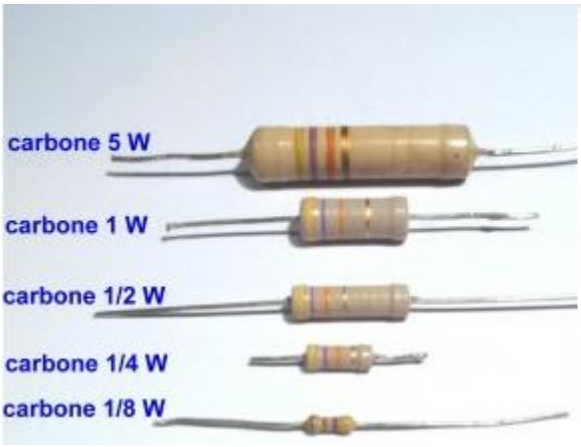
2- العناصر الكهربائية

2-1- المقاومات الكهربائية

1ـ **المقاومة النوعية** ρ: هي وحدة تعطي مميزات الأجسام من حيث الإعاقة التي تبديها لمرور تيار كهربائي.



2ـ **المقاومات النوعية لبعض المعادن و الخلائط:**

المعدن أو الخليط	ρ عند 20°C (μΩ.cm)	المعدن أو الخليط	ρ عند 20°C (μΩ.cm)
الفضة	1.5	البلاتين	10.9
النحاس	1.7 - 1.8	النيكل	12.3
الذهب	2.2	القصدير	13.0
الألمنيوم	2.8	الرصاص	20.4
التوتياء	5.6	الفولاذ	13.0
الحديد	10.5	الزئبق	94.0

الخليط	التركيب	ρ (μΩ.cm)
البرونز	85% نحاس+ 15% قصدير	5.0
الميخور	60% نحاس+ 17% نيكل+ 23% توتياء	33.0
نيكلين	67% نحاس+ 23% نيكل	40.0
منغنين	86% نحاس+ 23% نيكل+ 12% منغنيز	43.0
كستنين	53% نحاس+ 47% نيكل	50.0
كروم - نيكل	80% نيكل + 20% كروم	110
كروم – نيكل مع الحديد	62% نيكل + 15% كروم+ 23% حديد	112.0

3ـ **القيم النظامية للمقاومات:**

القيم الموحدة للمقاومات تتوافق مع متتالية لوغارتمية وفق مجموعة من السلاسل يرمز لها بـ "E" حيث لا تتقاطع القيم الحقيقية في المجموعة الواحدة كالتالي:

السلسلة	E3	E6	E12	E24	E48	E96	E192
التسامح		20%	10%	5%	2%	1%	0,5%
عدد القيم في كل مجموعة	3	6	12	24	48	96	192

جدول السلاسل الشائعة (E6 ;E12 ;E24 ;E48)

E48	E24	E12	E6	E48	E24	E12	E6	E48	E24	E12	E6
464	**470**	**470**	**470**	**215**	**220**	**220**	**220**	**100**	**100**	**100**	100
287				**226**				**105**			
511	**510**			**237**	**240**			**110**	**110**		
536				**249**				**115**			
562	**560**	**560**		**261**	**270**	**270**		**121**	**120**	**120**	
590				**274**				**127**			
619	**620**			**287**				**133**	**130**		
649				**301**	**300**			**140**			
681	**680**	**680**	**680**	**316**				**147**	**150**	**150**	150
715				**332**	**330**	**330**	**330**	**154**			
750	**750**			**348**				**162**	**160**		
787				**365**	**360**			**169**			
825	**820**	**820**		**383**				**178**	**180**	**180**	
866				**402**	**390**	**390**		**187**			
909	**910**			**422**				**196**	**200**		
963				**442**	**430**			**205**			

أمثلة: إذا كان تسامح مقاومة 5% فإن قيمتها الإسمية (التي تقرأ عليها) تنتمي إلى السلسلة E24 المتكونة من مجموعة القيم التالية: 100، 110، 120، 130، 150، 160، 180، 200، 220، 240، 270، 300، 330، 360، 390، 430، 470، 510، 560، 620، 680، 750، 820، 910.

- يمكن أن تكون القيمة الإسمية مضاعفات أو أجزاء لهذه القيم، مثل: 2,7، 27، 270، 2700...
- القيمة الحقيقية للمقاومات ذات القيمة الإسمية 240 تنتمي إلى المجال: 240 ± 12
- القيمة الحقيقية للمقاومات ذات القيمة الإسمية 270 تنتمي إلى المجال: $270 \pm 13,5$
- القيمة الحقيقية للمقاومات ذات القيمة الإسمية 300 تنتمي إلى المجال: 300 ± 15
- إن القيم الحقيقية الثلاث السابقة لا تتقاطع مع بعضها البعض و تمسح المجال الحقيقي لكل القيم تقريبا.

4ـ الطبع على المقاومات:

أـ الطبع الواضح: يخص المقاومات: ـ ذات الاستطاعة القوية، ـ ذات الدقة العالية، ـ الخاصة.

يعطي هذا النوع من الطبع المعلومات التالية:

1- القيمة الإسمية للمقاومة: (أمثلة)

33K2	5R9	1R0	R10
33,2KΩ	5,9Ω	1Ω	0,1Ω

حيث: R: الوحدة ، K : ألف ، M : مليون

2- التسامح: نسبة أكبر تفاوت بين القيمة الإسمية و القيمة الحقيقية و يعطى بنسبة مئوية:

الرمز	B	C	D	F	G	J	K	M
التسامح	**0,1%**	**0,25%**	**0,5%**	**1%**	**2%**	**5%**	**10%**	**20%**

ملاحظة: في بعض النماذج يكتب التسامح بدون ترميز.

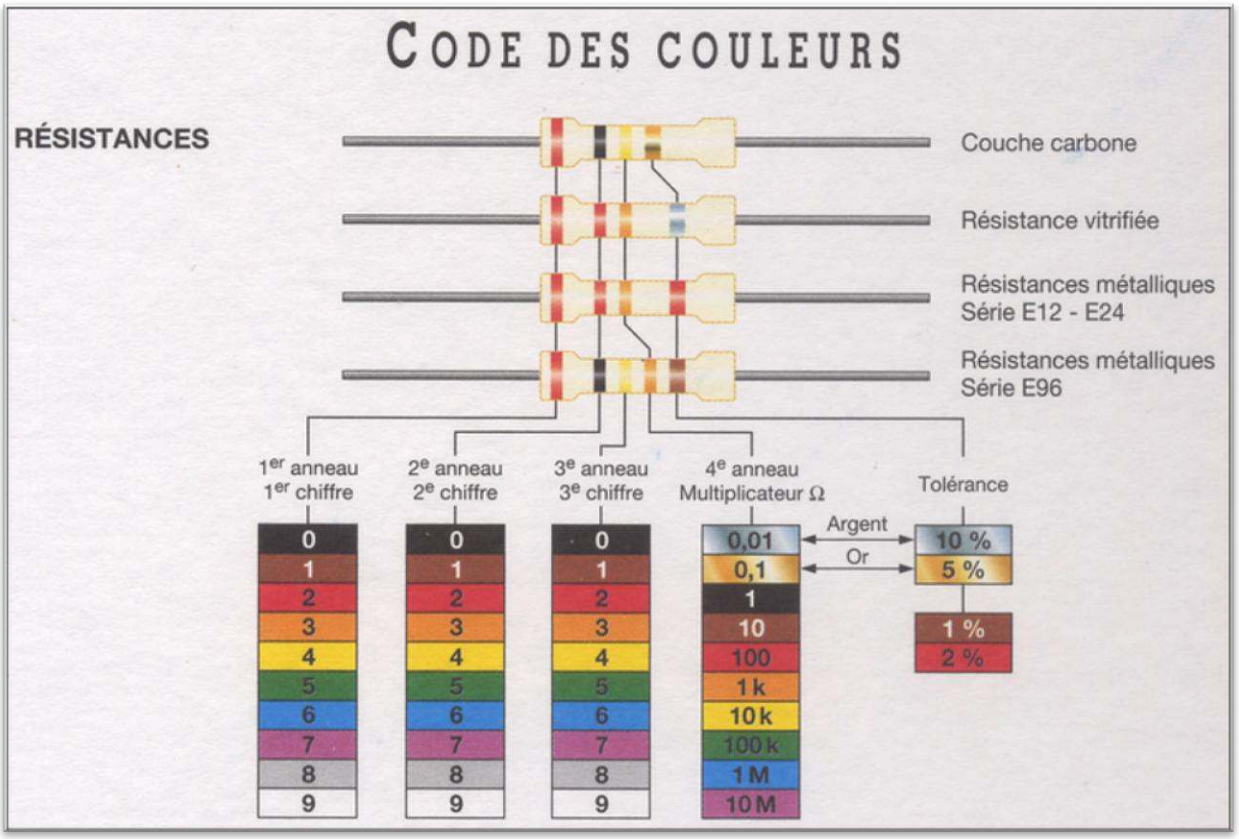
3- الاستطاعة الاسمية: هي الاستطاعة بالواط التي يبددها العنصر بصفة مستمرة بدون أن تتسبب له أضرار عند الدرجة الإسمية للعمل. تعطى هذه القيمة للمقاومات ذات التبديد العالي فقط.

ب- **دليل الألوان**: يخص المقاومات ذات القوالب أو طبقات فحمية و نميز وجود:

- **أربعة (4) ألوان** من أجل السلاسل: E6 ; E12 ; E24
- **خمسة (5) ألوان** من أجل السلاسل: E48 ; E96 ; E192

ملاحظة: يمكن أن نلاحظ وجود لون سادس و هو خاص بمعامل درجة الحرارة و الذي يمثل نسبة تغير المقاومة إلى تغير درجة الحرارة: $\alpha = \frac{\Delta R}{R.\Delta\theta}$

إذا لم يوجد لون رابع هذا يعني أن التسامح يقدر بـ **20%**



5ـ **أنواع المقاومات**: توجد عدة أنواع من المقاومات نذكر منها:

1) المقاومات الموشّعة: يتألف التلفيف فيها من سلك خليط (كروم و نيكل) أو (نحاس و نيكل)

جدول يعطي مميزات بعض المقاومات الموشّعة

النوع	السلسلة	التسامح	θ_{max} (°C)	R_{max}	R_{min} (Ω)	P (W) عند 70°C
مقاومة غير مغلفة قوية	E6 E12	10%	350	1000Ω	0.1	8 500
مقاومة مزججة قوية	E6 E12	10%	350	10KΩ 430KΩ	1 1	10 800
مقاومة صغيرة الحجم	E48 E24	1% 5%	275	470Ω 6KΩ	0.1 0.5	0.5 3
مقاومات ذات مخارج محورية	E48 E24 E12	1% 5% 10%	275	5KΩ 75KΩ 82KΩ	1 1 3.3	2 10 25
مقاومة دقة صغيرة الحجم	E192 E48	0,01% 1%	125	2MΩ	100	0.25
مقاومة دقة مقبولة	E192 E48	0,01% 1%	125	1MΩ 5MΩ 8MΩ	5 0.1	0.125 0.4 2

معامل درجة الحرارة: من الرتبة $160\times10^{-6}(°C)^{-1}$ إلى $250\times10^{-6}(°C)^{-1}$ بالنسبة للمقاومات القوية و من رتبة $2\times10^{-6}(°C)^{-1}$ إلى $10\times10^{-6}(°C)^{-1}$ بالنسبة للمقاومات الدقيقة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2) المقاومات غير الموشّعة: نميز نوعين:

أ- مقاومات ذات ثبات متوسط و هي المقاومات الفحمية.

ب- مقاومات ذات ثبات عالي و هي المقاومات المعدنية غير الموشّعة.

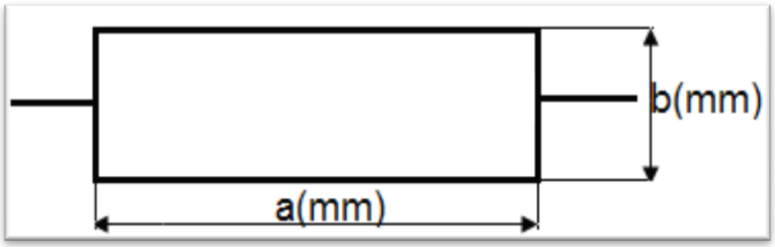
جدول يعطي مميزات المقاومات ذات طبقة فحمية

الإستعمال	السلسة	التسامح	$U(V)$	R	P (W) عند 70°C
/	E24 E12	**5%** **10%**	200	10Ω-220Ω 270KΩ-1MΩ	0.125
شائعة	E24 E12	**5%** **10%**	250	1Ω-1MΩ 1,2MΩ-10MΩ	0.25
	E24 E12	**5%** **10%**	350	1MΩ-4,7MΩ 1,2MΩ-10MΩ	0.5
/	E24 E12	**5%** **10%**	500	10Ω-1MΩ	1
لا تتوفر عند كل الصناعين	E24 E12	**5%** **10%**	750	10Ω-1MΩ	2
	E12	**5%**	1000	10Ω-1MΩ	3

ملاحظة: تطبع هذه المقاومة بأربع ألوان

العلاقة بين أبعاد المقاومة الفحمية و إستطاعتها

P (W)	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2
$a(mm)$	**4**	**6,5**	**10**	**16**	**20**
$b(mm)$	**1,8**	**2,1**	**3,5**	**6,8**	**8**



جدول يعطي مميزات المقاومات ذات طبقة معدنية

الإستعمال	السلسة	التسامح	$U(V)$	R	$P(Watt)$	النوع
الميدان العلمي و الصناعي	E24 48E E96	**5%** **2%** **1%**	300 350	1Ω-330KΩ 1Ω-1MΩ	0.25 0.5	استعمال شائع
الميدان العلمي ميادين الدقة.	E192 E96 E48 E12	**0.1%** **0.2%** **0.5%** **1%** **2%**	250 300 350 500 750	1Ω-330MΩ 1Ω-1MΩ 1Ω-2MΩ 1Ω-1,5MΩ 1Ω-2MΩ	0.125 0.25 0.5 1 2	ذات ثبات عالي و دقيقة

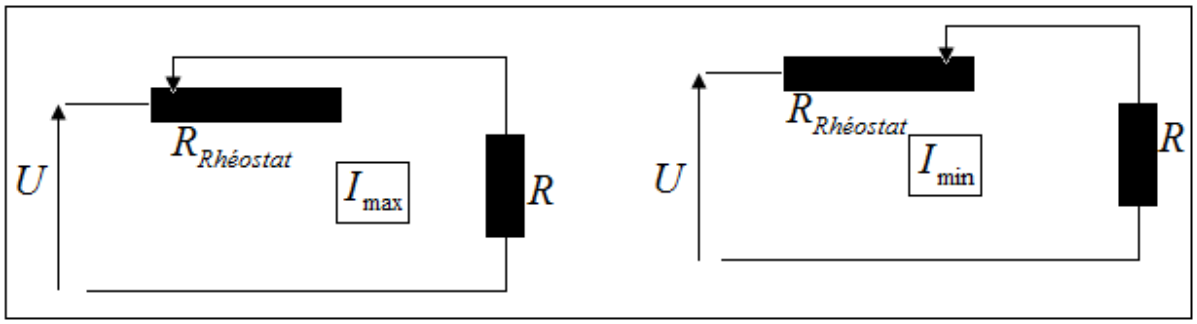
3) المقاومات المتغيرة:

أ- **المعدلة**: تستعمل في التحكم في شدة التيار الكهربائي في الدارة.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

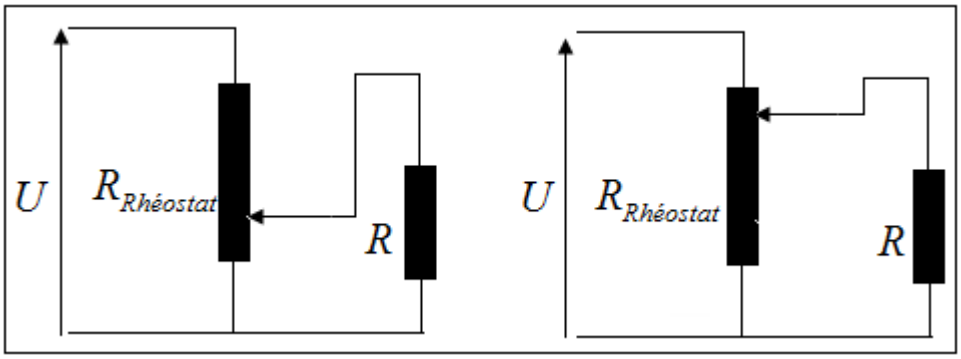
لتغيير شدة التيار من I_{max} إلى I_{min} فإن مقاومة المعدلة المناسبة تعطى بالعلاقة التالية: $R_{rhe} = R.(\frac{I_{max}}{I_{min}} - 1)$

حيث R مقاومة الدارة المغذاة.



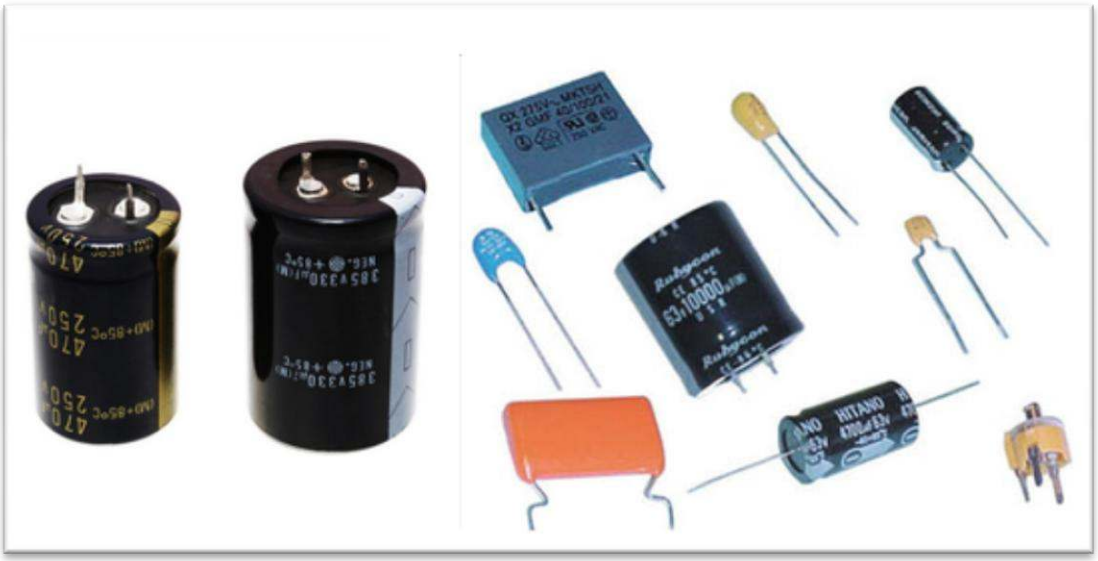
ب- **مقسم التوتر**: يستعمل في تغيير التوتر الكهربائي في الدارة.

- للحفاظ على خطية تغير التوتر في مقسم التوتر من (0) إلى (قيمة أعظمية) ينبغي أن يتحقق: $R >> R_{Rhéostat}$
- يمكن أن يكون تغير التوتر في نماذج أخرى لوغارتميا أو جيبيا.

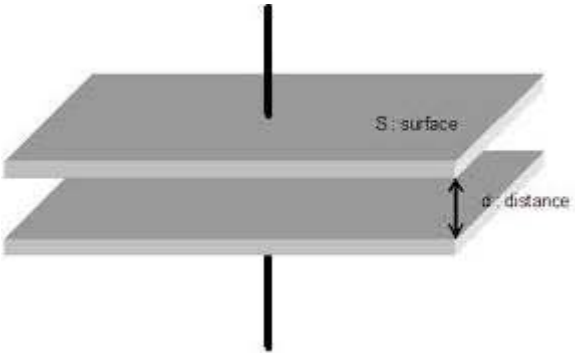


2-2- المكثفات

1-**تعريف**: المكثفة عبارة عن ناقلين يسمى كل منهما لبوس المكثفة، بينهما عازل ذو سمك صغير.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



تتميز المكثفة بسعتها و تعطى بالعلاقة: $C = 8{,}85.10^{-12}.\varepsilon.\frac{S}{d}$

S: سطح لبوس المكثفة.
d: البعد بين اللبوسين.
ε:سماحية العازل بالنسبة للفراغ و تعطى بالفاراد على المتر.
إذا طبق بين لبوسي المكثفة توتر مستمر فإنها لا تنقل التيار الكهربائي بعد تمام الشحن. عندما يتجاوز التوتر حدا معينا، يتمزق العازل و تنشأ شرارات بين اللبوسين فتتخرب المكثفة.

سماحية بعض العوازل

الوسط	الهواء الجاف	البارافين	الورق البارافيني	الميكا	الزجاجي SiO_2	الزجاج
السماحية النسبية ε	1,00576	2,2	4,5	5 إلى 8	3 إلى 5	4 إلى 5
الحقل التمزيقي	3200	40	20 إلى 40	20 إلى 60	20	20

2ـ **أنواع المكثفات**:

أ- **المكثفات الورقية:** تصنع من صفيحتين رقيقتين جدا من المعدن بينهما عازل من الورق (السيليلوز) المشمع و تلف و تشكل حسب الشكل المطلوب. تستعمل من أجل التوترات المنخفضة.

ب- **المكثفات البلاسيكية:** يصنع عازل هذا النوع من المكثفات من البوليستيران أو من البوليستار. تستعمل عندما يطلب مقاومة عزل كبيرة وضياع ضعيف مع استقرار جيد.

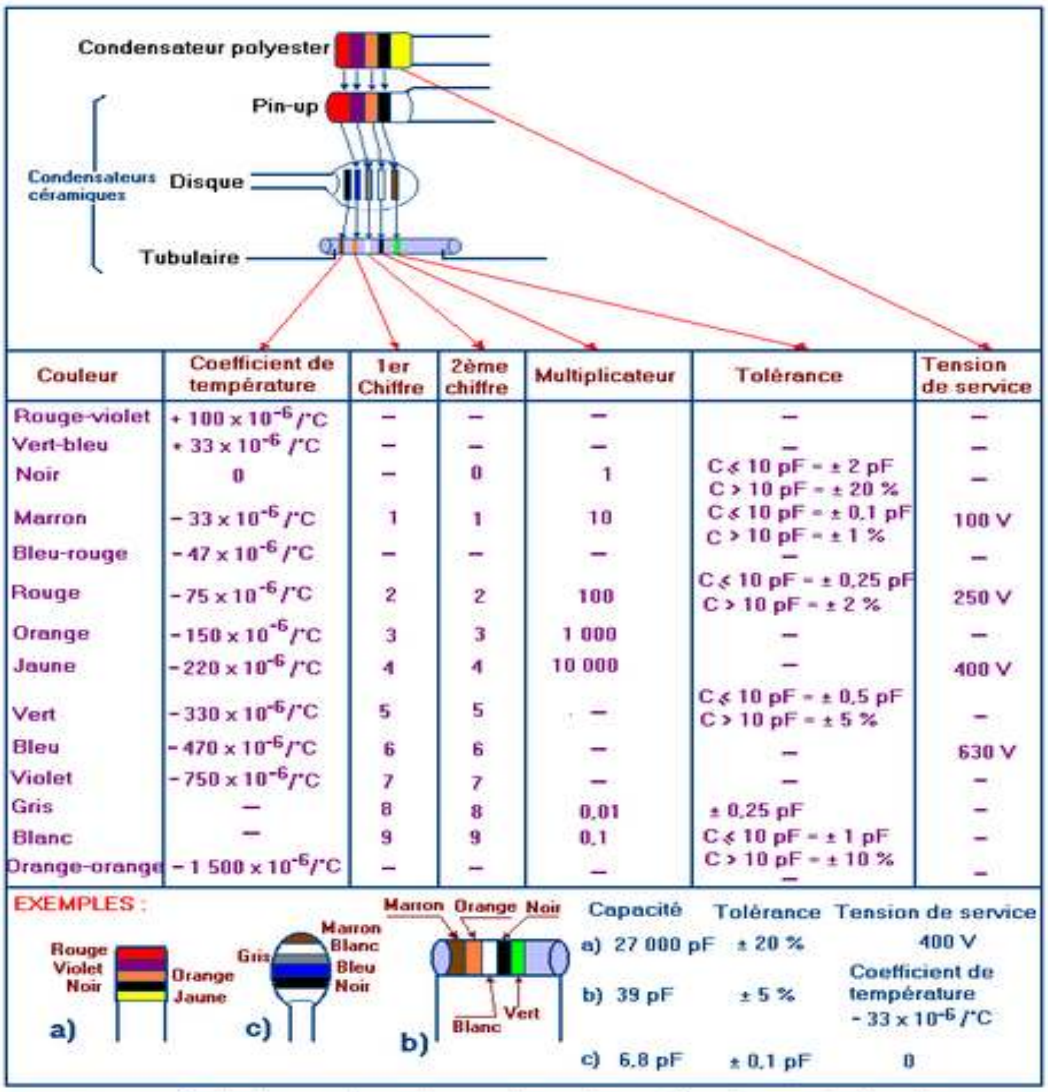
جـ **مكثفات السيراميك:** يصنع عازل هذا النوع من المكثفات من تيتان الكالسيوم ذي مقاومة جد عالية. يستعمل هذا النوع من أجل التوترات و الاستطاعات المرتفعة وكذلك من أجل التوترات العالية.

د- **المكثفات الكيميائية:** تتكون مما يلي:

- **مصعد:** منفذ كهربائي رئيسي من الألومنيوم.
- **مهبط:** علبة ألومنيوم.
- **الإلكتروليت:** و هو محلول كيميائي من الغليكول أو تيترابورات الأمونيوم.
- **العازل:** يتكون من الألومين.

ملاحظة: هذا النوع من المكثفات مستقطب، لذا يجب عدم وصله وصلا معكوسا لتفادي تخريبه، يرمز له كالتالي:

هـ **المكثفة بالميكا أو الزجاج:** هي مكثفات ذات عازل جيد بالنسبة للتوترات المرتفعة و ذات أحجام صغيرة، تطبع هذه المكثفات بألوان تمثل شفرة، كما هو مبين في الجدول التالي:



Couleur	Coefficient de température	1er Chiffre	2ème chiffre	Multiplicateur	Tolérance	Tension de service
Rouge-violet	+ 100 x 10^{-6} /°C	–	–	–	–	–
Vert-bleu	+ 33 x 10^{-6} /°C	–	–	–	–	–
Noir	0	–	0	1	C ⩽ 10 pF = ± 2 pF C > 10 pF = ± 20 %	–
Marron	- 33 x 10^{-6} /°C	1	1	10	C ⩽ 10 pF = ± 0,1 pF C > 10 pF = ± 1 %	100 V
Bleu-rouge	- 47 x 10^{-6} /°C	–	–	–	–	–
Rouge	- 75 x 10^{-6} /°C	2	2	100	C ⩽ 10 pF = ± 0,25 pF C > 10 pF = ± 2 %	250 V
Orange	- 150 x 10^{-6} /°C	3	3	1 000	–	–
Jaune	- 220 x 10^{-6} /°C	4	4	10 000	–	400 V
Vert	- 330 x 10^{-6} /°C	5	5	–	C ⩽ 10 pF = ± 0,5 pF C > 10 pF = ± 5 %	–
Bleu	- 470 x 10^{-6} /°C	6	6	–	–	630 V
Violet	- 750 x 10^{-6} /°C	7	7	–	–	–
Gris	–	8	8	0,01	± 0,25 pF	–
Blanc	–	9	9	0,1	C ⩽ 10 pF = ± 1 pF C > 10 pF = ± 10 %	–
Orange-orange	- 1 500 x 10^{-6} /°C	–	–	–	–	–

Code des couleurs des condensateurs céramiques et polyester.

4ـ مميزات مختلف أنواع المكثفات:

	درجة حرارة الاستعمال		تواتر الاستعمال		توتر العمل	السعة		التسامح
	أدنى (°C)	أقصى (°C)	أدنى	أقصى	(V)	الدنيا	القصوى	الأعظمي
ورقية الصناعية	55-	100+	C.C	1Mhz	1000/160	1nF	1μF	%20±5±%
المعدنية	55-	100+	C.C	50/60Hz 1Mhz	10000/1000 63 630	5KVAR 1 nF 1 nF	5KVAR 10μF 1μF	%10± %20±%10 ±
بوليستيران			C.C	1000Mhz	63		0,6F	%1,25±
بوليكربونات	55-	85+	C.C	1000Mhz	1000 40		50F 22F	%10± %1±
بوليستار	55-	125+	C.C	1000Mhz	400 160		1F 0,47F	%5± %5±
معدنية	55-	125+	-	-	1600 40		22F	%20± %5±
بولي بروبيلان	-	-	C.C	1000Mhz	630 160		1F 4,7F	%20± %5±
معدنية الصناعية	55-	100+		50/60Hz	630 20000/1500		1F 200KVAR	%20± %20±
بولي سيلفون	25-	00145	C.C	1000Mhz	63 400		4,7F 0,22F	%20± %20±
	55-	150+	C.C	1000Mhz	160 400		2,2F 0,22F	%20±
ميكا	55-	200+	1Khz	1000Mhz	63 500		10F 1F	%0,25± %10±
توتر مرتفع (قوية)	55-	155+	0,1Mhz	1000Mhz	500 5000		0,15F 47F	%1± %10±
زجاجية	55-	125+	0.1Mhz	1000Mhz	63 500	270pF 0,5pF	0,1μF 10nF	%1± %10±

±2% ±20% ±10% -	4,7nF 1nF 0,68nF 0,33nF	1pF 1pF 2,2nF 10pF	25 500 1000 10000	1000Mhz	1Khz	125+	55-	السيراميك مجموعة(I)
±10% -30 ،+70% -20 ،+50%	2500KVAR 1μF 0,1μF 10nF 1,8nF 5nF	100pF 100pF 82pF 110pF 470pF	12000 25 500 1000 6000 20000	200Mhz	1Khz	125+ 85+	55-	مجموعة(II)
المميزات مقاومة ضعيفة على التسلسل H2000 إلى125°م أو H200000إلى40°م توتر منخفض توتر مرتفع صغير بلاستيك 2علبة من ألمنيوم ±10% -15 +50% ±5% -20 +40% -	100000μF 150000μF 10000μF 100μF 68μF 330μF 12000μF 820μF 150μF	10μF 10μF 100μF 2,2μF 0, 1μF 2,2μF 1μF 0,1μF 1μF	100/6,3 160/6,3 63/6,3 500/100 40/6,3 63/6,3 125/6,3 50/2 63/6,3	100Khz 10Khz 10Khz - 10Khz 10Khz 10Khz 10Khz 10Khz	C.C C.C C.C - C.C C.C C.C C.C C.C	85+ 125+ 70+ 85+ 125+ 125+ 125+ 125+ 85+	55- 55- 25- 40- 55- 80- 55- 55- 55-	كهروليتيكية (ألومنيوم) سائل النوع1 النوع2 صلب تنتال سائل صلب