

Componenti critici per la durata di vita degli UPS e manutenzione preventiva

Affidabilità e durata di vita degli UPS

Di Leo Saro e Clemente Zanettin



Introduzione



APPLI 572 A

Non appena installato un nuovo UPS, inizia un processo di deterioramento e invecchiamento naturale.

Alcuni componenti sono soggetti a un tasso di deterioramento nel tempo più elevato. Qualora non vengano controllati, questi componenti possono causare malfunzionamenti o guasti elettrici con conseguente interruzione dell'alimentazione del carico.

La continuità dell'alimentazione costituisce un aspetto fondamentale per le applicazioni critiche. Utenti e persone responsabili della gestione di risorse e servizi sono sempre più interessati a mantenere in funzione le proprie apparecchiature senza degrado delle prestazioni per evitare guasti imprevisti.

Di conseguenza si trovano a dover affrontare il compito di comprendere come estendere il ciclo di vita degli UPS, identificare quali sono i componenti che hanno la durata di vita più limitata, gestire le loro esigenze di manutenzione preventiva e diminuire i periodi di fuori servizio non programmati, riducendo contemporaneamente i costi globali tramite minimizzazione di costose interruzioni e arresti delle applicazioni.

I componenti con un tasso particolarmente elevato di deterioramento sono quelli basati sui processi elettrochimici o dotati di parti interne mobili come i condensatori DC e i ventilatori.

Al giorno d'oggi, la durata di vita di questi componenti è statisticamente prevedibile ed è possibile stimare la frequenza di guasto.

Con una manutenzione preventiva svolta periodicamente, i componenti interessati possono essere sostituiti prima che provochino problemi seri e richiedano una manutenzione correttiva più costosa e dispendiosa in termini di tempo. La manutenzione preventiva, eseguita solo sui componenti pertinenti quando è necessario, ottimizza la durata di vita utile dell'UPS, riducendo i periodi di fuori servizio non programmati e diminuendo i costi di manutenzione a lungo termine.

Lo scopo di questa guida è di fornire un ausilio agli utenti per comprendere i principali concetti di affidabilità e aumentare la propria fiducia nella gestione del sistema UPS utilizzato per la protezione dei carichi critici.

Glossario

Affidabilità	La capacità di un componente o di un sistema di svolgere le proprie funzioni richieste nelle condizioni indicate per un determinato periodo di tempo
Guasto	La cessazione della capacità di un componente o di un sistema di eseguire una funzione richiesta
Tasso di guasto	Il numero di guasti di un componente e/o di un sistema per unità di tempo di esposizione
Usura	Una situazione in cui un prodotto e/o un componente non può più essere utilizzato perché danneggiato dopo un uso gravoso e/o prolungato per un determinato periodo di tempo
Manutenzione preventiva	La manutenzione ordinaria di un sistema, destinata a prevenire l'insorgere di problemi di affidabilità

Sommario

Introduzione.....	2
Glossario.....	2
Concetti di affidabilità	4
Definizione di guasto.....	4
Eventi distruttivi e deterioramento	4
Modellazione dell'affidabilità: analisi di Weibull	5
Affidabilità, componenti critici e manutenzione preventiva.....	6
Meccanismi di guasto di componenti critici	7
Conclusioni	9
Bibliografia.....	9
Informazioni sugli autori	9

Concetti di affidabilità

Definizione di guasto

Prima di discutere i concetti di affidabilità in dettaglio, vale la pena di chiarire che cosa costituisce un guasto.

Nel settore degli UPS, l'esigenza principale da soddisfare per il cliente è di garantire l'affidabilità del sistema, perché la continuità dell'alimentazione costituisce un aspetto fondamentale per tutte le applicazioni critiche.

È ben noto che per avere la massima protezione del carico, l'UPS deve funzionare in modalità a doppia conversione, con il trasferimento in modalità di bypass solo nel caso di condizioni anomale temporanee o nel caso di guasto dei blocchi che realizzano la modalità a doppia conversione.

In effetti, nella modalità a doppia conversione (denominata anche "modalità on-line" o "modalità normale"), un raddrizzatore d'ingresso converte la corrente alternata in corrente continua per alimentare un inverter che genera una perfetta onda sinusoidale AC prima di erogarla all'applicazione. Questo processo di doppia conversione isola completamente l'uscita dall'alimentazione di rete, garantendo che le applicazioni critiche ricevano solo un'alimentazione elettrica pulita e affidabile (Fig. 1).

In condizioni di funzionamento normale, un UPS a doppia conversione converte continuamente l'alimentazione due volte. Se l'alimentazione d'ingresso AC scende al di sotto dei limiti predefiniti, il raddrizzatore d'ingresso si spegne e l'inverter di uscita inizia ad essere alimentato dalla batteria. Solo nel caso di un grave sovraccarico dell'inverter o di un guasto interno del raddrizzatore o dell'inverter, si attiva immediatamente l'interruttore di bypass statico, per mantenere alimentati i carichi in uscita.

In modalità di bypass (detta anche "modalità di emergenza"), l'uscita è collegata direttamente all'ingresso, con un filtro che consente di eliminare solo lievi disturbi: qualsiasi potenziale difetto presente nell'alimentazione di rete viene trasferito al carico. Il livello di protezione dell'applicazione è così drasticamente ridotto (Fig. 2). Questo può costituire un grosso problema a meno che la situazione non sia solo temporanea.

Di conseguenza, si definisce "guasto dell'UPS" un qualsiasi evento che determina la fine definitiva della capacità dell'UPS di alimentare le applicazioni in modalità a doppia conversione, anche se le applicazioni vengono ancora alimentate in modalità di bypass (Fig. 3).

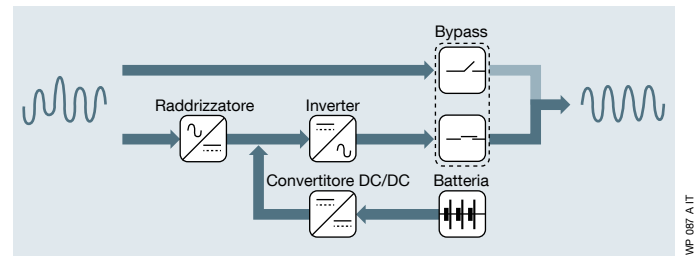


Fig. 1 - UPS in modalità a doppia conversione (modalità normale/modalità on-line).

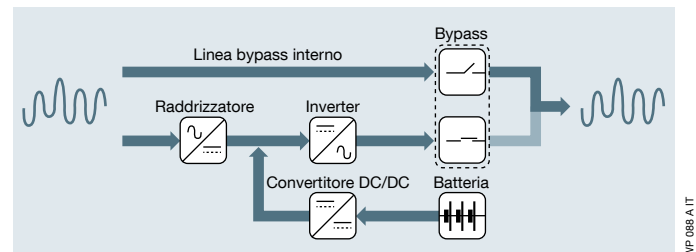


Fig. 2 - UPS in modalità di bypass (situazione temporanea).

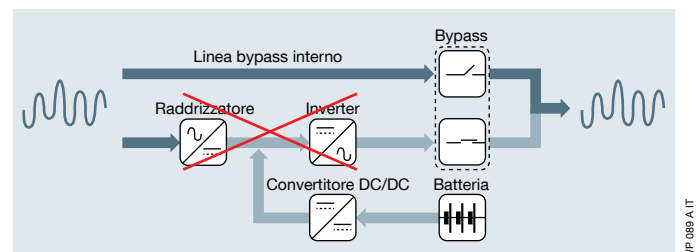


Fig. 3 - UPS in modalità di bypass (situazione permanente) a causa di un guasto sullo stadio a doppia conversione.

Eventi distruttivi e deterioramento

Di solito, l'evento che determina la fine della capacità dell'UPS di alimentare il carico in modalità a doppia conversione è un evento distruttivo (per esempio un arresto del ventilatore) che influisce su un componente critico interno.

A partire dalla loro messa in servizio, tutti i prodotti e i loro componenti attraversano un processo naturale di invecchiamento continuo e deterioramento che porta al degrado delle loro prestazioni e/o dei loro parametri intrinseci (per esempio, in un ventilatore la velocità di rotazione è collegata alla capacità di raffreddamento: ne deriva il degrado di entrambi i parametri). Alla fine, non sono più in grado di svolgere la propria funzione desiderata (per es. il ventilatore con velocità di rotazione insufficiente), causando un "guasto" dell'UPS, come sopra definito.

È chiaro che entrambi i fenomeni devono essere esaminati per comprendere come garantire l'affidabilità del sistema UPS.

Nel caso di deterioramento, è importante definire per ogni componente critico il livello di deterioramento massimo che è possibile tollerare prima della sua perdita di funzionalità, considerando che i fenomeni di deterioramento in elettronica tendono in genere ad accelerare rapidamente al di sopra di una certa soglia e diventano incontrollabili.

Così, il componente può essere sostituito prima che diventi un "guasto" a livello del sistema UPS.

Modellazione dell'affidabilità: analisi di Weibull

Una volta che il criterio di guasto di un componente sia stato definito in modo chiaro e preciso, è possibile analizzare la sua tendenza a guastarsi nel corso del tempo. In generale, il trend dei tassi di guasto è quello mostrato in fig. 4. In base alla sua forma, il grafico è denominato “curva a vasca da bagno”. La curva a vasca da bagno può essere approssimata analiticamente assegnando una distribuzione di Weibull al tasso di guasto:

$$\lambda(t) = \beta \lambda_c (\lambda_c t)^{\beta-1}$$

La distribuzione di Weibull è definita tramite 2 parametri: β , λ_c . In particolare, il parametro di Weibull β (pendenza) rappresenta la variazione di tendenza del tasso di guasto nel tempo: quando $\beta < 1$ il tasso di guasto λ diminuisce nel tempo, quando $\beta = 1$ il tasso di guasto λ è costante (distribuzione esponenziale) e quando $\beta > 1$ il tasso di guasto aumenta nel tempo. Dalla curva a vasca da bagno, sono state individuate 3 classi di guasti:

- guasti iniziali,
 - guasti casuali,
 - guasti di usura,
- a seconda del momento in cui si verificano.

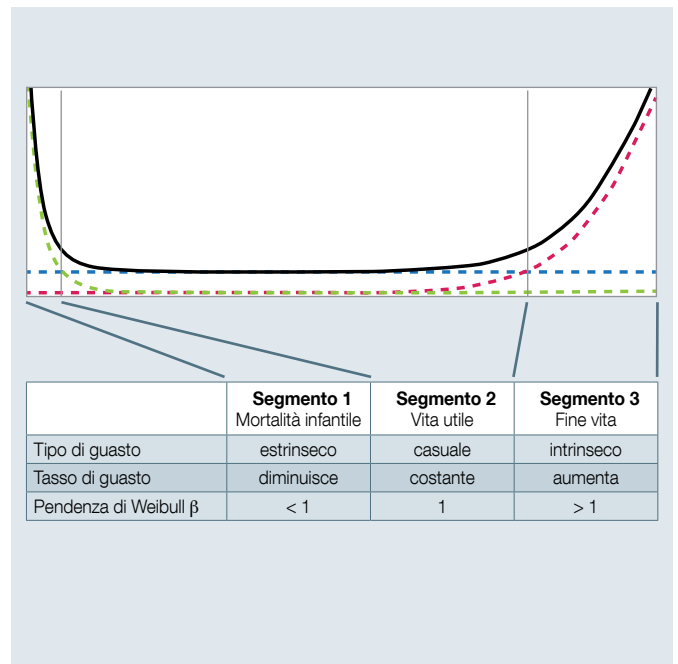


Fig. 4 - Combinazione di curve di Weibull e risultante della curva a vasca da bagno.

Guasti iniziali o guasti di “mortalità infantile”

Questi guasti si verificano relativamente presto dopo che si è iniziato a utilizzare il componente e sono caratterizzati da una diminuzione del tasso di guasto nel tempo ($\beta < 1$).

Vengono anche definiti guasti estrinseci [dal latino *extrinsecus* = proveniente dall'esterno], perché possono essere direttamente attribuiti a deviazioni o difetti non previsti durante la fabbricazione (difetti di fabbricazione del materiale).

I guasti precoci possono essere minimizzati utilizzando strumenti di progettazione e fabbricazione come la metodologia Sei Sigma e tecniche di miglioramento della qualità, ma non possono essere completamente eliminati perché è impossibile controllare i processi a livello molecolare.

Per ridurre il rischio di immettere sul mercato prodotti con difetti iniziali, è possibile effettuare test di burn-in (utilizzo prolungato) e run-in (rodaggio) a tutti i livelli di produzione. Questo per garantire che le unità inizino la loro vita operativa più vicino alla parte piatta della curva a vasca da bagno.

Guasti casuali o guasti di “vita utile”

Al maturare del prodotto, i componenti più deboli si usurano e il tasso di guasto diventa quasi costante ($\beta \approx 1$).

I componenti si trovano in quello che è considerato il loro periodo di vita normale, caratterizzato da un tasso di guasto relativamente costante, fino a quando non si verificano guasti di usura. La lunghezza di questo periodo è denominata la vita utile di un componente.

Guasti di usura o di “fine vita”

Infine, i guasti sono provocati dall'usura e dal deterioramento delle unità a causa dei limiti fisici dei loro materiali. Vengono anche definiti guasti intrinseci [dal latino *intrinsecus* = interno], perché possono essere attribuiti al naturale deterioramento dei loro materiali. Quando i componenti sottoposti a sollecitazioni elettriche e termiche iniziano a deteriorarsi o usurarsi, i guasti si verificano a tassi crescenti ($\beta > 1$).

Riepilogo

Per riepilogare, la “curva a vasca da bagno” è la sovrapposizione matematica di tre funzioni distinte.

La prima funzione rappresenta i guasti di “mortalità infantile”, la seconda rappresenta i guasti “costanti” e la terza rappresenta i guasti “di usura”.

Questo documento tecnico si concentra sui guasti di fine vita, purché i guasti precoci e i guasti di vita utile siano stati minimizzati dal produttore tramite la progettazione e il processo di fabbricazione del prodotto e dall'utente finale tramite una corretta installazione e un uso nelle condizioni specificate.

Affidabilità, componenti critici e manutenzione preventiva

I meccanismi di usura dei vari componenti elettronici sono stati esaminati e caratterizzati per sviluppare formule in grado di predirne il tempo di usura in fase di progettazione.

Alcuni componenti sono soggetti naturalmente a un tasso di deterioramento nel tempo più elevato.

Il tasso di guasto globale è la somma dei tassi di guasto di tutti i componenti:

$$\lambda = \sum(\lambda) = \lambda + \lambda + \dots + \lambda_{CAPS} + \lambda_{FANS}$$

Di conseguenza, il componente più debole determina la durata di vita utile dell'intero sistema.

In fig. 5 viene illustrato questo concetto.

È chiaro che questo caso particolare non è consigliabile, perché un piccolo numero di componenti compromette l'affidabilità complessiva dell'apparecchiatura, mentre la maggior parte può durare molto più a lungo prima di usarsi.

Una possibile soluzione è di ritardare l'usura di questi componenti, modificandoli in fase di progettazione, evitando il fenomeno del "collo di bottiglia". (Fig. 6). Purtroppo, questo richiede un notevole sovradimensionamento e costi insostenibili, in particolare se i prodotti sono destinati a durare per un periodo di tempo molto lungo (oltre 15 anni). Inoltre, per alcuni componenti (quali i ventilatori), il fenomeno di usura è intrinsecamente collegato alla tecnologia dei cuscinetti, quindi non può essere neutralizzato tramite sovradimensionamento.

Di conseguenza, la soluzione migliore per prevenire la riduzione della vita utile dell'apparecchio è di sostituire i componenti deboli prima della loro usura (tramite manutenzione preventiva), vedere la fig. 7. Questa soluzione viene ampiamente utilizzata perché è la più conveniente dal punto di vista economico, ottimizzando i costi complessivi nel corso dell'intero ciclo di vita del prodotto e riducendo allo stesso tempo la probabilità di guasto e il conseguente periodo di fuori servizio.

Una strategia simile viene utilizzata anche per applicazioni di uso quotidiano come nel caso delle automobili. Componenti con un tasso di deterioramento elevato, come spazzole tergicristallo, filtri aria, pneumatici, pastiglie freno ecc., vengono regolarmente sostituiti nell'ambito del programma di manutenzione delle automobili.

A seconda delle effettive condizioni di utilizzo dell'apparecchiatura e della distribuzione naturale delle caratteristiche dei componenti, il tempo di usura può variare. È possibile supporre una distribuzione statistica tramite una curva gaussiana con un valore medio e una "deviazione standard" σ , che determina la forma della distribuzione. Questo concetto è illustrato graficamente in fig. 8, che mostra due distribuzioni gaussiane con diversi σ . Per ridurre il rischio di guasto, è necessario predisporre il programma di manutenzione considerando lo scenario del caso peggiore in termini di usura.

Sia il tempo di usura medio sia la deviazione standard della distribuzione gaussiana dipendono dalle caratteristiche dei componenti in combinazione con il proprio ambiente e le specifiche condizioni di funzionamento, tutti fattori non necessariamente noti né prevedibili. In pratica, per la manutenzione preventiva, viene utilizzato un margine di sicurezza, stabilito dal tempo medio di usura stimato (Fig. 9).

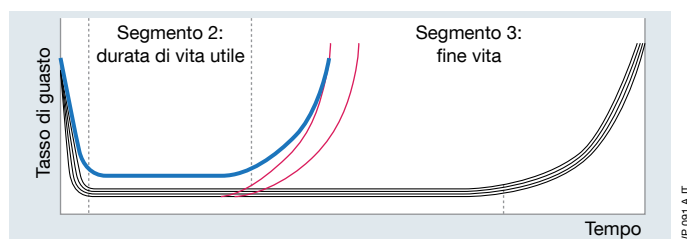


Fig. 5 - Tasso di guasto dei componenti (linea nera), tasso di guasto dei componenti critici (linea rossa) e tasso di guasto globale (linea blu).

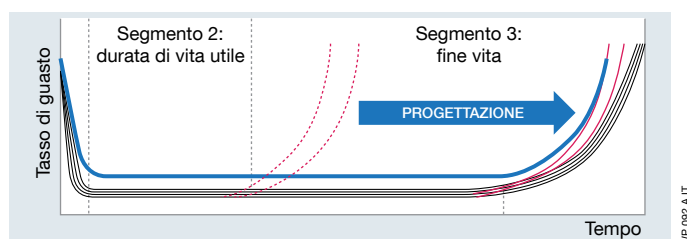


Fig. 6 - Ritardo dell'usura dei componenti critici tramite modifica della loro progettazione.

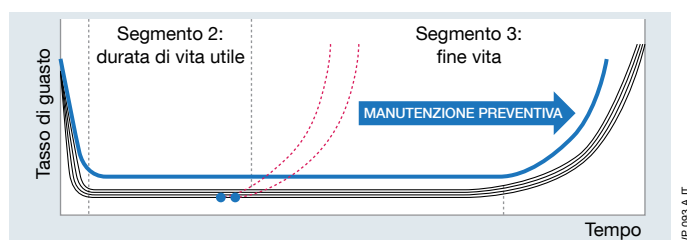


Fig. 7 - Manutenzione preventiva per sostituire i componenti critici.

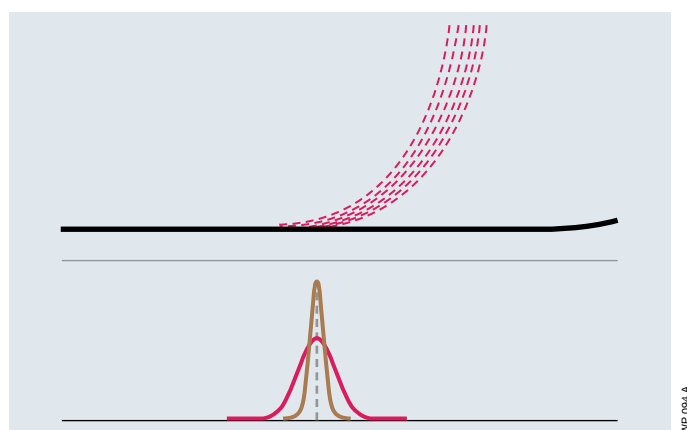


Fig. 8 - Il tempo di usura ha una distribuzione statistica.



Fig. 9 - La manutenzione preventiva anticipa l'usura negli scenari peggiori.

Meccanismi di guasto di componenti critici

Questi componenti critici in genere utilizzano processi elettrochimici o hanno parti mobili all'interno: condensatori DC, condensatori AC e ventilatori.

Condensatori elettrolitici (in alluminio)

Un condensatore elettrolitico in alluminio è costituito da due strati di alluminio separati da uno strato dielettrico.

Un elettrodo (anodo) è composto da una lamina di alluminio con una superficie allargata, che consente dimensioni molto compatte del condensatore (incisione).

Lo strato di ossido (Al_2O_3) che vi si accumula sopra è utilizzato come dielettrico. A differenza di altri tipi di condensatori, il catodo di un condensatore elettrolitico in alluminio è costituito da un liquido conduttivo: l'elettrolito conduttore.

Una seconda lamina di alluminio, chiamata lamina catodica, è dotata di un'ampia superficie e serve come zona di contatto attraverso cui la corrente passa all'elettrolito conduttore. Le due lamine di alluminio sono separate tramite spaziatori di carta.

Essendo dispositivi polarizzati, i condensatori elettrolitici in alluminio vengono utilizzati con una polarizzazione di tensione DC corretta, oltre a una tensione alternata sovrapposta.

Essendo così compatti, questi condensatori vengono utilizzati negli UPS in combinazioni in serie/parallelo per formare il banco di condensatori DC.

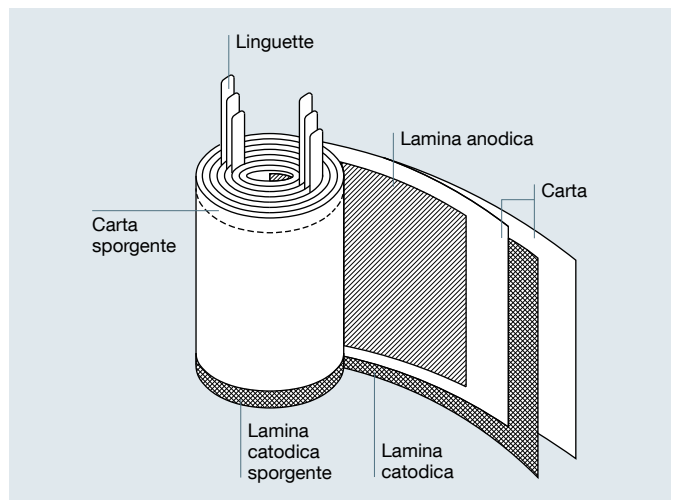


Fig. 10 - La struttura dei condensatori elettrolitici (per gentile concessione di TDK-EPC).

La durata di vita di un condensatore elettrolitico è limitata a causa del suo deterioramento elettrochimico, accelerato dalle sollecitazioni termiche e dalla tensione. In particolare, un aumento della temperatura interna provoca l'evaporazione dell'elettrolito, da cui deriva un aumento della resistenza interna (ESR) e una perdita di capacità. Inoltre, un aumento della temperatura associata a una tensione applicata provoca reazioni elettrochimiche nello strato di ossido della lamina dell'anodo, comportando un calo di capacità, una corrente di dispersione (IL) e un aumento della resistenza interna (ESR).

Criteri di guasto	Il tempo di usura dipende da:
<ul style="list-style-type: none">• Calo di capacità: $\Delta C/C > 10\%$• Aumento della resistenza in serie equivalente: $\Delta ESR/ESR > 30\%$• Aumento della corrente di dispersione: $IL > \text{limite specificato}$	<ul style="list-style-type: none">• Tensione applicata del condensatore: V_c• Temperatura del condensatore: T_c

Condensatori a pellicola in polipropilene metallizzato (condensatori MPPF)

Nei condensatori a pellicola in polipropilene metallizzato, gli elettrodi metallici sono depositati sotto vuoto direttamente sulla superficie della pellicola dielettrica. Le diverse forme, spessori e leghe metalliche dello strato metallico influiscono sulle sue caratteristiche. Un notevole vantaggio della tecnologia dei condensatori a pellicola metallizzata è costituito dalle sue proprietà di autorigenerazione: nel caso di una perforazione del dielettrico limitata, la pellicola metallizzata evapora, la perforazione viene eliminata e il condensatore riacquista la sua piena capacità, ad eccezione di una piccola riduzione di capacità elettrica.

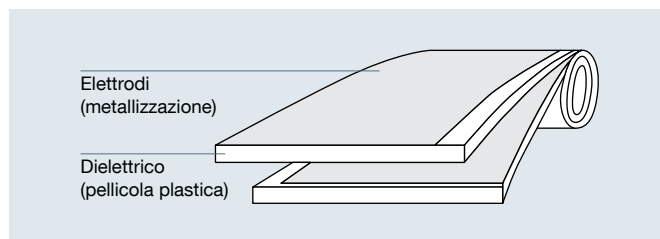


Fig. 11 - Disposizione tipica di pellicola e lamine nei condensatori PPF (per gentile concessione di TDK-EPC).

Anche se i condensatori MPPF possono essere realizzati con dimensioni ridotte utilizzando uno strato metallico molto sottile e una pellicola dielettrica di basso spessore, la loro densità è lontana da quella dei condensatori elettrolitici, principalmente per via dell'incisione della lamina dell'anodo che viene effettuata nei condensatori in alluminio. D'altra parte, i condensatori MPPF non sono dispositivi polarizzati e di conseguenza possono essere utilizzati in applicazioni AC. Per gli UPS, i condensatori MPPF vengono utilizzati negli stadi di ingresso e di uscita del filtro AC. Il deterioramento dei condensatori MPPF può essere determinato da perforazioni del dielettrico, quando il condensatore è soggetto ripetutamente a sovratensioni. Anche se le conseguenze di questi guasti sono mitigate dalle proprietà autorigeneranti del condensatore, comportano una perdita di capacità fino a quando non venga raggiunta la condizione di circuito aperto. Possono verificarsi anche scariche elettriche nelle intercapedini d'aria vicino agli elettrodi, causandone il deterioramento e una perdita di capacità. Questo meccanismo di rottura è denominato effetto corona e viene attivato dalla tensione AC e fattori ambientali come la temperatura e l'umidità relativa (% UR).

La principale conseguenza della tensione AC in combinazione con l'umidità e l'accelerazione provocata dalla temperatura è la corrosione elettrochimica delle lamine metalliche. Questo comporta una diminuzione della capacità e un aumento della resistenza in serie equivalente (ESR).

Criteri di guasto	Il tempo di usura dipende da:
<ul style="list-style-type: none">• Calo di capacità: $\Delta C/C > 10\%$• Aumento della resistenza in serie equivalente: $\Delta ESR/ESR > 100\%$• Aumento della corrente di dispersione	<ul style="list-style-type: none">• Tensione applicata del condensatore: V_c• Temperatura del condensatore: T_c• Umidità relativa: UR

Ventilatori di raffreddamento

Una certa quantità di energia assorbita dai dispositivi elettrici ed elettronici viene convertita in calore. Questo calore generato, quindi, si dissipa naturalmente nell'ambiente circostante attraverso la convezione naturale dell'aria e la radiazione. Quando questi effetti di raffreddamento non sono sufficienti, al fine di mantenere la temperatura dei componenti elettronici sotto controllo e consentire una dimensione più piccola del prodotto, vengono utilizzate ventole di raffreddamento per la convezione di aria forzata. Queste ventole, nella maggior parte dei casi ventole assiali piatte, sono solitamente dotate di custodia esterna e di un motore elettrico integrato nel mozzo della ventola. Con il movimento della ventola, viene generato un flusso d'aria in direzione assiale, principalmente con correnti di aspirazione d'aria laminari e correnti di scarico d'aria turbolente. La presenza di ostacoli al flusso d'aria comporta una caduta di pressione tra il flusso di aria di aspirazione e il flusso di aria di scarico. La caduta di pressione provoca un aumento del consumo delle ventole e del rumore acustico generato.

I meccanismi di guasto a fine vita sono principalmente dovuti all'usura nella tecnologia dei cuscinetti, nelle pale della ventola o nella relativa custodia. Le conseguenze sono di solito una riduzione della velocità di rotazione della ventola e un aumento del rumore acustico prodotto.

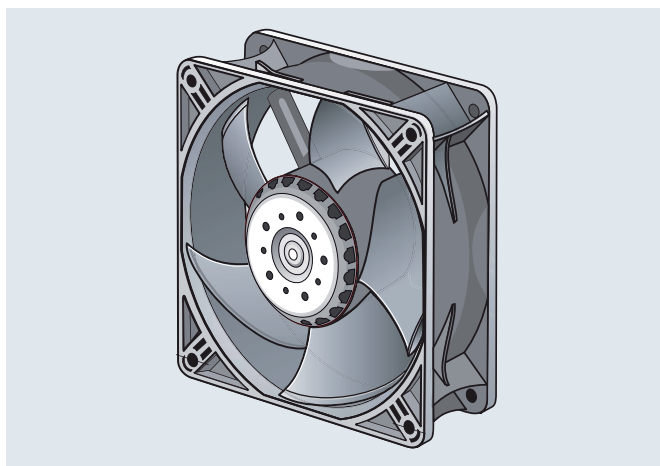


Fig. 12 - Ventola assiale piatta (per gentile concessione di EBM Papst).

Criteri di guasto	Il tempo di usura dipende da:
<ul style="list-style-type: none">• Calo di velocità di rotazione: $\Delta N/N > 10\%$• Aumento di rumore acustico: + 3 dBA	<ul style="list-style-type: none">• Temperatura della ventola: T_f

Conclusioni

Come le spazzole tergicristallo, i filtri dell'aria o le pastiglie freni di un'auto, ogni UPS contiene componenti a durata limitata con un processo di invecchiamento naturalmente più rapido, che è necessario sostituire secondo le specifiche indicate dal produttore. Ventilatori, condensatori elettrolitici e, in misura minore, condensatori a pellicola sono i componenti di un UPS con un tasso di deterioramento nel tempo più elevato. Tali componenti rappresentano il "collo di bottiglia" nell'affidabilità complessiva del sistema UPS e ne limitano la durata di vita, perché il guasto di uno di questi componenti influisce sulle prestazioni complessive del sistema UPS e può anche causarne il guasto.

La loro sostituzione effettuata periodicamente seguendo una strategia di manutenzione preventiva efficace migliora la durata dell'UPS e riduce drasticamente la probabilità di guasto e i conseguenti periodi di fuori servizio.

La regolare manutenzione dei condensatori e dei ventilatori costituisce anche una delle misure più convenienti dal punto di vista economico che possono essere adottate per ridurre il TCO (Total Cost of Ownership) del sistema UPS.

Perché una strategia di manutenzione preventiva è fortemente consigliabile, l'UPS deve essere progettato in modo da prevedere una procedura semplice, priva di rischio ed economica per sostituire questi componenti.

Bibliografia

Funzione di distribuzione statistica di ampia applicabilità, W.Weibull, ASME Journal of Applied Mechanics, vol. 18, n. 3, Set. 1951

Ingegneria dell'affidabilità: Teoria e pratica - A. Birolini - Springer - Verlag Berlin Heidelberg - 2014

Come misurare la durata di vita per la convalida della robustezza - passo a passo
ZVEI - Associazione dei produttori elettrici ed elettronici tedeschi e.V.

Derivazione di moltiplicatori di durata per condensatori elettrolitici, Sam G. Parler, Jr., www.cde.com

TDK-EPC Informazioni tecniche generali sui condensatori elettrolitici in alluminio, <https://en.tdk.eu>

Affidabilità dei condensatori per applicazioni DC-Link – una panoramica, Huai Wang, ECCE 2013

RFI X2 Condensatori per ambiente ad alta umidità

Michelazzi M., Boni E., Montanari D., Barbieri L., Chow T., Matero E., Sartini S., Bergamaschi F., CARTS International 2014

TDK-EPC Informazioni tecniche generali sui condensatori a pellicola, <https://en.tdk.eu>

Come valutare la vita di un ventilatore, Sung Kim, <http://www.electronics-cooling.com>

Harmsen, S., Ventole per il raffreddamento di apparecchiature elettroniche – funzione e comportamento nell'applicazione pratica, PAPST-MOTOREN GmbH & Co KG

Informazioni sugli autori

Clemente Zanettin

Clemente Zanettin ha conseguito la laurea in ingegneria elettrotecnica presso l'Università di Padova nel 1997.

La sua tesi di laurea è stata sul tema del filtraggio delle armoniche e sulla correzione del fattore di potenza nelle reti elettriche.

Ha lavorato per Siemens nel 1998 e dal 1999 lavora per Sicon s.r.l. (Gruppo Socomec), in cui svolge il ruolo di Power Electronic Professional Leader.

Le sue attività lavorative comprendono la progettazione di convertitori per UPS, FV e applicazioni di stoccaggio dell'energia.

I suoi principali interessi di ricerca riguardano i semiconduttori di potenza, i componenti magnetici e l'affidabilità e la disponibilità dei sistemi. È membro dell'associazione IEEE.

Leo Saro

Leo Saro ha conseguito la laurea in ingegneria elettronica presso l'Università di Padova nel 1987.

Dopo 7 anni di esperienza in FIAR (Finmeccanica) nella progettazione di radar avionici, lavora per Sicon s.r.l. (gruppo Socomec) dal 1994, dove attualmente svolge il ruolo di Market & Product Manager per UPS modulari e UPS industriali (dopo 10 anni trascorsi nel reparto R&S nella progettazione di raddrizzatori per telecomunicazioni e UPS modulari). Partecipa anche allo sviluppo di nuovi prodotti. I suoi principali interessi di ricerca riguardano lo sviluppo di soluzioni innovative per applicazioni di potenza critica e la comunicazione e la strategia di marketing del prodotto.

Socomec presente ovunque

IN ITALIA

MILANO

Via Leone Tolstoj, 75F
20098 San Giuliano Milanese (MI)

Critical Power

Tel. +39 02 98 242 942
Fax +39 02 98 240 723
ups.milano@socomec.com

Power Control & Safety / Energy Efficiency

Tel. +39 02 98 49 821
Fax +39 02 98 24 33 10
info.scip.it@socomec.com

VICENZA

Critical Power

Via Sila, 1/3
36033 Isola Vicentina (VI)
Tel. +39 04 44 598 611
Fax +39 04 44 598 620
ups.vicenza@socomec.com

PADOVA

Power Control & Safety / Energy Efficiency

Uff. Regionale Nord-Est
Via Prainbole, 3
I - 35100 Limena (Padova)
Tel. +39 04 98 843 558
Fax +39 04 90 990 841
info.scip.it@socomec.com

ROMA

Critical Power

Via Portuense 956
00148 Roma
Tel. +39 06 54 225 218
Fax +39 06 54 607 744
ups.roma@socomec.com

Power Control & Safety / Energy Efficiency

Uff. Regionale Centro-Sud
Via Fontana delle Rose 105
I - 00049 Velletri (Roma)
Tel. +39 06 98 960 833
Fax +39 06 96 960 834
info.scip.it@socomec.com

IN EUROPA

BELGIO

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.be@socomec.com

FRANCIA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
dcm.ups.fr@socomec.com

GERMANIA

Critical Power
info.ups.de@socomec.com
Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.scip.de@socomec.com

PAESI BASSI

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.nl@socomec.com

POLONIA

Critical Power
info.ups.pl@socomec.com
Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.scip.pl@socomec.com

PORTOGALLO

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.ups.pt@socomec.com

REGNO UNITO

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.uk@socomec.com

ROMANIA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.ro@socomec.com

SERBIA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.rs@socomec.com

SLOVENIA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.si@socomec.com

SPAGNA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.es@socomec.com

SVIZZERA

Critical Power
info@socomec.ch

TURCHIA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.tr@socomec.com

IN ASIA - PACIFICO

AUSTRALIA

Critical Power / Power Control & Safety
info.ups.au@socomec.com

CINA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.cn@socomec.com

INDIA

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.in@socomec.com

SINGAPORE

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.sg@socomec.com

TAILANDIA

Critical Power
info.ups.th@socomec.com

IN MEDIO ORIENTE

EMIRATI ARABI UNITI

Critical Power / Power Control & Safety /
Energy Efficiency
info.ae@socomec.com

AMERICA

U.S.A., IL CANADA E IL MESSICO

Power Control & Safety / Energy Efficiency
info.us@socomec.com

ALTRI PAESI

NORD AFRICA

Algeria / Marocco / Tunisia
info.naf@socomec.com

AFRICA

Altri paesi
info.africa@socomec.com

SUD EUROPA

Cipro / Grecia / Israele / Malta
info.se@socomec.com

SUD AMERICA

info.es@socomec.com

MAGGIORI DETTAGLI

www.socomec.it/worldwide

SEDE LEGALE

GRUPPO SOCOMECC

SAS SOCOMECC capital 10 686 000 €
R.C.S. Strasbourg B 548 500 149
B.P. 60010 - 1, rue de Westhouse
F-67235 Benfeld Cedex - FRANCE
Tel. +33 3 88 57 41 41
Fax +33 3 88 74 08 00
info.scip.isd@socomec.com

IL VOSTRO DISTRIBUTORE

www.socomec.it

your energy
our expertise

