

KONDENZÁTORY

Základní parametr – **KAPACITA**

Důležité parametry- Provozní napětí

Ztrátový činitel (činitel jakosti, ekvivalentní seriový odpor)

Izolační odpor (časová konstanta)

Zbytkový proud

Teplotní závislost, tolerance, napěťová závislost kapacity

Kmitočtová závislost kapacity, provozního napětí, proudu

Stárnutí

Konstrukce- Svitkové : s papírovým, plastovým dielektrikem, obyčejné, bezindukční, foliové, metalizované

Keramické : s lineárním průběhem teplotní závislosti kapacity, s nelineárním průběhem teplotní závislosti kapacity, z reoxidované keramiky, jednoduché, monolitické

Elektrolytické : hliníkové, tantalové, s kapalným elektrolytem, s tuhým elektrolytem

Slídové

Vzduchové (vakuové,olejové)

Střadače elektrického náboje

SVITKOVÉ KONDENZÁTORY

svitkový
kondenzátor
obyčejný

svitkový
kondenzátor
bezindukční

svitek

nanesený kov
svitek

vývod

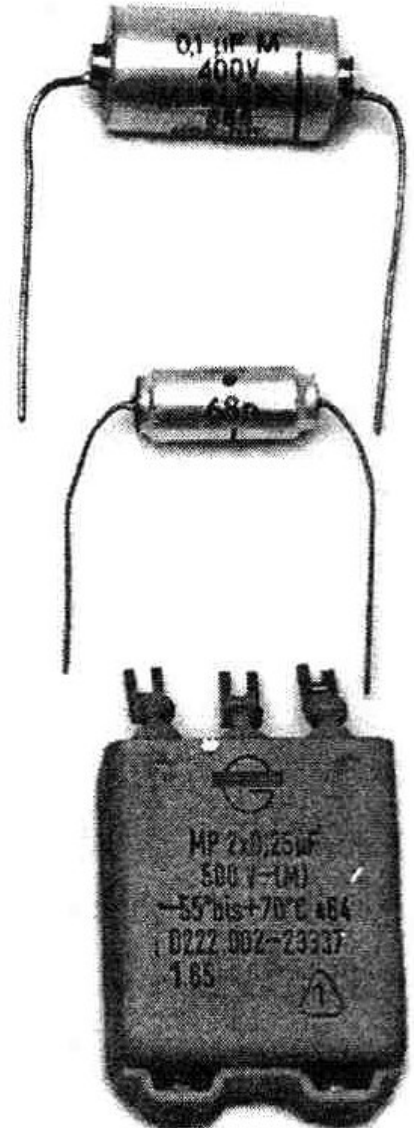
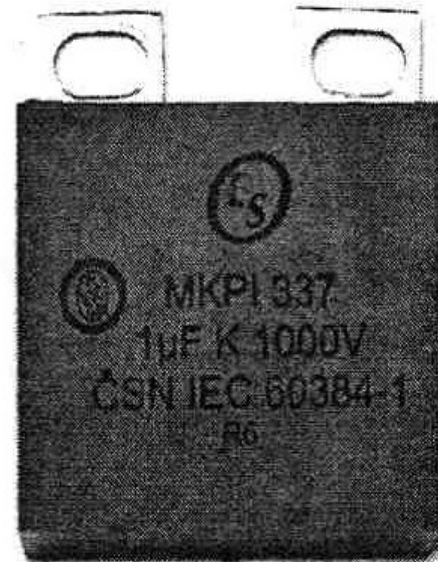
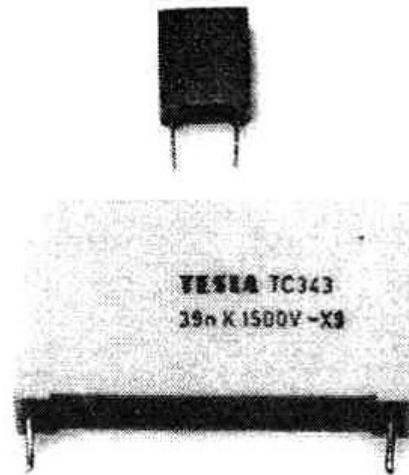
vývod

kovová fólie

napařená kovová
vrstva

dielektrikum

dielektrikum



Konstrukce: svitky svinuté z pásů dielektrika, které jsou proloženy elektrodami
Svitky se navijí ze složených pásů na automatických navijecích. Po dosažení stanovených rozměrů se svitek ukončí, přelepí

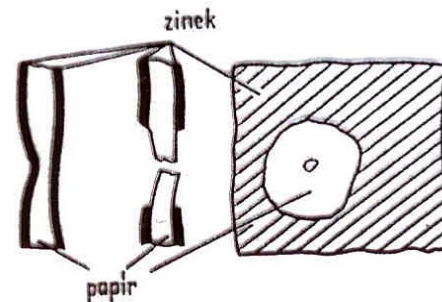
Dielektrikum: kondenzátorový papír (natroncelulózový, hadrový), 6 až 20 μm ,
nevydrží všechno, nejméně 2 vrstvy
folie z plastů – polystyren, polyetylentereftalát, polykarbonát,
polyimid, polypropylen

Elektrody: Al folie tloušťky několika μm

Vývody elektrod: kontaktní praporky přivařené na elektrody, vodiče vložené do
svitku (PS), bezindukční vývody na čelech svitku (nanesený kov,
přitisknuté armatury)

Kondenzátory s metalizovanými elektrodami (MP)

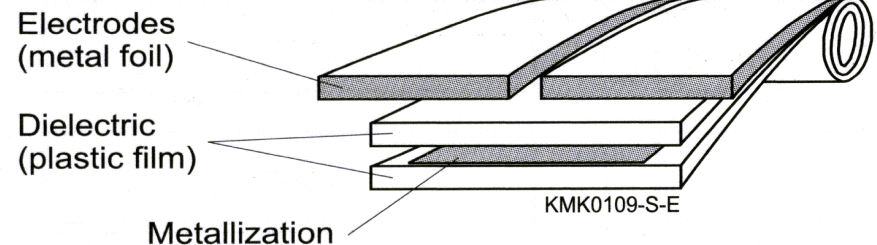
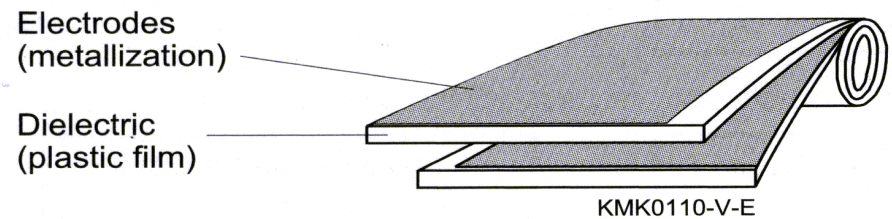
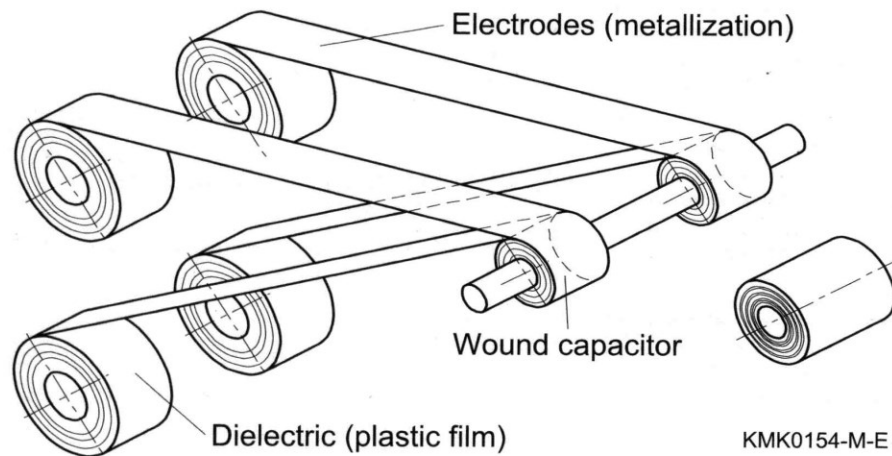
Elektroda je vrstva Zn nebo Al tloušťky 0,05 až 1 μm
nanesená na dielektrikum- regenerační schopnost

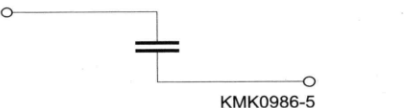

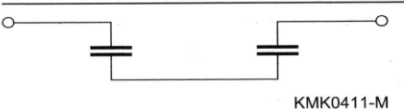
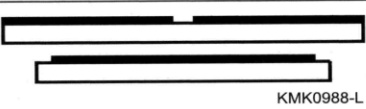
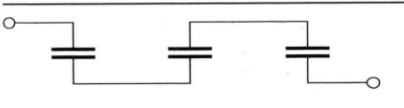
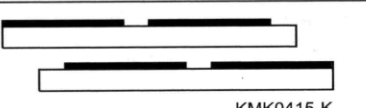
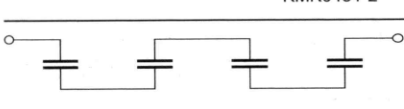
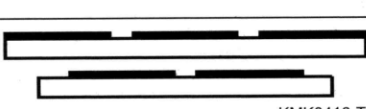
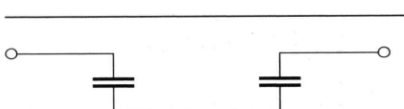



Papírové dielektrikum: napařování – papír se lakuje
nitrocelulózovým lakem (1 μm), suší (105°C), napařuje ve vakuu (Zn 10^{-1}
Pa, nukleační centra Ag 1-5 nm, Al 10^{-3} Pa) Napařuje se na široké pásy, ty
se dělí, místa pro řezání jsou maskována parami oleje, stínidly

Plastové folie: obvyklejší naprašování Al, je rychlejší

NAVÍJENÍ

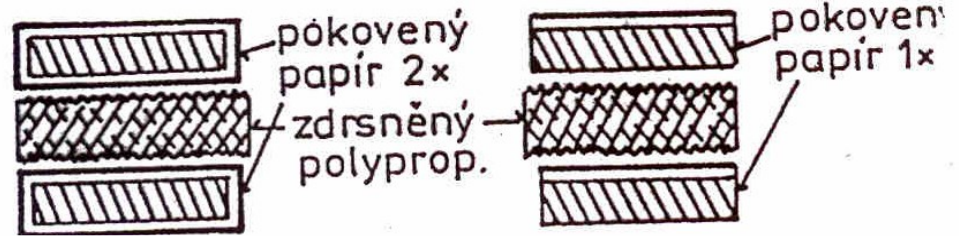
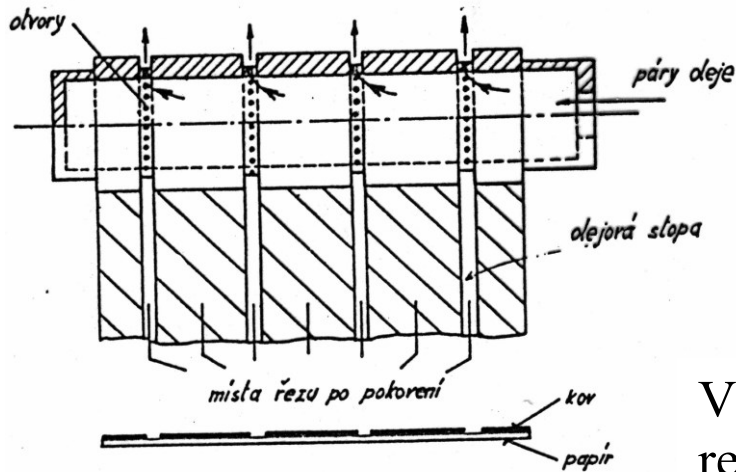


Simple connection	Film and foil arrangements	Types
 KMK0986-5	 KMK0987-D	MKP MKT MKN EMI suppression capacitors
 KMK0411-M	 KMK0988-L	
 KMK0431-2	 KMK0415-K	
 KMK0429-Q	 KMK0416-T	
 KMK0411-M	 KMK0413-4	
		MFP

Metal foil
KMK0989-U

Metallized plastic film
KMK0990-X

Plastic film without metallization
KMK0991-6



Vložení papíru do svitku vede k zachování regenerační schopnosti

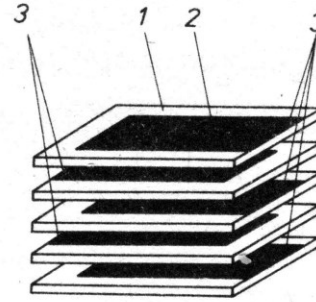
HERMETIZACE, POUZDŘENÍ

Svitkové kondenzátory **nesnáší vlhkost**.

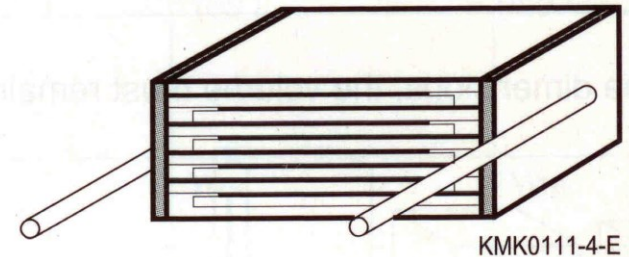
Svitky papírových kondenzátorů se **impregnují**, zvýší to stabilitu, napěťovou pevnost, kapacitu. Používá se inertní impregnant (olej, ceresin, ne DELOR)- nesmí napadat tenké elektrody, nesmí se rozkládat při průrazu. Impregnované svitky se vkládají a uzavírají do **hermetických pouzder**, nejlépe z kovu, keramiky a skla

Svitky s plastovým dielektrikem se obvykle neimpregnují, ale po navinutí se zahřívají až folie změkne. Tak se folie smrští a svitek utěsní takže nenavlhá. Pouzdra se dělají z plastů, s plastovou zálivkou

Monolitické kondenzátory: folie se nemusí navíjet, mohou se skládat do paketů a za horka slepit. Laminovaná deska se rozřeže, opatří vývody a je kondenzátor

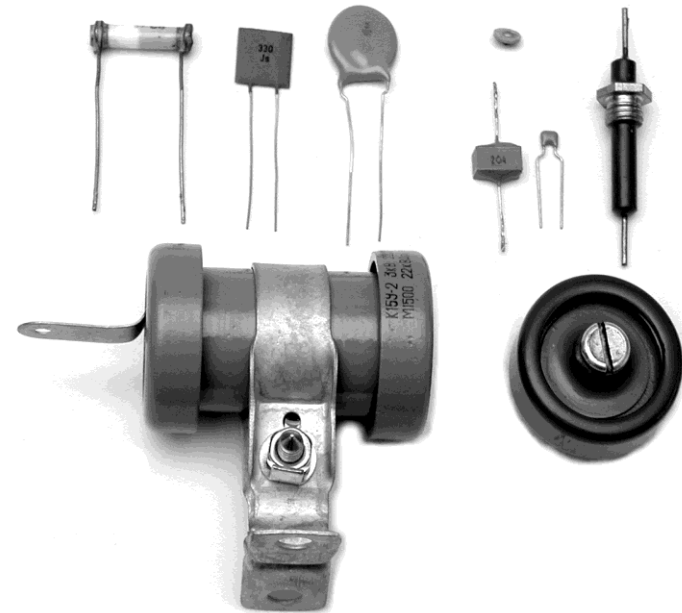


Stacked-film capacitor



KERAMICKÉ KONDENZÁTORY

Dielektrikem je vypálená keramická hmota, která podle složení může mít relativní permitivitu od jednotek (hmoty s definovaným lineárním průběhem teplotní závislosti permitivity), až do několika desítek tisíc (feroelektrické hmoty). Vodivé elektrody kondenzátorů se vytváří spékáním z emulzního stříbra tlustovrstvou technologií



Základní vlastnosti keramických kondenzátorů určuje použité dielektrikum – keramika.

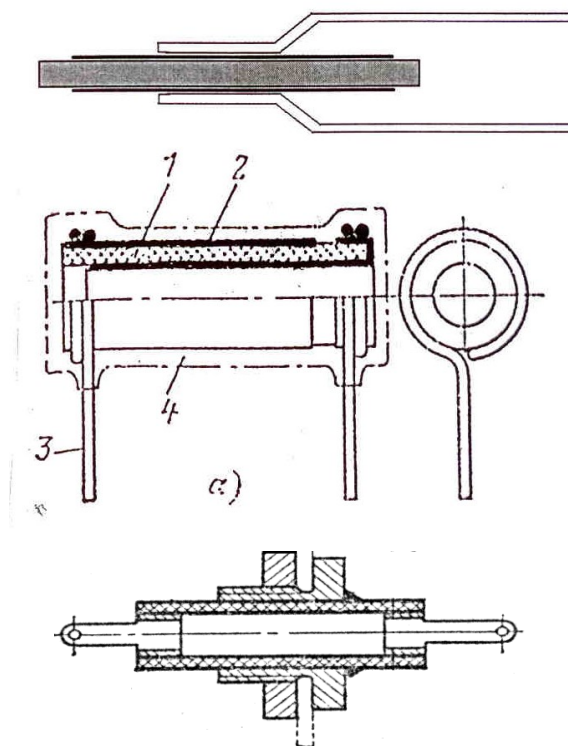
Nejstarší keramiky (1930) byly z kysličníku titaničitého a hořečnatého – $\epsilon_r = 15-95$, TKC $+100 \dots -750 \cdot 10^{-6} / ^\circ \text{C}$

Titanátové keramiky (BaTiO_3 , CaTiO_3 , SrTiO_3 , MgTiO_3) mají $\epsilon_r = 1000-20000$, jsou ale ferroelektrické - vykazují Curieovu teplotu, dielektrickou hysterezi, závislost permitivity na intenzitě pole

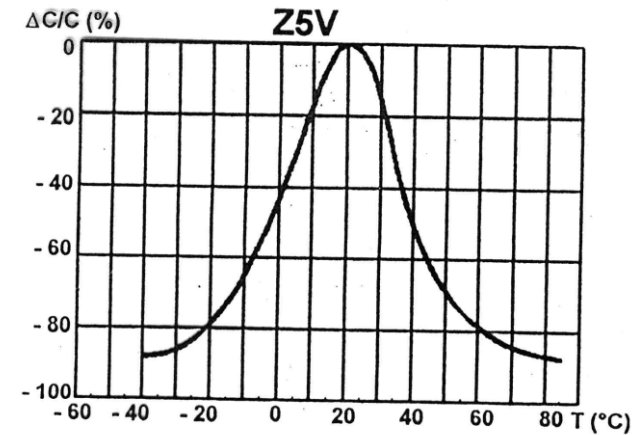
Kondenzátory typu 1 – stabilní, lineární kondenzátory s malými ztrátami: $\text{tg} \delta \text{ max. } 2 \cdot 10^{-3}$, TKC $+200 \dots -6800 \cdot 10^{-6} / ^\circ \text{C}$, kapacita není závislá na napětí

Hmoty STEALIT (lepší porcelán), STABILIT, TEMPA, RUTILIT, KONDENSA, NEGALIT: obsahují TiO_2 , MgO , ZrO_2 , titaničitany (ozn.K), cíničitany (ozn.L), ϵ_r asi do 200

Hodí se na VF kondenzátory kapacit do několika nF, i na VN a velké výkony

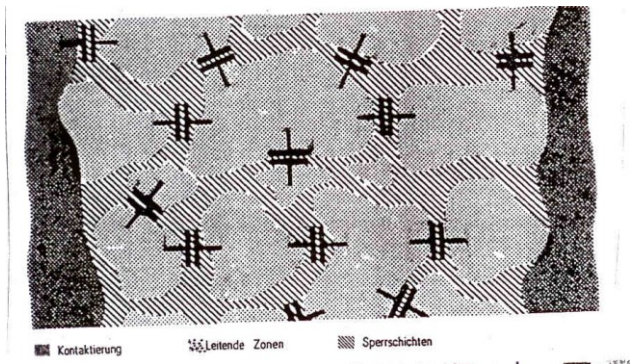


Kondenzátory typu 2 – s dielektrikem s vysokou permitivitou, feroelektrická dielektrika tvořená titaničitany žíravých zemin. Ostrý vrchol teplotní závislosti ϵ_r lze pomocí příměsí posouvat a tvarovat, podle předpokládaného použití kondenzátorů (posouvače SrTiO_3 , PbTiO_3 , BaSnO_3 , CaSnO_3 , zplošťovače CaTiO_3 , Bi_2SnO_3)



Hmoty PERMITIT, základní materiál BaTiO_3 , $\text{tg}\delta$ max. $3 \cdot 10^{-2}$, odchylky kapacity i $\pm 50\%$

Hodí se tam, kde malé ztráty a stabilita nejsou nezbytným požadavkem. Zejména jako blokovací, filtrační, vazební kondenzátory



Kondenzátory typu 3 – barierové kondenzátory z reoxidované keramiky. Feroelektrická keramika stejná jako u typu 2, jinak se pálí.

Nejdříve v redukční atmosféře H_2 asi při 1200°C , vznikne polovodivý materiál s malou rezistivitou. Dalším výpalem v oxidační atmosféře – vzduchu se vytvoří na povrchu zrn tenká $1\mu\text{m}$ – vrstva oxidu = dielektrika
Hmota SUPERMIT, SIBATIT ϵ_r asi 50 000

Kondenzátory typu 3 mají vlastnosti ještě horší než kondenzátory typu 2 – vlivem vysoké intenzity pole v dielektriku, uplatňuje se i odpor polovodivé keramiky, takže ztráty jsou běžně 10 %.

Hodí se tam, kde už nejsou žádné nezbytné požadavky. Jen jako blokovací, filtrační, vazební kondenzátory na nepříliš vysokých frekvencích a v číslicových obvodech.

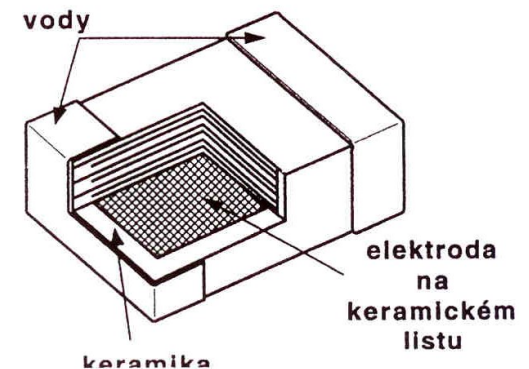
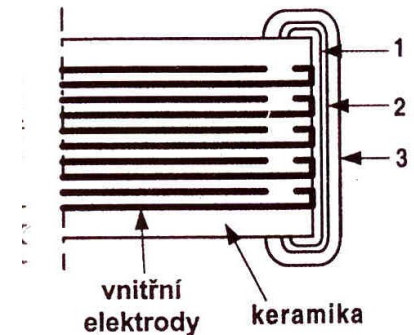
KONSTRUKCE KONDENZÁTORŮ

Vývody: bezvývodové, s drátovými vývody, se šroubovací armaturou

Tvar kondenzátoru: nejstarší trubka, dnes destička, disk, multičip, trapezový, průchodkový, hrníčkový, talířový

Elektrody : z emulzního Ag, nanáší se stříkáním, natíráním, tiskem, nasáváním, výpal 850 ° C

Povrchová ochrana: samopajitelný lak, syntetický email, fenolitický tmel (impregnovaný voskem), skelná glazura



VÝROBA KERAMIKY

S nízkou permitivitou – Stealit, Kalit

Přírodní suroviny – Kaolin (křemičitan hlinitý $\text{Al}(\text{OH})_3 \text{Si}_2 \text{O}_5$)

Křemen (SiO_2)

Živec ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) (jako porcelán)

Kysličníkové – Stabilit, Tempa – MgO , TiO_2

Rutilové – Rutilit, Kondensa - TiO_2 , ZrO_2

Všecko se mele za mokra, míchá

Rozmíchaná suspenze se čistí na vibračním síti, v magnetickém žlabu

Odvodní se kaloliséem a nechá se stárnout v blocích (Hubel)

Tvarování – lisování, lití, tažení

Sušení, pálení v oxidační atmosféře 1300 až 1500 °C

S vysokou permitivitou – feroelektrické

Suroviny syntetické – BaCO_3 , TiO_2 , ZrO_2 , SnO_2 , MgCO_3 , SrCO_3 , se míchají ve stechiometrických poměrech

Suspenze se čistí na vibračním síti, v magnetickém žlabu, odvodňuje, suší

1. Pálení 1000 až 1300 °C, rozkládají se uhličitany, vytváří titanáty, zirkonáty

Co vznikne se mele v bubnovém mlýně

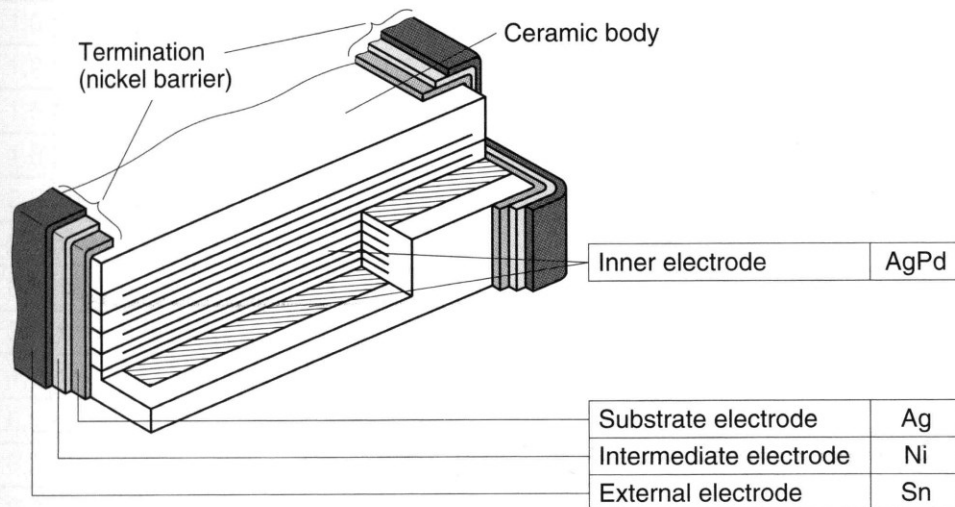
Míchá s přísadou polyvinylalkoholu

Dále následuje tvarování – lisování, lití, tažení

Sušení, 2. pálení v oxidační atmosféře 1300 až 1500 °C (redukční a oxidační)

SMD

Termination



KKE0484-W

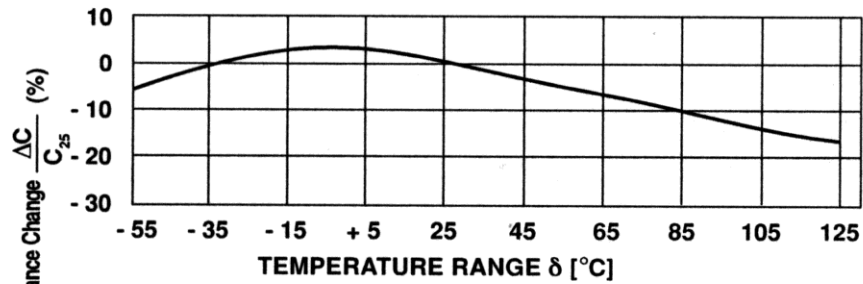
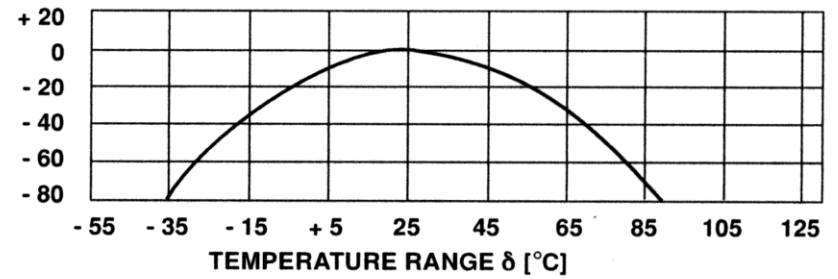
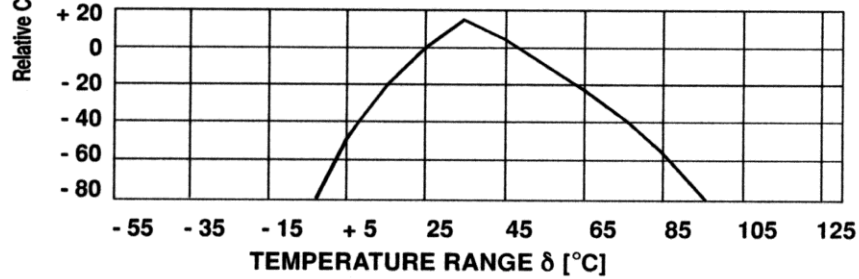
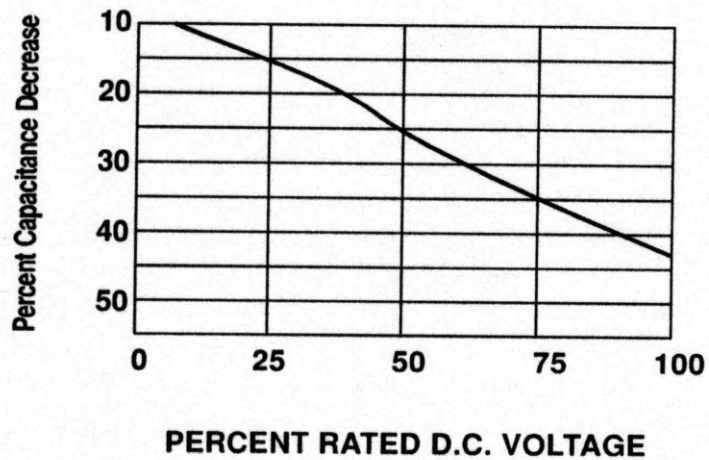
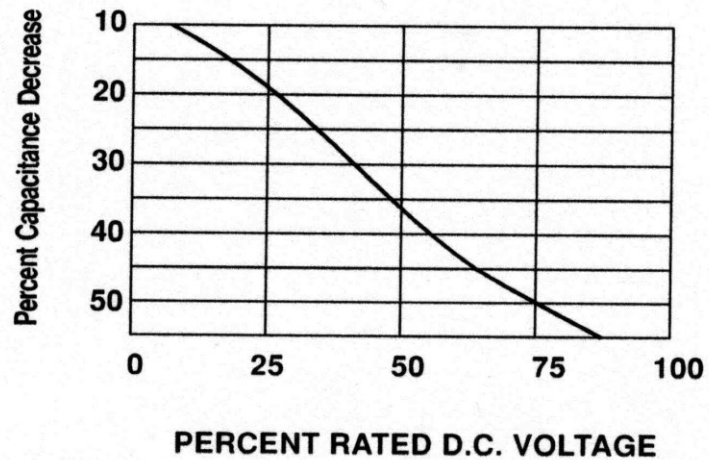
VISHAY DRALORIC

CLASS 1 CERAMIC MATERIALS

ABBREVIATION FOR DIELECTRIC	R 7	R 16	R 16 HIGH Q	NP 0	R 42
Relative Dielectric Constant $[\epsilon_r]$	~ 7	~ 16	~ 17	~ 32	~ 40
Ceramic Type According to IEC 60672-3	C 221	C 320	C 320	C 320	C 331
Temperature Coefficient of the Capacitance $[10^{-6}/K]$	+ 130 + 70	+ 130 + 70	+ 115 + 85	- 30 + 30	- 200 - 300
Dissipation Factor $[10^{-3}]$	≤ 0.5 [1MHz]	≤ 0.4 [1MHz]	≤ 0.15 [1MHz]	≤ 5 [1MHz]	≤ 0.5 [1MHz]
Insulation Resistance $[\Omega]$	$\geq 10^{10}$	$\geq 10^{10}$	$\geq 10^{11}$	$\geq 10^{10}$	$\geq 10^{10}$
Permissible Temperature Range $^{\circ}C$	- 55 to + 100	- 55 to + 100	- 55 to + 100	- 55 to + 85	- 55 to + 100
Max. Relative Air Humidity [%]	75%	75%	75%	75%	75%

CLASS 2 CERAMIC MATERIALS

ABBREVIATION FOR DIELECTRIC	X7R	Y5U	Z5U
Relative Dielectric Constant $[\epsilon_r]$	~ 4500	~ 8500	~ 5000
Ceramic Type According to EIA 198	II	III	III
Temperature Dependence	*	*	*
Dissipation Factor $[10^{-3}]$	≤ 20 [1KHz]	≤ 20 [1KHz]	≤ 20 [1KHz]
Insulation Resistance $[\Omega]$	$\geq 10^{11}$	$\geq 10^{11}$	$\geq 10^{11}$
Permissible Temperature Range $[^{\circ}\text{C}]$	- 30 to + 85	- 30 to + 85	- 30 to + 85

X7R**Y5U****Z5U****X75, Y5U****Z5U**

Tab. 5.9 Značení teplotní závislosti kapacity na keramických kondenzátorech typu 1

α_C $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	Písmenový kód	Barevné značení *)		Obchodní název
		základní barva	barevná značka	
+ 100	A	šed pastelová 1010	modř světlá 4400	Porcelit
+ 33	B	"	bílá 1000	Stabilit L33P
0	C	"	černá 1999	
- 33	H	"	hněd kávová 2320	
- 47	J	"	šed střední 1100	Stabilit K, I47N
- 75	L	"	červen ruměl- ková 8190	Stabilit K75N
- 150	P	"	oranžová ná- věstní 7550	Stabilit K150N
- 220	R	"	žlut chromová 6200	
- 330	S	"	zelen světlá 5149	
- 470	T	"	modř tyrkyso- vá 4205	
- 750	U	"	fialová 3500	Rutilit
- 1500	V	"	šed střední 1100	Negatit

*) Stupnice barevných odstínů podle ČSN 67 3067

Tab. 5.10 Značení teplotní charakteristiky kapacity keramických kondenzátorů typů 2 a 3

Typ konden- zátoru	Permitivita	Základní barva *)	Písmenový kód	Obchodní název
2 A			E	
2 B	1000	neužívá se	F	Permitit 1000
2 C	2000	hněd paste- lová 2092	Z	Permitit 2000
2 D			G	
2 E	4000	hněd kávová 2320	W	Permitit 4002
2 F	6000, 10 000	červen ruměl- ková 8140	X	Permitit 6000, 10 000
3 E		neužívá se	N	Supermit

*) Stupnice barevných odstínů podle ČSN 67 3067

6800 pF = 6,8 nF	6k8	6n8
10 000 pF = 10 nF	10k	10n
100 000 pF = 100 nF	100k	100n

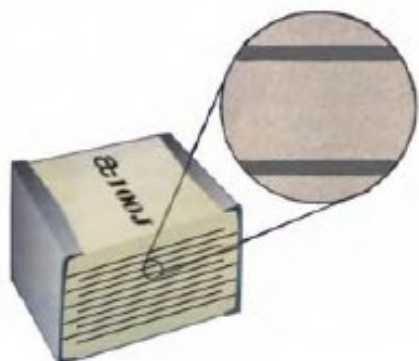
	Systém A	Systém B
$\pm 0,1$ pF	-	B
$\pm 0,25$ pF	-	C
$\pm 0,5$ pF	E	D
± 1 pF	D	F
± 2 %	C	G
± 5 %	B	J
± 10 %	A	K
± 20 %	M	M
-20 +50 %	QM	S
-20 +80 %	RM	Z

Jmenovité stejnosměrné napětí se označuje buď přímo hodnotou, nebo písmenovým kódem:

12,5 V n	63 V a	400 V e
25 V p	100 V b	500 V f
32 V q	160 V c	630 V g
40 V s	250 V d	1000 V h

high Q porcelain capacitors , some specifications taken from manufacturers catalogues

		max current @ 1 GHz	ESR @		working power (indicative values)	voltage range available in stock
			150 MHz	1 GHz		
ATC 100 B 3 x 3 mm	3p9	5 A	0.050 Ω	0.12 Ω	500 W in HF-VHF	up to 100pF = 500V 110 - 200pF = 300V 220 - 470pF = 200V
	10 pF	5 A	0.045 Ω	0.1 Ω		510 - 620pF = 100V > 680 = 50V } not available because of too low voltage
	39 pF	6 A	0.040 Ω	0.1 Ω		
	100 pF	8 A	0.035 Ω	0.1 Ω		
	390 pF	100 MHz	0.030 Ω	0.1 Ω	510 - 1000pF = 300V (estended voltage , available)	
ATC 100 A 1.5 x 1.5mm	1 pF	0.8 A	0.25 Ω a 1 GHz		70-100 W	from 50 to 200 V depending on type and availability
	3p9	1,5 A	0.2 Ω a 1 GHz		@ 1 GHz	
	10 pF	2 A	0.15Ω a 1 GHz		30 W	
	47 pF	3 A	0.09 Ω a 1 GHz		@ 10 GHz	
common specifications for types A and B						
Q			> 10.000 @ 1 MHz --- Q > 20.000 / C(pF) @ 100 MHz			
thermal stability			90 ppm / °C , (it means that with a temperature range from +20°C to +120°C , (Δt = 100°C) the capacity value will change of only 0,9 %			
insulation resistance			@ 25°C = 10 ³ GΩ @ 125°C = 10 ² GΩ			
operating temperature range			-55°C / +175°C 0.1 to 330 pF, -55°C / +125°C 360 to 1000 pF			
aging effects			none			
life test			2000 hours @ +125°C @ 200% of Vmax			



62pF case B

