



CAPACITA'

In **Fig.1** è rappresentato il circuito equivalente di un condensatore elettrolitico in alluminio



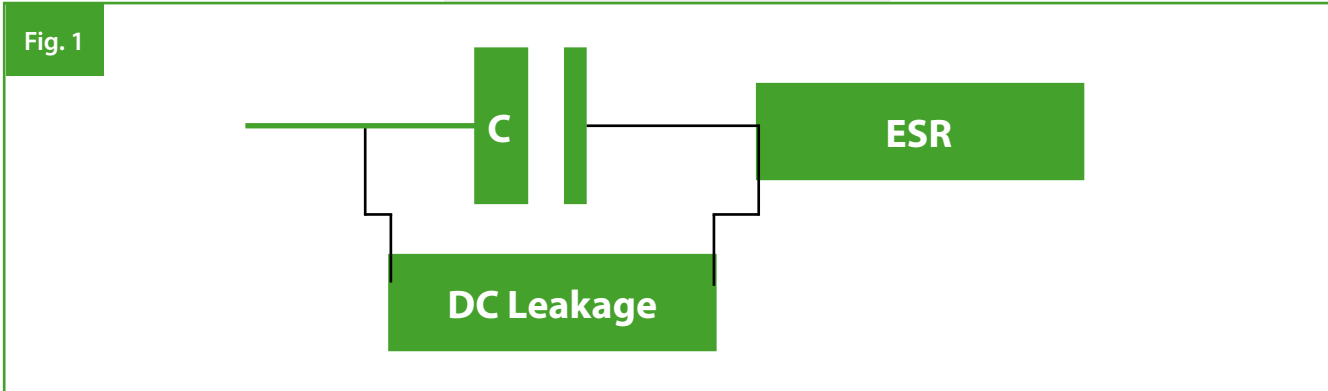
CAPACITANCE

The DC equivalent circuit of an aluminium electrolytic capacitor is shown in **Fig.1**:



ЁМКОСТЬ

На **рисунке 1** показана эквивалентная схема DC алюминиевого электролитического конденсатора



DC Leakage - è la dispersione in dovuta alla corrente di dispersione I_f
C - è la capacità
ESR - è la resistenza equivalente in serie

La capacità di un condensatore è il numero di Coulomb / Volt che un condensatore può immagazzinare. Questo valore è normalmente espresso in microFarad ($1\mu F = 10^{-6}F$) e il valore nominale è indicato sul condensatore.
 Il valore di capacità dipende dalla temperatura dell'ambiente in cui il condensatore viene impiegato, le variazioni più significativi si riscontrano a bassa temperatura, mentre ad alta temperatura sono trascurabili.
 Va detto che la capacità varia non solo in funzione della temperatura e della frequenza, ma anche della vita operativa del condensatore: durante la vita utile la capacità dei condensatori mostra un decadimento regolare determinato da una serie di cause concomitanti; tale deriva è meno marcata se la tensione operativa diminuisce.
 I valori percentuali di perdita di capacità per condensatori di GRUPPO ENERGIA, dopo le prove di vita a 2000/5000/10000 ore a seconda della tipologia, sono decisamente inferiori a quelli definiti dalle norme DIN o CECC.
 Le misure vanno determinate alla frequenza di 100 Hz ed alla temperatura di $25 \pm 2^\circ C$.

DC Leakage - is the leakage current I_f
C - is the capacitance
ESR - is the series resistance

The capacitance of a capacitor is the number of Coulomb/Volt that a capacitor may store. This value is normally expressed in microFarad ($1\mu F = 10^{-6}F$) and the rated value is marked on the capacitor.
 The capacitance value depends on the ambient temperature in which the capacitor shall operate, the largest deviations are at low temperature while at high temperature they are negligible.
 It should be mentioned that the capacitance varies not only according to the temperature and frequency but even to the operational life of the capacitor: during the service life of the capacitor capacitance shows a regular decay determined by a series of concomitant causes; such drift is less marked if the operational voltage decreases.
 The percent values of capacitance drift for GRUPPO ENERGIA capacitors, after life tests of 2000/5000/10000hrs according to the type, are definitely lower than stated by DIN or CECC specifications.
 Measurement shall be made at frequency of 100Hz and at a temperature of $25^\circ C \pm 2^\circ C$.

DC Leakage - это постоянный ток утечки I_f
C - это ёмкость
ESR - это последовательное сопротивление

Ёмкость конденсатора это количество Coulomb / Вольт, которое конденсатор может хранить. Эта величина обычно выражается в мкФ ($1\text{ мкФ} = 10^{-6}F$) его номинальное значение отмечено на конденсаторе.
 Значение емкости зависит от температуры окружающей среды, в которой конденсатор работает, большие отклонения возможны при низкой температуре, в то время как при высокой температуре они незначительны.
 Следует отметить, что емкость меняется не только в зависимости от температуры и частоты, но также от срока службы конденсатора: в течение срока службы емкость конденсатора регулярно уменьшается, это определяется рядом причин, изменения менее заметны, если рабочее напряжение уменьшается.
 Объем потерь емкости в наших конденсаторах в процентном отношении в процессе службы при 2000/5000/10000 часах работы в зависимости от типа, является более низким по сравнению с нормативами DIN или CECC.
 Измерения проводят при частоте 100 Гц и при температуре $25^\circ C \pm 2^\circ C$.

RESISTENZA EQUIVALENTE IN SERIE (ESR)

La resistenza equivalente in serie di un condensatore è la resistenza che il condensatore oppone al passaggio della corrente alternata e rappresenta la componente che produce calore quando è sottoposto a una corrente alternata. La variazione percentuale della ESR rispetto alla frequenza e temperatura viene rappresentata nella **Figura 2**.

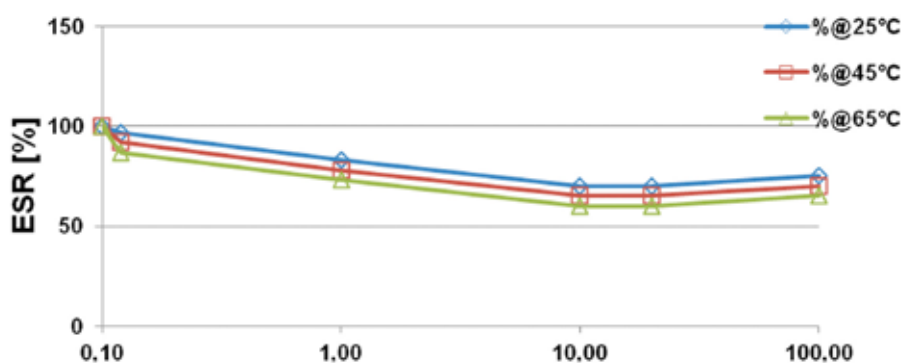
EQUIVALENT SERIES RESISTANCE (ESR)

The equivalent series resistance of a capacitor is the resistance that a capacitor opposes to the passage of the alternating current and represents the component producing heat when an alternating current is seen by a capacitor. Its percent variation vs. frequency and temperature is shown on **Figure 2**.

ЭКВИВАЛЕНТНОЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ (ESR)

Эквивалентное последовательное сопротивление конденсатора представляет собой сопротивление, которое конденсатор противопоставляет прохождению переменного тока и представляет собой компонент производства тепла, когда переменный ток протекает через конденсатор. Его процентное изменение в зависимости от частоты и температуры показано на **Рисунке 2**.

Fig. 2



FATTORE DI DISSIPAZIONE (DF)

È il rapporto fra la resistenza equivalente in serie e la reattanza capacitiva, come nell'**equazione 1**

DISSIPATION FACTOR (DF)

Is the ratio of the equivalent series resistance to the capacitive reactance as per **Equation 1**

КОЭФФИЦИЕНТ РАССЕЙНИЯ (DF)

Это отношение эквивалентного последовательного сопротивления к емкостному сопротивлению согласно **уравнению 1**

1

$$DF = \operatorname{tg} \delta = \frac{ESR}{X_C}$$

Dove il fattore di dissipazione dipende dalla temperature e dalla frequenza come nell'**equazione 2**

Where the dissipation factor depends on temperature and frequency as per **Equation 2**

Где коэффициент рассеяния зависит от температуры и частоты в соответствии с **уравнению 2**

2

$$X_C = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f \cdot C)}$$

Il fattore di dissipazione diventa come nell'**equazione 3**

The dissipation factor becomes as per **Equation 3**

Фактор потерь становится согласно **уравнению 3**

3

$$DF = \operatorname{tg} \delta = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot ESR$$

Questa relazione mostra la variazione del fattore di dissipazione con la ESR e la capacità. Le misure vanno rilevate alla frequenza di 100Hz e alla temperatura di 25±2°C

This relation shows the variation of the dissipation factor with the ESR and the capacitance. Measurement shall be made at frequency of 100Hz and at a temperature of 25°C±2°C

Это соотношение показывает, изменения коэффициента рассеяния по отношению к ESR и емкости. Измерения проводят при частоте 100 Гц и при температуре 25°C±2°C

IMPEDENZA (Z)

L'impedenza di un condensatore elettrolitico dipende dalla capacità, ESR e ESL secondo l'**Equazione 4**.

IMPEDANCE (Z)

The impedance of an electrolytic capacitor depends on capacitance, ESR and ESL in accordance with **Equation 4**.

СОПРОТИВЛЕНИЕ (Z)

Сопротивление электролитического конденсатора зависит от емкости, ESR и ESL в соответствии с **уравнением 4**.

4

$$Z = 2 \sqrt{\left\{ (ESR)^2 + \left[\left(\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \right)^2 - (2 \cdot \pi \cdot f \cdot ESL)^2 \right] \right\}}$$

Dove: **E.S.L.**
 è l'induttanza equivalente in serie

Where: **E.S.L.**
 is the equivalent series inductance

Где: **E.S.L.**
 является эквивалентной индуктивностью

CORRENTE ALTERNATA SOVRAPPOSTA (I RIPPLE)

La corrente alternata sovrapposta è il valore quadratico medio (rms) della corrente alternata che può essere applicata al condensatore. Il massimo valore tabulato in ciascuna scheda per i diversi tipi di GRUPPO ENERGIA si applica alla frequenza di 100 Hz e temperatura ambiente di 85°C, con forme d'onda sinusoidale. I coefficienti di conversione dati per ciascun tipo devono essere applicati se la temperatura e la frequenza utilizzate differiscono da quella nominale. Se, inoltre, anche la forma d'onda non è sinusoidale, bisogna considerare i valori della nuova forma d'onda e della (RMS) Il valore massimo della corrente alternata che si può applicare al condensatore deve essere coerente con l'**equazione 5**.

SUPERIMPOSED ALTERNATING CURRENT (I RIPPLE)

The superimposed alternating current is the root mean square (rms) value of the alternating current which may be applied to the capacitor. The maximum value tabulated in each data sheets for the different GRUPPO ENERGIA types applies at frequency of 100Hz and ambient temperature of 85°C, with sine waveforms. The conversion coefficients given for each type must be applied if temperature and used frequency differ from the conventional one. If, moreover, even the waveform is not sinusoidal the new waveform and the rms values are to be considered. The maximum value of the alternating current that may be applied to the capacitor shall be determined by **Equation 5**.

НАЛОЖЕННЫЙ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК (I RIPPLE)

Наложный переменный ток это среднеквадратическое (RMS) значение переменного тока, который может быть применен к конденсатору. Максимальное значение обозначается в описаниях для различных типов конденсаторов Gruppo Energia это значение применяется при частоте 100 Гц и температуре окружающей среды 85 °C, с синусоидальной формы волны. Если температура и используемая частота отличается от номинальной, к каждому типу должен быть применен коэффициент преобразования. Если, кроме того, форма волны не является синусоидальной, нужно принимать во внимание новые параметры волны и (RMS). Максимальное значение переменного тока, которое может быть применено к конденсатору рассчитывается **уравнением 5**.

5

$$P = I_{rms}^2 \cdot ESR + V \cdot I_f$$

Il valore **V•I_f** è trascurabile in confronto a **I_{rms}²•ESR** così l'equazione di cui sopra si può semplificare nella equazione 6.

The value **V•I_f** is negligible compared with **I_{rms}²•ESR** so the above equation can be simplified to Equation 6.

Значение **V•I_f** пренебрежительно мало по сравнению с **I_{rms}²•ESR** таким образом приведенное выше уравнение можно упростить уравнением 6.

6

$$P = I_{rms}^2 \cdot ESR = \Delta T \cdot S \cdot \mu$$

Che porta infine all'**equazione 7**.

giving finally **equation 7**.

Приходим в итоге к **уравнению 7**.

7

$$I_{rms} = 2 \sqrt{\frac{\Delta T \cdot S \cdot \mu}{ESR}} = 2 \sqrt{\frac{\Delta T \cdot S \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}{tg \delta}}$$

Dove:

- ΔT è la differenza tra la temperatura ambiente e la temperatura di superficie del condensatore [° C]
- S è la superficie condensatore [cm²]
- $tg \delta$ è il valore del fattore di dissipazione
- μ è il coefficiente di dissipazione [W/cm²*°C]
- f è la frequenza [Hz]
- I_{rms} è la corrente alternata sovrapposta [A]
- ESR è la resistenza in serie equivalente [mΩ]
- P è la potenza dissipata [W]

La variazione di temperatura influenza il coefficiente di dissipazione mentre il fattore di dissipazione (o $tg \delta$) è influenzato dalla variazione sia della temperatura che della frequenza. Le specifiche DIN (41332, 41270, 42348, 41250) e CECC (30.300-016 e 30.300-017) forniscono i valori massimi di corrente alternata sovrapposta che si possono applicare al condensatore: i valori corrispondono o sono inferiori a quelli indicati per i condensatori di GRUPPO ENERGIA. Quando la corrente (I Ripple) è una somma di valori efficaci a frequenze diverse, la corrente equivalente che si può applicare al condensatore è calcolata secondo l'**equazione 8**.

Where:

- ΔT is the difference between ambient temperature and the temperature of capacitor surface [° C]
- S is the capacitor surface [cm²]
- $tg \delta$ is the value of dissipation factor
- μ is the dissipation coefficient [W/cm²*°C]
- f is the frequency [Hz]
- I_{rms} is the superimposed alternating current [A]
- ESR is the equivalent series resistance [mΩ]
- P is the dissipated power [W]

Temperature variation influences the dissipation coefficient while the dissipation factor (or $tg \delta$) is influenced by the variation both of temperature and frequency. The DIN (41332, 41270, 42348, 41250) and CECC (30300-016 and 30300-017) specifications give the maximum values of superimposed alternating current that may be applied to the capacitor: the values correspond or are inferior to those indicated for the GRUPPO ENERGIA capacitors. When the ripple current is a sum of rms values at different frequencies, the equivalent current seen by the capacitor is calculated as per **Equation 8**.

Где:

- ΔT разница между температурой окружающей среды и температурой поверхности конденсатора [° C]
- S поверхность конденсатора [cm²]
- $tg \delta$ значение коэффициента рассеяния
- μ коэффициент диссипации [W/cm²*°C]
- f это частота [Hz]
- I_{rms} наложение переменного тока [A]
- ESR эквивалентное последовательное сопротивление [mΩ]
- P рассеиваемая мощность [W]

Изменение температуры влияет на коэффициент рассеяния в то время как тангенс угла потерь ($tg \delta$) зависит от изменения как температуры так и частоты. DIN (41332, 41270, 42348, 41250) и CECC (30300-016 и 30300-017) дают максимальные значения наложенного переменного тока, который может быть применен к конденсатору: приведенные значения соответствуют или ниже тех, которые применяются для конденсаторов GRUPPO ENERGIA. Когда величина тока (I Ripple) является суммой действующих значений на разных частотах, эквивалентный ток допустимый для конденсатора вычисляется по **уравнению 8**.

8

$$I_{rms100Hz} = 2 \sqrt{\sum_{f=1Hz}^{nHz} \left(\frac{I_f}{K_f} \right)^2}$$

Dove:

Kf è indicato per ogni famiglia di prodotti.

Where:

Kf is listed for each product family.

Где:

Kf определяется для каждого типа конденсаторов

TENSIONE

Tensione nominale (V_n)

È la tensione massima di esercizio per servizio continuo alla temperatura nominale

• Sovratensione (V_s)

Le sovratensioni dovute alla sovrapposizione dei componenti alternati transitori o di picco, devono essere sempre inferiori al picco di tensione. Il valore massimo del picco di tensione per ogni tensione nominale è indicato nella tabella dei dati elettrici.

• Reverse Voltage

Tensioni inverse non superiori a 1,5 Volt si possono applicare ai condensatori senza cambiamenti significativi delle normali prestazioni.

NOTA: per applicazioni speciali (ad esempio, apparecchiature di magnetizzazione) in cui si applica una certa percentuale di tensione inversa, si possono progettare condensatori in conformità con le esigenze del cliente.

ASPETTATIVA DI VITA

È il periodo di tempo in cui un condensatore raggiunge i massimi valori tollerati di modifica dei suoi parametri elettrici.

COLLEGAMENTO DEI CONDENSATORI

I condensatori elettrolitici in alluminio possono essere collegati in parallelo: il collegamento deve essere tale che la corrente sia uniformemente distribuita attraverso ogni unità.

I condensatori elettrolitici in alluminio possono essere collegati in serie, usando le resistenze di bilanciamento per controllare la distribuzione di tensione che attraversa ciascuna unità.

VOLTAGE

• Rated Voltage (V_n)

Is the maximum operating voltage for continuous duty at the rated temperature.

• Surge Voltage (V_s)

The overvoltages due to the superposition of the transient or peak alternating components, must be always inferior than surge voltage. The maximum surge voltage value for each rated voltage is given in the table of electrical data

• Reverse Voltage

Reverse voltage not exceeding 1,5 Volts may be applied to the capacitors without significant change in normal performance characteristics.

NOTE: for special applications (e.g. magnetising equipment) where a certain percentage of reverse voltage shall be applied, capacitors in accordance with customer requirements may be designed.

EXPECTED LIFE

The Operational Life is the period of time in which a capacitor reaches the maximum accepted values of modification of its electrical parameters.

CAPACITOR CONNECTION

The aluminium electrolytic capacitors can be connected in parallel: the connection must be as such that the current flows equally through each unit.

The aluminium electrolytic capacitors can be connected in series: use balancing resistors to control the voltage distribution across each unit.

НАПРЯЖЕНИЕ

• Номинальное напряжение (V_n)

Это максимальное рабочее напряжение для непрерывной работы при номинальной температуре.

• Импульсное Напряжение (V_s)

Перенапряжение связанное с наложением переходных или пиковых переменных составляющих, они должны быть всегда ниже импульсного напряжения. Максимальное значение перенапряжения для каждого номинального напряжения приведены в таблице электрических характеристик

• Реверсное напряжение

Обратное напряжение не превышающее 1,5 вольт может быть применено к конденсаторам без значительных изменений нормальных характеристик.

ПРИМЕЧАНИЕ: для специальных применений (например намагничивания оборудования), где определяется процент от обратного напряжения, могут быть разработаны конденсаторы в соответствии с требованиями заказчика.

ОЖИДАЕМЫЙ СРОК СЛУЖБЫ

Срок службы является периодом времени, в котором конденсатор достигает максимально допустимых значений изменений его электрических параметров.

СОЕДИНЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ

Алюминиевые электролитические конденсаторы могут быть подключены параллельно: соединение должно быть таковым, чтобы ток протекал одинаково через каждую единицу.

Алюминиевые электролитические конденсаторы могут быть соединены последовательно с использованием балансирующих резисторов для контроля напряжения и его распределения по каждой единице.