralıklarında çalışmak zorundadır) olmak üzere superheterodin alıcılarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu şekilde gruplanmış kapasitörlerde genellikle her birim aynı akordlama kuralına ve sığa aralığına sahiptir. Salmguç (osilatör) devresinin çalışma frekans aralığı RF ve karıştırıcı (Mixer) katlarımlkından değişik olduğundan, birimlerden birisi daha az sayıda plakaya ve dolayısıyla farklı sığa aralığına diğer bir deyimle biraz farklı akordlama karakteristiğine sahiptir. Bu plaka sayısı salmgacın RF ve karıştırıcı devre frekanslarını sabit frekans farkı (ara frekans-IF) ile izleyecek şekilde ayarlanır.

AM Yayın Bandında ve HF alıcılarında kullanılan en az ve en yüksek sığa değerleri aşağıda verilmiştir.

3-120
pF 10-
240 pF
4-250 pF
6 - 340 pF
10-365 pF
11 -415 pF

88-108 MHz FM Bandında kullanılan en yaygın sığa değerleri ise

0,9 - 19 pF
1 - 22 pF
2-32 pF
7 -40 pF

kaçak sığa, etkisinin giderilmesi için bazı grup kapasitörlerde her birime ayrıca bir ayar ucu bağlanır. Kesicilerde kullanılan kapasitörleri genellikle yüksek gerilimlere dayanabilmek için geniş aralıklı plakalara ve endüktansı azaltmak ve yüksek RF akımlarını iletmek için özel bağlantılara sahiptirler (Push-Pull) tipi Akordlu devreler için (butterfly) kelebek kapasitörler

uygundur. Ayırık-Stator kapasitörler de yukardaki uygulama için elverişlidirler. Bu kapasitörler ortak bir shaftın karşı taraflarında bulunan iki küme halinde yarım daire şeklinde rotor plakalarından oluşur ve 120° lik tüm dönüş aralığı sağlarlar.

AYARLI KAPASİTÖRLER

Piyasada ayarlama yöntemleri ve yapıları birbirinden farklı bir çok ayarlı kapasitör (trimer) bulunmaktadır. Gam ve kuars gibi üstün sıcaklık dengesine sahip maddeler yerine, kullanılan en yaygın dielektrik maddeler hava, seramik ya da mikadır.

Kanat Ayarlı Kapasitörler

Bu kapasitörler, sert bir çerçeve veya plakaları gümüş kaynağıyla birleştirilen sert metal plakalardan oluşmuş ve çerçeve özel olarak şekillendirilmiş bir metal parçasından yapılmıştır.

Plakalardan yapılanların mekanik ve elektriksel dengeleri daha iyidir. Kapasitörler, genellikle bir seramik bağlantı plakasına oturtulur. Kanat ayarlı kapasitörler diğer kapasitör türlerinden daha pahalı olmakla birlikte, çok üstün elektriksel özelliklere sahiptirler. Atlama değerleri 100-1500V arasında, çeşitli boyutlarda ve sığa değerlerinde kanat ayarlı kapasitörler bulmak mümkündür.

Eşmerkezli Ayarlı Kapasitörler

Bu tür kapasitörleri n hareketli ve hareketsiz parçaları çeşitli çapta kısa silindir bölümlerden yapılmışlardır ve bunların içine girmesi sonucu bir mil ile bağlanırlar. Hareketli ve hareketsiz parçaların içindeki silindirlerin çapları iki parça arasında küçük bir hava aralığı kalacak şekilde ayarlanmıştır. Parçaları birbirine bağlayan mil üzerinde vida dişi bulunur ve hareketli parçanın üzerindeki altıköşe somun, istenilen sığa değerinin basit bir plastik alet ile elde edilmesini sağlar. Bu kapasitör tipi oldukça ucuz olup, çeşitli uygulamalarda yaygın olarak kullanılırlar. Çeşitli sığa değerlerinde üretilmelerine karşın, piyasada ençok 3-330 pF. ve 5-60 pF. arası değerleri bulunur. Atlama gerilimleri 250V. üzerindedir, ancak, yüksek gerilimlerde kullanılmaları pek tavsiye edilmez. Vida dişli mil hareketli parçanın hareketsiz parçanın içine girip çıkmasını sağlar ve böylece ayar hassaslaşmış ve kolaylaşmış olur.

Sıkıştırma Ayarlı Kapasitörler

Bunlar birkaç ince ve esnek metal tabakaların arasın-

da bulunan mika veya plastik ince tabaka dielektrik-ten oluşmuştur. Seramik veya plastik vida dişli gövdeye tabakaların arasından geçen yalıtkan vidanın bağlanmasıyla esnek tabakalar sıkıştırılır. Vida sıkıldıkça tabakalar sıkışır ve aradaki dielektrik aralık azalır. Böylece sığa değeri artmış olur. Bu tip kapasitörler oldukça ucuz olup, mükemmel olmayan kararlılıkları çeşitli yerlerde kullanılmak için yeterli olmaktadır. Ancak zamanla ayarlarında bir miktar sapma olabilir, bu ise arasıra ayar düzeltilmesini gerektirir. Mikalı sıkıştırma ayarlı kapasitörler, genellikle seramik bir gövde üzerine bağlanırlar. Mikalı kapasitörlerin özellikleri, tüm sıkıştırma ayarlı kapasitörlerden daha iyidir katı hal (solid state) alıcılarda kullanılırlar ve önemli RF akımlarına dayanabilirler. Bazı türler özellikle bu uygulama için üretilirler. Plastik gövdeli genellikle alıcılarda veya kritik olmayan cihazlarda kullanılırlar. Sıkıştırma ayarlı kapasitörlerin ayarları oldukça eğrisel ve kaba olmasına rağmen, ayar aralıkları çok geniştir. Bu ise diğer kapasitörlere göre bir üstünlük olarak sayılabilir. Tipik alt ve üst sınır değerleri aşağıdaki gibidir:

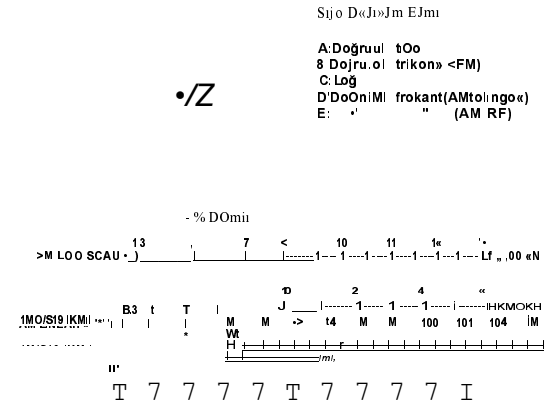
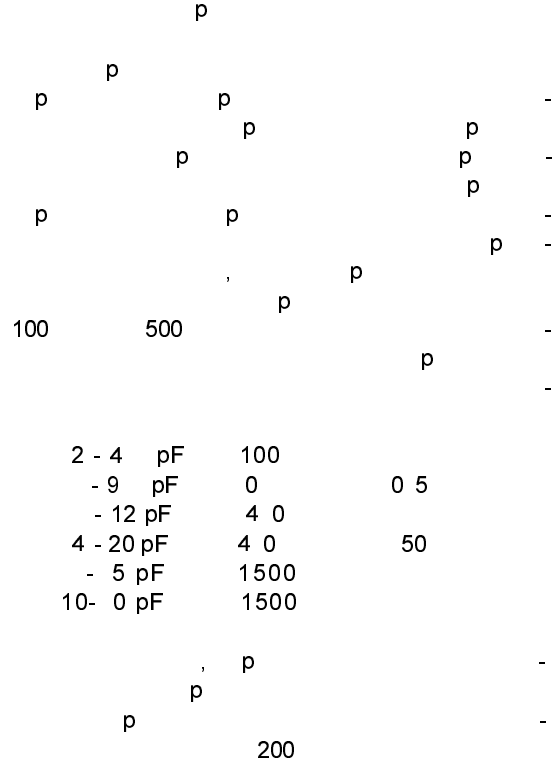
- 2 - 25 pF
- 3-30 pF
- 2,5 - 40 pF
- 3-55 pF
- 10 - 80 pF
- 30 - 150 pF
- 20 - 220 pF

Bu kapasitörlerin ısı katsayıları oldukça büyüktür ve ayar aralığında oldukça çabuk değişir. Delinme gerilimi 100-300 V. arasındadır.

Plastik Film Ayarlı Kapasitörler

Kanatla kapasitörlere benzer yapıdadırlar ve genellikle yarı dairesel hareketli ve hareketsiz tabakalar ile ince bir plastik dielektrikden oluşurlar. Sığa değerleri kanatlı kapasitörlerin değerleri gibidir, ancak boyutları daha küçüktür. Isı katsayıları genellikle eksi olup yaklaşık olarak 200 ppm dir (artan sıcaklıkla azalan sığa değeri). Şasiye bağlanabilecek gövdeli olanlar bulunduğu halde genellikle baskı devre üzerine yerleştirilebilecek gövdeli olanlar üretilmektedir. Tipik alt ve üst sınır değerleri şöyledir :

- 1 - 5 pF
- 1,8-10 pF
- 2-18 pF
- 1,5 - 20 pF
- 4 - 40 pF
- 5 - 60 pF
- 100 pF



Şekil 7 Sıaa Değişim Eğrisi

p

p

p
p

250- 00

p

p

p

p

p

p

p

p

p

p

p

p p

p

F

F

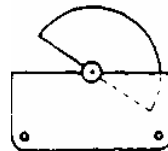
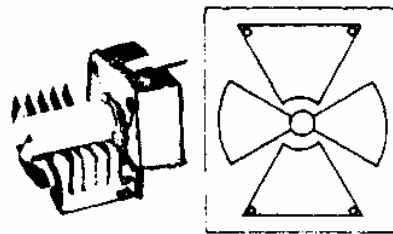
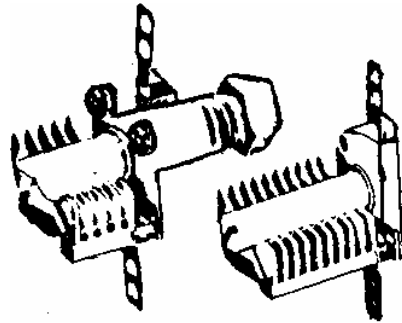
p

F

0,
0,8
1,8
0,8
0,8
0,8
2

pF 0,25- 1,5
pF -
pF 3
pF
pF -
pF 8
pF .
pF 5

- 10
- 12
- 2
- 8
- 0



p

Şekil 8 Çeşitli Tiplerde Ayarlı Kapasitörler

