

N O R M E T E C N I C H E I T A L I A N E

Norma Italiana

CEI EN 56-46

Data Pubblicazione

2005-07

Edizione

Prima + Corr. CEI:2006

Classificazione

56-46

Fascicolo

7772

Titolo

Gestione della fidatezza

Parte 3-5: Guida all'applicazione - Prove di affidabilità, condizioni di prova e principi statistici

Title

Dependability management

Part 3-5: Application guide - Reliability test conditions and statistical test principles



ELETTROTECNICA GENERALE E MATERIALI PER USO ELETTRICO

Copia concessa a UNIVERSITA' FIRENZE-BIBL. SCIENZE TECNOLOG. in data 26/03/2013 da CEI-Comitato Elettrotecnico Italiano

IEC / CEI EN 60300 series
CEI EN 60300-3-5



COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO

CNR CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

AIFIT FEDERAZIONE ITALIANA DI ELETTROTECNICA, ELETTRONICA, AUTOMAZIONE, INFORMATICA E TELECOMUNICAZIONI
Copia concessa a UNIVERSITA' FIRENZE-BIBL. SCIENZE TECNOLOG. in data 26/03/2013 da CEI-Comitato Elettrotecnico Italiano

requirements for each compliance test tool published.

A truncated sequential test can be described by the following:

- during the test, the test items are monitored continuously or at short intervals, and the accumulated relevant test time and the number of relevant failures are compared with the criteria given to determine whether to accept, reject or continue testing.

Similarly a time/failure terminated test can be described by the following:

- during the test, the test items are monitored continuously or at short intervals, and the relevant test time is accumulated until either a predetermined amount of relevant test time has been exceeded (accept), or a predetermined number of relevant failures has occurred (reject).

bilità per ogni metodo di prova pubblicato.

Una prova sequenziale troncata può essere così descritta:

- durante la prova gli elementi in prova sono sorvegliati continuamente o a corti intervalli ed il tempo di prova pertinente ed il numero cumulato di guasti pertinenti vengono confrontati col criterio fissato per determinare se accettare, rifiutare o continuare la prova.

In modo simile una prova troncata al tempo/guasto può essere così descritta:

- durante la prova gli elementi in prova sono sorvegliati continuamente o a corti intervalli ed il tempo di prova pertinente è cumulato fino a che si superi un ammontare predeterminato di tempo di prova pertinente (accettazione) o si verifichi un numero predeterminato di guasti pertinenti (rifiuto).

Tab. 1 **Type of statistical test plans**

Tipi di piani di prova statistici

Tipo di piano di prova statistico <i>Type of statistical test plan</i>	Applicazione <i>Application</i>	Requisiti di affidabilità <i>Reliability requirement</i>	Strumento <i>Tool</i>
Prova sequenziale troncata <i>Truncated sequential test</i>	Elementi non riparati, riparati, sostituiti, non sostituiti <i>Non-repaired, repaired, replaced, non-replaced items</i>	Tasso/Intensità di guasto costante accettabile/non accettabile <i>Acceptable and unacceptable constant failure rate/intensity</i>	IEC 61124
	Elementi riutilizzati, non riutilizzati <i>Reused, non-reused items</i>	Proporzione di guasti/successi <i>Failure ratio/success ratio</i>	IEC 61123
Prova troncata a tempo/guasto fisso <i>Fixed time/failure terminated test</i>	Elementi non riparati, riparati, sostituiti, non sostituiti <i>Non-repaired, repaired, replaced, non-replaced items</i>	Tasso/Intensità di guasto costante accettabile/non accettabile <i>Acceptable and unacceptable constant failure rate/intensity</i>	IEC 61124
	Elementi riutilizzati, non riutilizzati <i>Reused, non-reused items</i>	Proporzione di guasti/Proporzione di successi <i>Failure ratio/success ratio</i>	IEC 61123
Prova alternative terminate a tempo/guasto (personalizzate) <i>Alternative time/failure terminated test (customized)</i>	Elementi non riparati, riparati, sostituiti, non sostituiti <i>Non-repaired, repaired, replaced, non-replaced items</i>	Tasso/Intensità di guasto costante accettabile/non accettabile <i>Acceptable and unacceptable constant failure rate/intensity</i>	IEC 61124
	Elementi riutilizzati, non riutilizzati <i>Reused, non-reused items</i>	Proporzione di guasti/Proporzione di successi <i>Failure ratio/success ratio</i>	IEC 61123
Prova terminata a tempo di calendario senza riparazione/sostituzione <i>Fixed calendar time terminated test without repair/replacement</i>	Elementi non riparati, riparati, sostituiti, non sostituiti <i>Non-repaired, repaired, replaced, non-replaced items</i>	Tasso/Intensità di guasto costante accettabile/non accettabile <i>Acceptable and unacceptable constant failure rate/intensity</i>	IEC 61124

The following figures give guidance on the choice of type of statistical test plan. In particular Figure 1 shows a comparison between a truncated sequential test and a time/failure terminated test with the same risks. Figure 2 shows the expected accumulated relevant test time to decision as a function of the true mean time between failures of the item

Le figure seguenti forniscono una guida sulla scelta del tipo di piano di prova statistico. In particolare la Fig. 1 mostra il confronto tra una prova sequenziale troncata ed una prova troncata al tempo/guasto con gli stessi rischi. La Fig. 2 mostra la durata di prova cumulata prevista per la decisione, in funzione del vero tempo operativo me-



for the two basic types of plans. The figures illustrate some of the advantages and disadvantages of the two plans.

dio tra guasti per i due tipi base di piani. Le figure illustrano alcuni dei vantaggi e degli svantaggi dei due piani.

Fig. 1 **Comparison between a truncated sequential test and a time/failure terminated test with the same risks**

Confronto tra una prova sequenziale troncata ed una prova troncata al tempo/guasto con gli stessi rischi

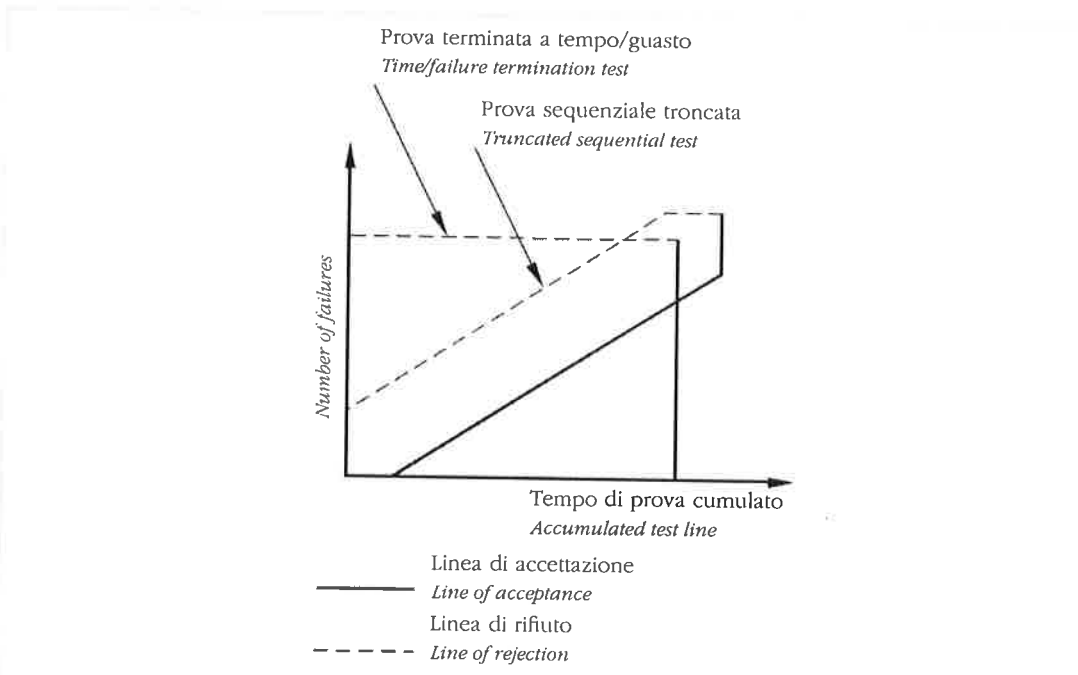
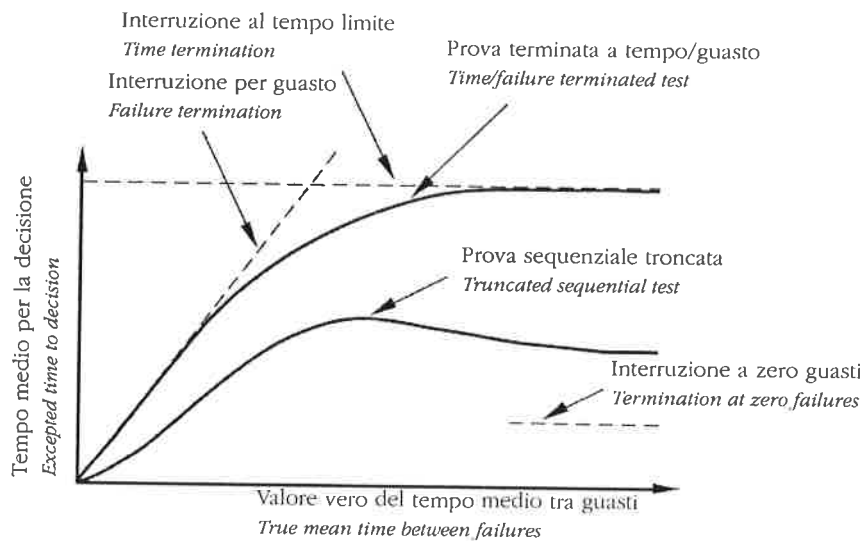


Fig. 2 **Expected accumulated relevant test time to decision as a function of the true mean time between failures**

Tempo pertinente cumulato previsto di prova per la decisione, in funzione del vero tempo operativo medio tra guasti



Based on Figures 1 and 2, Table 2 below shows a summary of the advantages and disadvantages of both truncated sequential tests and time/failure terminated tests.

Sulla base delle Figure 1 e 2, la seguente Tab. 2 riassume i vantaggi e gli svantaggi delle prove sequenziali troncate e delle prove troncate al tempo/guasto.



Tab. 2 Comparison of statistical test plans

Confronto tra i piani di prova statistici

Tipo di piano di prova statistico <i>Type of statistical test plan</i>	Vantaggi <i>Advantages</i>	Svantaggi <i>Disadvantages</i>
Prova troncata al tempo/guasto <i>Time/failure terminated test</i>	Il valore massimo del tempo cumulato di prova è fissato, quindi i requisiti massimi per gli apparati di prova e per la manodopera sono conosciuti prima che le prove inizino <i>Maximum accumulated test time is fixed, therefore maximum requirements for test equipment and manpower are fixed before testing begins</i>	In media il numero di guasti ed il tempo cumulato di prova superano quelli di una simile prova sequenziale troncata <i>On average, the number of failures and the accumulated test time will exceed those of a similar truncated sequential test</i>
	Il numero massimo di guasti è stabilito prima della prova, quindi il numero massimo di elementi in prova può essere predeterminato nel caso di prova senza riparazione o sostituzione <i>Maximum number of failures is fixed prior to testing, therefore the maximum number of test items can be determined in case of testing without repair or replacement</i>	Elementi molto buoni o molto cattivi richiedono di sperimentare il tempo massimo di prova o il numero massimo di guasti prima di prendere una decisione, che potrebbe essere presa prima nel caso di una prova sequenziale troncata simile <i>Very good items or very bad items need to experience the maximum accumulated test time or number of failures to make a decision, which can be made sooner with a similar truncated sequential test</i>
	Il valore massimo del tempo cumulato di prova è più breve di quello di una prova sequenziale troncata simile <i>Maximum accumulated test time is shorter than for a similar truncated sequential test</i>	
Prova sequenziale troncata <i>Truncated sequential test</i>	In generale, il numero di guasti per arrivare ad una decisione è inferiore a quello della corrispondente prova troncata al tempo/guasto <i>Overall, the number of failures to a decision is lower than for the corresponding fixed time/failure terminated test</i>	Il numero di guasti, e quindi i costi della prova, varieranno in misura maggiore rispetto a quelli di una prova corrispondente troncata al tempo/guasto <i>The number of failures and therefore the test item costs will vary in a broader range than for similar time/failure terminated tests</i>
	La prova fissa i valori massimi in termini di tempo cumulato di prova e numero di guasti <i>The test has fixed maxima with respect to accumulated test time and number of failures</i>	I valori massimi del tempo cumulato di prova e del numero di guasti potrebbero superare quelli della corrispondente prova troncata al tempo/guasto <i>Maximum accumulated test time and number of failures could exceed those for the equivalent time/failure terminated test</i>
	In generale, il tempo cumulato di prova per arrivare ad una decisione è minimo <i>Overall, the accumulated test time to a decision is a minimum</i>	

5.1.1

Terms used in reliability compliance testing

Compliance testing is used when it is required that the reliability performance of a design is tested for compliance with (a) specified parameter(s). The result of the test will therefore be "accepted" (compliant) or "rejected" (non-compliant).

Compliance testing is based on the theory of statistical hypothesis testing.

A statistical test is a procedure used to decide whether a hypothesis (called null) should be rejected in favour of an alternative hypothesis. These hypotheses are statements about parameters of the assumed probability models.

Termini usati nelle prove affidabilistiche di conformità

Le prove di conformità si usano quando è richiesto che la prestazione di affidabilità di un progetto venga esaminata per verificarne la conformità ad uno o più specifici parametri. Il risultato della prova sarà quindi "accettato" (conforme) o "respinto" (non-conforme).

Le prove di conformità si basano sulla teoria delle prove statistiche di ipotesi.

Una prova statistica è una procedura utilizzata per decidere se un'ipotesi (chiamata nulla) dovrebbe essere rifiutata in favore di un'ipotesi alternativa. Queste ipotesi sono asserzioni riguardanti parametri dei modelli probabilistici ipotizzati (assunti).



5.1.2.4 Test item performance and failure

The following should be specified as applicable:

- functional parameters to be monitored during the test;
- investigating criteria for test item failures (see 7.1 to 7.3);
- types of failure demanding immediate reject decision (see 7.2.2.1);
- types of failure on test considered to be non-relevant (see 7.2.1);
- periods of test time to be considered as relevant test time (see 7.4);
- limitations of relevant test time or number of operations for each test item;
- conditions for repairs and continuation of the test;
- time monitoring schedule, when functional parameters cannot be monitored during the test.

5.1.3 Testing for success/failure ratio

When a success ratio is required, the testing implies that only the number of trials and corresponding number of failures or the total number of items and number of failed items are to be counted and treated statistically.

In a success ratio test, the measurement derived from the test is a binary variable. This is in contrast to many other reliability tests where the measures are either a continuous variable, for example, time or cycles or failures per time unit.

5.2 Reliability estimation testing

The purpose of reliability estimation is to estimate values of one or more reliability measures that may be used for estimating warranty costs and predicting the reliability of items. The purpose of the test is usually to quantify the reliability of the item tested, using numerical values for one or a few key measures. Confidence limits for the estimation should be stated along with the test conditions and raw test data.

In reliability estimation testing, estimates of the reliability measures of interest are obtained from the analysis of life-time data. The applicable reliability measures should be stated.

The definition of test conditions, test item performance, test observations and of the test procedures are the same for reliability estimation testing as they are for item reliability compliance testing (see 5.1).

The statistical methods for reliability estimation testing are described in clause 9.

Prestazione e guasti dell'elemento in prova

Dovrebbero essere specificati, per quanto opportuno, i seguenti elementi:

- parametri funzionali da monitorare durante la prova;
- criteri di indagine per i guasti sull'elemento in prova (vedi da 7.1 a 7.3);
- tipi di guasto che richiedono una immediata decisione di rifiuto (vedi 7.2.2.1);
- tipi di guasto considerati non pertinenti (vedi 7.2.1);
- periodi di tempo di prova da considerare come tempo di prova pertinente (vedi 7.4);
- limitazioni sul tempo di prova pertinente o sul numero di operazioni per ogni elemento in prova;
- condizioni per la riparazione e per la continuazione della prova;
- scadenze dei tempi di monitoraggio, quando i parametri funzionali non possono essere sorvegliati durante la prova.

Prove per la proporzione di successi/guasti

Quando è richiesto un rapporto di successi, la prova implica che debba essere conteggiato e trattato statisticamente solamente il numero di tentativi ed il numero corrispondente di guasti o il numero totale di elementi ed il numero di elementi guasti.

In una prova di rapporto di successi, la misurazione derivata dalla prova è una variabile binaria. Ciò contrasta con molte altre prove di affidabilità dove le misure sono una variabile continua, per esempio un tempo o un numero di cicli, o il numero di guasti per l'unità di tempo.

Prove per la stima dell'affidabilità

Lo scopo della stima di affidabilità è quello di valutare i valori di una o più grandezze affidabilistiche che possano essere utilizzate per valutare i costi di garanzia e prevedere l'affidabilità degli elementi. Lo scopo della prova è normalmente quello di quantificare l'affidabilità dell'elemento in prova mediante i valori numerici di una o alcune misure chiave. I limiti di confidenza della stima dovrebbero essere stabiliti assieme alle condizioni di prova e ai dati grezzi della prova.

Nelle prove per la stima affidabilistica, la stima delle grandezze affidabilistiche di interesse è ottenuta dall'analisi dei dati dei tempi di vita. Dovrebbero essere definite le grandezze affidabilistiche applicabili.

La definizione delle condizioni di prova, delle prestazioni dell'elemento in prova, delle osservazioni della prova e delle procedure di prova è la stessa, sia per la stima affidabilistica che per le prove affidabilistiche di conformità (vedi 5.1).

I metodi statistici per la stima affidabilistica sono descritti nel par. 9.

2



Existing data from earlier tests or field observations may be acceptable for reliability estimation, provided the data is sufficiently complete, well established and relevant.

Note/Nota *It is recommended to distinguish between an estimation test and a compliance test. This is due to the fact that estimation is based only on the observations, while the compliance test is further based on the required acceptable value as well as the unacceptable value and the corresponding risks. This means that the compliance test will normally contain more information.*

I dati esistenti provenienti da prove precedenti o dalle osservazioni in campo possono essere accettabili per la stima dell'affidabilità, purché i dati siano sufficientemente completi, ben definiti e pertinenti.

Si raccomanda di distinguere tra una prova di stima ed una prova di conformità. Ciò è dovuto al fatto che la stima si basa unicamente sulle osservazioni, mentre la prova di conformità si basa ulteriormente sul valore accettabile richiesto, così come sul valore inaccettabile ed i rischi corrispondenti. Ciò significa che la prova di conformità fornirà normalmente più informazioni.

5.3 Reliability comparison testing

Comparison tests are used when comparison between the reliability performance of two functionally similar products is required. Similarly, when comparison between the reliability performance of an item with two different sub-item designs is required, comparison tests are also used.

The purpose of comparison testing is to determine whether item A has a higher reliability than item B, it is not necessary to estimate the reliability performance measures of A and B.

In a comparison test, the test conditions should also be relevant for the conditions of use but the advantage of a comparison test is that the same test conditions will influence item A and item B. This is especially important when tests with a low degree of simulation, accelerated or time compressed tests are used. Even if the exact relation of the test conditions to the conditions of actual use are unknown, the results of the comparison test can be used, provided the failure modes are relevant.

A detailed reliability test plan for laboratory or field test should be prepared in the same way as for compliance test. The statistical methods for reliability comparison are described in clause 9.

The definition of test conditions, test item performance, test observations and test procedures is the same for reliability comparison as for reliability compliance testing (see 5.1).

Failure analysis is still required.

Prove affidabilistiche di confronto

Le prove affidabilistiche di confronto sono usate quando si richiede il confronto tra la prestazione di affidabilità di due prodotti funzionalmente simili. In modo simile, le prove di confronto sono usate anche quando è richiesto il confronto tra la prestazione di affidabilità di un elemento con due sotto-assiemi di differente progettazione.

Lo scopo delle prove di confronto è quello di determinare se l'elemento A ha un'affidabilità maggiore dell'elemento B, non è necessario valutare le misure di prestazione di affidabilità di A e di B.

In una prova di confronto le condizioni di prova dovrebbero anche essere simili alle condizioni operative, ma il vantaggio di una prova di confronto è che le stesse condizioni di prova influenzeranno l'elemento A e l'elemento B. Ciò è particolarmente importante quando si impiegano prove con un basso grado di simulazione, accelerate o compresse nel tempo. Anche se la relazione esatta tra le condizioni della prova e le condizioni di uso effettivo è ignota, i risultati della prova di confronto possono essere utilizzati purché i modi di guasto siano pertinenti.

Un piano dettagliato della prova di affidabilità in laboratorio o in campo dovrebbe essere preparato nello stesso modo come per prova di conformità. I metodi statistici per il confronto affidabilistico sono descritti nel par. 9.

La definizione delle condizioni di prova, delle prestazioni dell'elemento in prova, delle osservazioni della prova e delle procedure di prova è la stessa, sia per le prove di confronto che per le prove affidabilistiche di conformità (vedi 5.1).

È ancora richiesta l'analisi guasto.

