ITALIANO

Manuale d’uso

© Copyright HT ITALIA 2021

Versione IT 1.01 - 10/05/2021

INDICE

1. PRECAUZIONI E MISURE DI SICUREZZA 2
1.1. Istruzioni preliminari 2
1.2. Durante l'utilizzo 3
1.3. Dopo l'utilizzo 3
1.4. Definizione di Categoria di misura (Sovratensione) 3
2. DESCRIZIONE GENERALE 4
2.1. Strumenti di misura a Valore medio ed a Vero valore efficace 4
2.2. Definizione di Vero valore efficace e Fattore di cresta 4
3. PREPARAZIONE ALL'UTILIZZO 5
3.1. Controlli iniziali 5
3.2. Alimentazione dello strumento 5
3.3. Conservazione 5
4. NOMENCLATURA 6
4.1. Descrizione dello strumento 6
4.1.1. Videata iniziale dello strumento 6
4.2. Descrizione dei tasti funzione 7
4.2.1. Tasto GO/HOLD 7
4.2.2. Tasto H/H%/H 7
4.2.3. Tasto MODE/MXMNPK 8
4.2.4. Tasti ▼/ e ▲/ ZERO 8
4.2.5. Tasto VTEST/LIM 8
4.2.6. Funzione LoZ 9
4.2.7. Funzione AC+DC 9
4.2.8. Funzione corrente di spunto (INRUSH) 9
4.2.9. Disabilitazione funzione Autospegnimento 9
4.2.10. Impostazione fondo scala pinza flessibile 10
5. ISTRUZIONI OPERATIVE 11
5.1. Misura Tensione DC 11
5.2. Misura Tensione AC, AC+DC 12
5.3. Misura Tensione AC, DC, AC+DC con bassa impedenza (LoZ) 13
5.4. Misura Resistenza e Test Continuità 14
5.5. Senso ciclico e concordanza delle fasi a 1 terminale 15
5.6. Misura di Resistenza di Isolamento 17
5.7. Continuità dei conduttore di protezione con 200mA 23
5.7.1. Funzione ZERO – Azzeramento resistenza cavi di prova 27
5.8. Misura Corrente DC, AC, AC+DC, INRUSH con trasduttori a pinza 29
6. MANUTENZIONE 33
6.1. Sostituzione batterie 33
6.2. Pulizia dello strumento 33
6.3. Fine vita 33
7. SPECIFICHE TECNICHE 34
7.1. Caratteristiche Tecniche 34
7.1.1. Caratteristiche generali 36
7.2. Condizioni ambientali di utilizzo 36
7.3. Accessori 37
7.3.1. Accessori in dotazione 37
7.3.2. Accessori opzionali 37
8. ASSISTENZA 37
8.1. Condizioni di garanzia 38
8.2. Assistenza 38
9. APPENDICI TEORICHE 39
9.1. Continuità dei conduttori di protezione 39
9.2. Misura della Resistenza di Isolamento 40
9.2.1. Indice di Polarizzazione (PI) 43
9.2.2. Rapporto di Assorbimento Dielettrico (DAR) 43
9.3. Armoniche di tensione e corrente 44

1. PRECAUZIONI E MISURE DI SICUREZZA

Lo strumento è stato progettato in conformità alla direttiva IEC/EN61010-1, relativa agli strumenti di misura elettronici. Per la Sua sicurezza e per evitare di danneggiare lo strumento, La preghiamo di seguire le procedure descritte nel presente manuale e di leggere con particolare attenzione tutte le note precedute dal simbolo ⚠.
Prima e durante l'esecuzione delle misure attenersi scrupolosamente alle seguenti indicazioni:

- Non effettuare misure in ambienti umidi.
- Non effettuare misure in presenza di gas o materiali esplosivi, combustibili o in ambienti polverosi.
- Evitare contatti con il circuito in esame se non si stanno effettuando misure.
- Evitare contatti con parti metalliche esposte, con terminali di misura inutilizzati, ecc.
- Non effettuare alcuna misura qualora si riscontrino anomalie nello strumento come, deformazioni, rotture, fuoriuscite di sostanze, mancate visualizzazioni a display, ecc.
- Prestare particolare attenzione quando si effettuano misure di tensioni superiori a 50V in quanto è presente il rischio di shock elettrici.

Nel presente manuale e sullo strumento sono utilizzati i seguenti simboli:

Attenzione: attenersi alle istruzioni riportate nel manuale; un uso improprio potrebbe causare danni allo strumento o ai suoi componenti

Pericolo Alta Tensione: rischi di shock elettrici

Strumento con doppio isolamento

Tensione AC o Corrente AC

Tensione o Corrente DC

Riferimento di terra

1.1. ISTRUZIONI PRELIMINARI

- Questo strumento è stato progettato per un utilizzo in un ambiente con livello di inquinamento 2.
- Può essere utilizzato per misure di **TENSIONE** e **CORRENTE** su installazioni in CAT IV 600V, CAT III 1000V verso terra e tra gli ingressi
- La invitiamo a seguire le normali regole di sicurezza previste dalle procedure per i lavori sotto tensione ed a utilizzare i DPI previsti orientati alla protezione contro correnti pericolose e a proteggere lo strumento contro un utilizzo errato
- Nel caso in cui la mancata indicazione della presenza di tensione possa costituire rischio per l'operatore effettuare sempre una misura di continuità prima della misura in tensione per confermare il corretto collegamento e stato dei puntali
- Solo i puntali forniti a corredo dello strumento garantiscono gli standard di sicurezza. Essi devono essere in buone condizioni. Se necessario sostituirli utilizzare esclusivamente accessori originali HT
- Non effettuare misure su circuiti che superano i limiti di tensione specificati.
- Non effettuare misure in condizione ambientali diverse da quelle indicate nel § 6.2.1
- Controllare se la batteria è inserita correttamente
- Controllare che il display LCD e il selettore indichino la stessa funzione

1.2. DURANTE L'UTILIZZO

La preghiamo di leggere attentamente le raccomandazioni e le istruzioni seguenti:

ATTENZIONE

La mancata osservazione delle Avvertenze e/o Istruzioni può danneggiare lo strumento e/o i suoi componenti o essere fonte di pericolo per l'operatore.

- Prima di azionare il selettore, scollegare i puntali di misura dal circuito in esame.
- Quando lo strumento è connesso al circuito in esame non toccare mai un qualunque terminale inutilizzato
- Durante la misura di correnti, ogni altra corrente localizzata in prossimità delle pinze può influenzare la precisione della misura
- Durante la misura di corrente posizionare sempre il conduttore il più possibile al centro del toroide in modo da ottenere una lettura più accurata
- Evitare la misura di resistenza in presenza di tensioni esterne; anche se lo strumento è protetto, una tensione eccessiva potrebbe causare malfunzionamenti dello strumento
- Prima di effettuare qualunque misura di resistenza accertarsi che il circuito in esame non sia alimentato e che eventuali condensatori presenti siano scarichi
- Se, durante una misura, il valore o il segno della grandezza in esame rimangono costanti controllare se è attivata la funzione HOLD.

1.3. DOPO L'UTILIZZO

- Quando le misure sono terminate, posizionare il selettore su OFF in modo da spegnere lo strumento.
- Se si prevede di non utilizzare lo strumento per un lungo periodo rimuovere le batterie.

1.4. DEFINIZIONE DI CATEGORIA DI MISURA (SOVRATENSIONE)

La norma IEC/EN61010-1: Prescrizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, controllo e per utilizzo in laboratorio, Parte 1: Prescrizioni generali, definisce cosa si intenda per categoria di misura, comunemente chiamata categoria di sovratensione. Al § 6.7.4 essa recita: I circuiti sono suddivisi nelle seguenti categorie di misura:

- La **Categoria di misura IV** serve per le misure effettuate su una sorgente di un'installazione a bassa tensione.
  Esempi sono costituiti da contatori elettrici e da misure sui dispositivi primari di protezione dalle sovracorrenti e sulle unità di regolazione dell'ondulazione.
- La **Categoria di misura III** serve per le misure effettuate in installazioni all'interno di edifici.
  Esempi sono costituiti da misure su pannelli di distribuzione, disgiuntori, cablaggi, compresi i cavi, le barre, le scatole di giunzione, gli interruttori, le prese di installazioni fisse e gli apparecchi destinati all'impiego industriale e altre apparecchiature, per esempio i motori fissi con collegamento ad impianto fisso.
- La **Categoria di misura II** serve per le misure effettuate su circuiti collegati direttamente all'installazione a bassa tensione.
  Esempi sono costituiti da misure su apparecchiature per uso domestico, utensili portatili ed apparecchi similari.
- La **Categoria di misura I** serve per le misure effettuate su circuiti non collegati direttamente alla RETE DI DISTRIBUZIONE.
  Esempi sono costituiti da misure su non derivati dalla RETE e derivati dalla RETE ma con protezione particolare (interna). In quest'ultimo caso le sollecitazioni da transitori sono variabili, per questo motivo (OMISSIS) si richiede che l'utente conosca la capacità di tenuta ai transitori dell'apparecchiatura.

2. DESCRIZIONE GENERALE

Lo strumento esegue le seguenti misure:

- Tensione DC / AC, AC+DC TRMS
- Tensione DC / AC / AC+DC TRMS con bassa impedenza (LoZ)
- Corrente DC / AC / AC+DC TRMS con trasduttore a pinza standard
- Corrente AC TRMS con trasduttori a pinza flessibili
- Riconoscimento automatico grandezze AC e DC
- Corrente di spunto (Dynamic INRUSH - DIRC)
- Armoniche di corrente/tensione fino al 25° ordine e calcolo THD%
- Resistenza e Test continuità
- Frequenza corrente e tensione
- Resistenza di Isolamento con tensioni di prova 50,100,250,500,1000VDC
- Misura Indice di Polarizzazione (PI) e Rapporto di Assorbimento Dielettrico (DAR)
- Continuità conduttore di protezione con 200mA
- Senso ciclico delle fasi a 1 terminale

Ciascuna di queste funzioni può essere selezionata tramite un apposito selettore. Sono inoltre presenti tasti funzione (vedere il § 4.2), bargraph analogico e retroilluminazione. Lo strumento è inoltre dotato della funzione di Auto Power OFF (disabilitabile) che provvede a spegnere automaticamente lo strumento trascorsi 15 minuti dall'ultima pressione dei tasti funzione o rotazione del selettore. Per riaccendere lo strumento ruotare il selettore.

2.1. STRUMENTI DI MISURA A VALORE MEDIO ED A VERO VALORE EFFICACE

Gli strumenti di misura di grandezze alternate si dividono in due grandi famiglie:

- Strumenti a VALORE MEDIO: strumenti che misurano il valore della sola onda alla frequenza fondamentale (50 o 60 HZ).
- Strumenti a VERO VALORE EFFICACE anche detti TRMS (True Root Mean Square value): strumenti che misurano il vero valore efficace della grandezza in esame.

In presenza di un'onda perfettamente sinusoidale le due famiglie di strumenti forniscono risultati identici. In presenza di onde distorte invece le letture differiscono. Gli strumenti a valore medio forniscono il valore efficace della sola onda fondamentale, gli strumenti a vero valore efficace forniscono invece il valore efficace dell'intera onda, armoniche comprese (entro la banda passante dello strumento). Pertanto, misurando la medesima grandezza con strumenti di entrambe le famiglie, i valori ottenuti sono identici solo se l'onda è puramente sinusoidale, qualora invece essa fosse distorta, gli strumenti a vero valore efficace forniscono valori maggiori rispetto alle letture di strumenti a valore medio.

2.2. DEFINIZIONE DI VERO VALORE EFFICACE E FATTORE DI CRESTA

Il valore efficace per la corrente è così definito: "*In un tempo pari ad un periodo, una corrente alternata con valore efficace della intensità di 1A, circolando su di un resistore, dissipa la stessa energia che sarebbe dissipata, nello stesso tempo, da una corrente continua con intensità di 1A*". Da questa definizione discende l'espressione numerica:

G= $\sqrt{\frac{1}{T}\int_{t_0}^{t_0+T} g^2(t)dt}$ Il valore efficace viene indicato come RMS (*root mean square value*)

Il Fattore di Cresta è definito come il rapporto fra il Valore di Picco di un segnale ed il suo Valore Efficace: CF (G)= $\frac{G_p}{G_{RMS}}$ Questo valore varia con la forma d'onda del segnale, per un'onda puramente sinusoidale esso vale $\sqrt{2}$ =1.41. In presenza di distorsioni il Fattore di Cresta assume valori tanto maggiori quanto più è elevata la distorsione dell'onda

3. PREPARAZIONE ALL'UTILIZZO

3.1. CONTROLLI INIZIALI

Lo strumento, prima di essere spedito, è stato controllato dal punto di vista elettrico e meccanico. Sono state prese tutte le precauzioni possibili affinché lo strumento potesse essere consegnato senza danni.

Tuttavia si consiglia, comunque, di controllare sommariamente lo strumento per accertare eventuali danni subiti durante il trasporto. Se si dovessero riscontrare anomalie contattare immediatamente lo spedizioniere.

Si consiglia inoltre di controllare che l'imballaggio contenga tutte le parti indicate al § 6.3.1. In caso di discrepanze contattare il rivenditore.

Qualora fosse necessario restituire lo strumento, si prega di seguire le istruzioni riportate al § 7.

3.2. ALIMENTAZIONE DELLO STRUMENTO

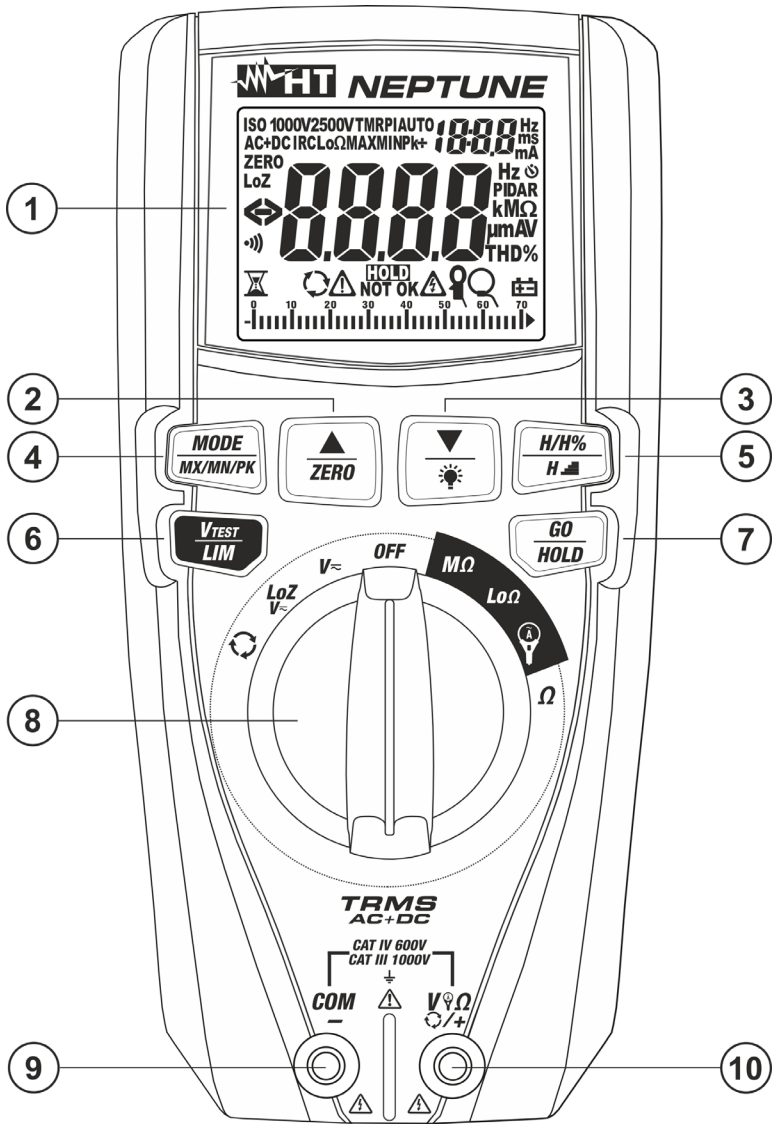
Lo strumento è alimentato con 4x1.5V batterie alcaline tipo AAA IEC LR03 incluse nella confezione. Quando le batterie sono scariche il simbolo " " è mostrato a display. Per sostituire le batterie vedere il § 6.1.

3.3. CONSERVAZIONE

Per garantire misure precise, dopo un lungo periodo di conservazione, attendere che lo strumento ritorni alle condizioni normali (vedere il § 6.2.1).

4. NOMENCLATURA

4.1. DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO



LEGENDA:
1. Display LCD
2. Tasto ▲**/ ZERO**
3. Tasto ▼/☀
4. Tasto **MODE/MXMNPK**
5. Tasto **H/H%/H**
6. Tasto **VTEST/LIM**
7. Tasto **GO/HOLD**
8. Selettore funzioni
9. Terminale di ingresso **COM/–**
10. Terminale di ingresso **V/+**

Fig. 1: Descrizione dello strumento

4.1.1. Videata iniziale dello strumento

1. Ruotare il selettore in qualunque posizione per accendere lo strumento. La seguente videata iniziale è mostrata a display per alcuni secondi ad identificare la versione interna di Hardware e Firmware.

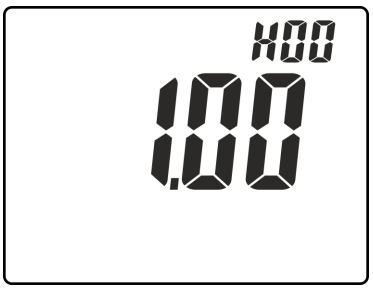


Fig. 2: Videata inziale dello strumento

2. Ruotare il selettore nella posizione **OFF** per spegnere lo strumento

4.2. DESCRIZIONE DEI TASTI FUNZIONE

4.2.1. Tasto GO/HOLD

La pressione del tasto **GO/HOLD** (per le funzioni **V≂**, **LoZV≂**, **Ω** e) attiva il mantenimento del valore della grandezza visualizzata a display. Il messaggio "HOLD" appare a display. Premere nuovamente il tasto per uscire dalla funzione. La pressione del tasto **GO/HOLD** (per le funzioni **MΩ**, **LoΩ**, , **IRC**) attiva la corrispondente misurazione.

4.2.2. Tasto H/H%/H

Il tasto **H/H%/H** (attivo nelle posizioni **V≂**, **LoZV≂** e) consente le seguenti operazioni:

- Pressione semplice del tasto per visualizzazione ampiezze delle armoniche di tensione e corrente fino al 25° ordine (**Hdc, H01… H25**) in formato assoluto o percentuale in rapporto alle fondamentali dei segnali in ingresso (per valori di tensione VAC >0.5V e corrente AC > 0.5A e frequenza compresa tra 42.5Hz ÷ 69Hz) e il valore percentuale del parametro **THD%** (vedere § 9.3) come mostrato in Fig. 3. Usare i tasti **▲/ZERO** e ▼/ per aumentare/diminuire l'ordine dell'armonica

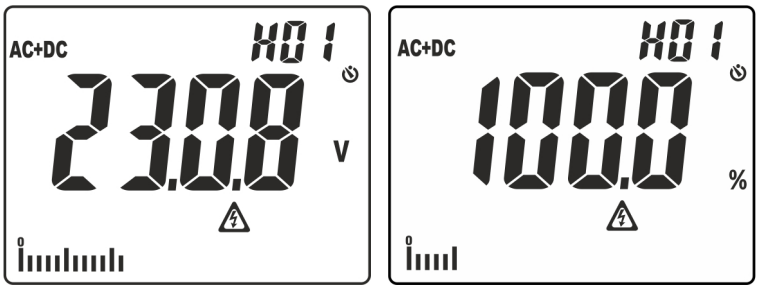


Fig. 3: Visualizzazione ampiezze analisi armonica

- Pressione prolungata del tasto (almeno 2s) per attivare la funzione **H_2O** (**H**igher **H**armonic **O**rdering) di ordinamento dell'ampiezza delle armoniche. In tali condizioni, la funzione "HOLD" è automaticamente attivata, il simbolo "o" è presente davanti all'ordine dell'armonica visualizzata ad indicare l'abilitazione della funzione di Ordinamento. La barra grafica è disabilitata e lo strumento mostra il valore delle ampiezza di tutte le armoniche comprese tra il valore DC e la 25° esclusa la fondamentale, in **ordine decrescente** a partire dall'armonica di ampiezza maggiore come mostrato in Fig. 4

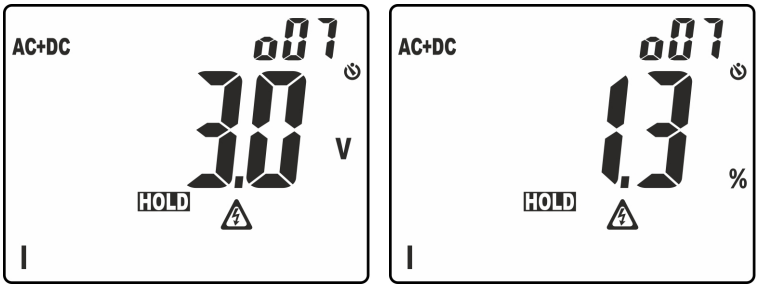


Fig. 4: Visualizzazione ordinamento ampiezze analisi armonica

Nell'esempio di Fig. 4 l'armonica di ampiezza maggiore corrisponde all'ordine 7. Premere il tasto ▲ per osservare le ampiezze delle restanti armoniche e premere nuovamente il tasto **H/H%/H** per passare dalla visualizzazione in valori assoluti o percentuali. Ruotare il selettore per uscire dalla funzione

4.2.3. Tasto MODE/MXMNPK

La pressione semplice del tasto **MODE/MXMNPK** consente le seguenti operazioni:

- Selezione dei modi di misura “AUTO”, “AC”, “DC”, “AC+DC” e “FREQ” nelle posizioni **V≂**, **LoZV≂**
- Selezione dei modi di misura “AUTO”, “AC”, “DC” e “AC+DC”, “FREQ” e “IRC” (vedere § 4.2.8) nella posizione
- Selezione tipo di trasduttore a pinza nella misura di corrente tra le opzioni “ ” (pinza standard opzionale) e “ ” (pinza flessibile opzionale) nella posizione
- Selezione misure “AUTO” “TMR” e “PI” nella posizione **MΩ** (vedere § 5.6)
- Selezione misure “AUTO” e “TMR” nella posizione **LoΩ** (vedere § 5.7)
- Selezione misura di Resistenza “Ω” o test continuità “ ” nella posizione **Ω**

La pressione prolungata (>2s) del tasto **MODE/MXMNPK** consente l’attivazione/disattivazione della rilevazione continua dei valori massimo (MAX), minimo (MIN), picco positivo (Pk+), picco negativo (Pk-) della grandezza (tensione o corrente) in esame. I valori sono continuamente aggiornati e si presentano in maniera ciclica ad ogni nuova pressione del medesimo tasto. Questa funzione non è attiva nella posizione Premere a lungo il tasto **MODE/MXMNPK** (>2s) o agire sul selettore per uscire dalla funzione.

4.2.4. Tasti ▼/ e ▲/ ZERO

La pressione semplice dei tasti ▼/ e **▲/ ZERO** consente le seguenti operazioni:

- Impostazione del fondo scala del trasduttore a pinza flessibile (accessorio opzionale - opzione “ ”) nella posizione tra i valori: **30A, 300A, 3000A** per misura corrente AC
- Impostazione del fondo scala del trasduttore a pinza standard (opzione “ ”) nella posizione tra i valori: **1A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** per misura di corrente AC e DC
- Selezione ordine dell’armonica “DC ÷ 25°” nelle posizioni **V≂**, **LoZV≂** e
- Selezione del tempo di calcolo del valore RMS nella funzione DIRC (vedere § 4.2.8)
- Impostazione dei valori di soglia nelle posizioni **MΩ** e **LoΩ**
- Al termine della misura di isolamento scorre i risultati (MΩ, Vgen, PI, DAR)

La pressione prolungata (>2s) del tasto ▼/ permette di attivare/disattivare la retroilluminazione del display. Questa funzione è attiva in ogni posizione del selettore e si disattiva automaticamente dopo circa 2 minuti di completa inattività. La pressione prolungata (>2s) del tasto **▲/ ZERO** permette le seguenti operazioni:

- Azzeramento della resistenza dei cavi nella posizione **LoΩ** (vedere § 5.7)
- Azzeramento della resistenza dei cavi nella posizione **Ω** (vedere § 5.4)

4.2.5. Tasto VTEST/LIM

La pressione semplice del tasto **VTEST/LIM** consente le seguenti operazioni:

- Selezione della tensione di prova nella misura di isolamento tra le opzioni: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VDC** nella posizione **MΩ**

La pressione prolungata (>2s) del tasto **VTEST/LIM** consente le seguenti operazioni:

- Impostazione della soglia minima nella misura di isolamento tra le opzioni: **no** (nessuna soglia)**, 0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ** nella posizione **MΩ**
- Impostazione della soglia massima per la misura di continuità nel campo: **0.05Ω ÷ 9.99Ω** nella posizione **LoΩ**

4.2.6. Funzione LoZ

Questo modo permette di eseguire la misura della tensione AC/DC con una bassa impedenza di ingresso in modo da eliminare le letture errate dovute a tensioni parassite per accoppiamenti di tipo capacitivo.

ATTENZIONE

- Inserendo lo strumento tra i conduttori di fase e terra, per effetto della bassa impedenza dello strumento nella misura, le protezioni a differenziale (RCD) possono intervenire durante l'esecuzione della prova. Se si deve eseguire questo test, eseguire preliminarmente una misura di almeno 5s fra fase e neutro in presenza di tensione
- **Nella misura di tensione LoZ non lasciare collegato lo strumento per più di 1min**

4.2.7. Funzione AC+DC

Lo strumento è in grado di misurare l'eventuale presenza di componenti alternate sovrapposte ad una generica tensione o corrente continua. Ciò può essere di utilità nella misurazione dei segnali impulsivi tipici di carichi non lineari (ex: saldatrici, forni, ecc..).

4.2.8. Funzione corrente di spunto (INRUSH)

La misura della corrente di spunto (vedere § 5.8) è intesa come riconoscimento di un evento rilevato al superamento di una soglia di trigger. Se il valore istantaneo supera tale soglia (**fissa pari allo 1%FS pinza)** lo strumento mostra a display il valore di Picco massimo (calcolato in **1ms**) e il valore massimo RMS calcolato con tempo selezionabile tra: **16.7ms, 20ms, 50ms, 100ms (default), 150ms, 175ms** e **200ms**.

4.2.9. Disabilitazione funzione Autospegnimento

Al fine di preservare le batterie interne, lo strumento si spegne automaticamente dopo circa 15 minuti di non utilizzo. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** o ruotare il selettore dalla posizione **OFF** per accendere nuovamente lo strumento. Per disattivare l'autospegnimento operare come segue:

- Spegnere lo strumento (**OFF**)
- Tenendo premuto ▲ accendere lo strumento. Il simbolo "" scompare a display
- Spegnere e riaccendere lo strumento per abilitare nuovamente la funzione

4.2.10. Impostazione fondo scala pinza flessibile

Lo strumento può essere utilizzato con trasduttore a pinza flessibile (accessorio opzionale). Per una corretta misura di corrente è **necessario** impostare il fondo scala di tensione della pinza utilizzata (fare riferimento al manuale d'uso del trasduttore stesso per il valore corretto di fondo scala da impostare). Procedere come segue:

1. Spegnere lo strumento (**OFF**)
2. Tenendo premuto il tasto **MODE/MXMNPK** accendere lo strumento ruotando il selettore. La seguente videata appare a display:

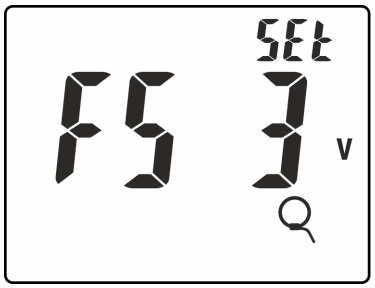


Fig. 5: Impostazione fondo scala pinza flessibile

3. Premere i tasti ▼/☼ o ▲ per impostare il valore del fondo scala della pinza utilizzata tra le opzioni: **3VAC** (modello F3000U) o **1VAC** (altri modelli)
4. Premere il tasto **GO/HOLD** per confermare e tornare alla videata di misura
5. Le impostazione effettuate sono mantenute ad ogni riaccensione

5. ISTRUZIONI OPERATIVE

5.1. MISURA TENSIONE DC

ATTENZIONE

La massima tensione DC in ingresso è 1000V. Non misurare tensioni che eccedono i limiti indicati in questo manuale. Il superamento dei limiti di tensione potrebbe causare shock elettrici all'utilizzatore e danni allo strumento.

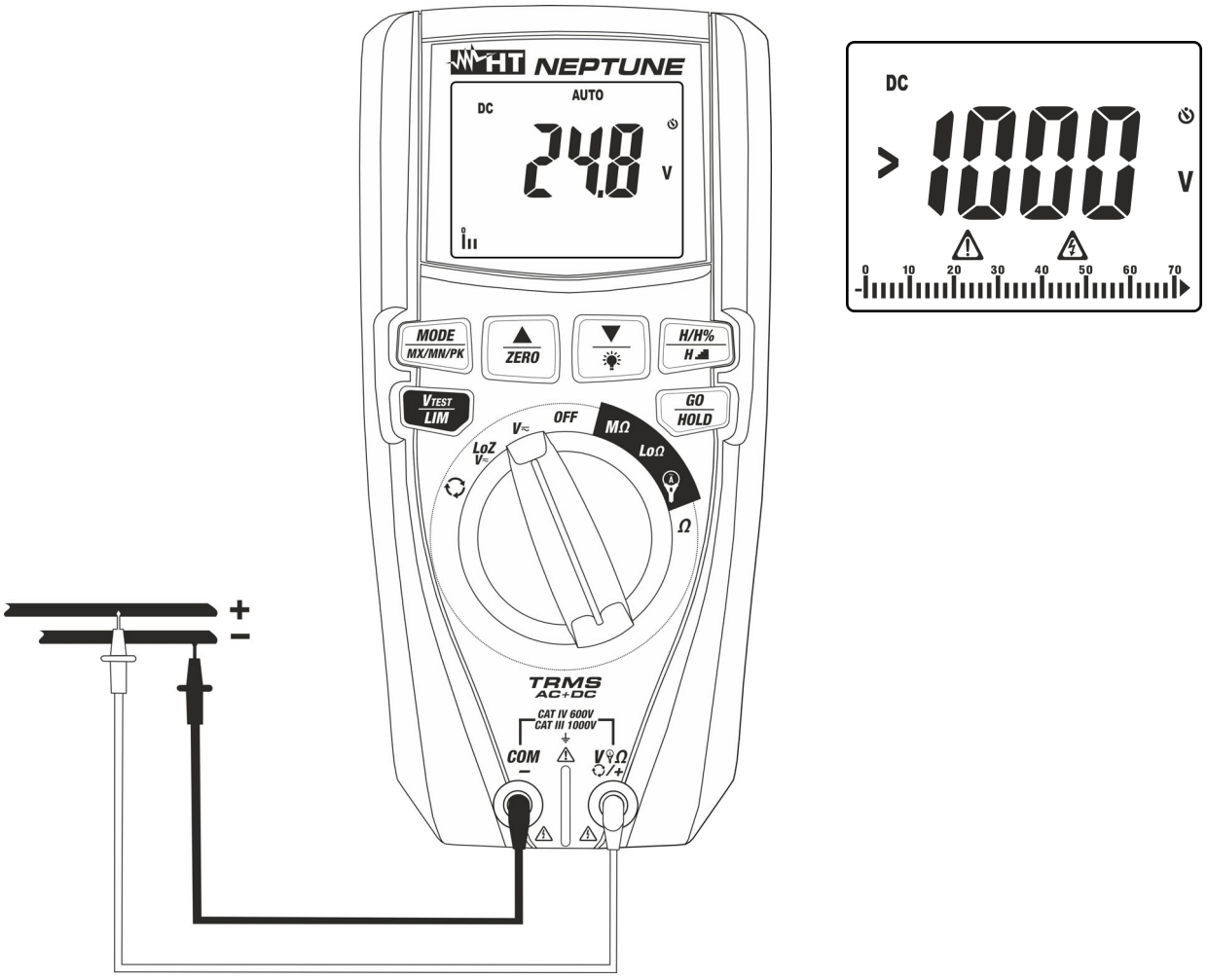


Fig. 6: Uso dello strumento per misura di Tensione DC

1. Selezionare la posizione **V⎓**
2. Inserire il cavo rosso nel terminale di ingresso **VΩ/+** e il cavo nero nel terminale di ingresso **COM/**–
3. Posizionare il puntale rosso ed il puntale nero rispettivamente nei punti a potenziale positivo e negativo del circuito in esame (vedere Fig. 6). Il valore della tensione è mostrato a display
4. Se sul display è visualizzato il messaggio "**>1000V**" (vedere Fig. 6) si è raggiunto il fondo scala dello strumento
5. La visualizzazione del simbolo "**-**" sul display dello strumento indica che la tensione ha verso opposto rispetto alla connessione di Fig. 6.
6. Per l'uso delle funzioni HOLD, MAX/MIN/PK vedere il § 4.2

5.2. MISURA TENSIONE AC, AC+DC

ATTENZIONE

La massima tensione AC in ingresso è 1000V verso terra. Non misurare tensioni che eccedono i limiti indicati in questo manuale. Il superamento dei limiti di tensione potrebbe causare shock elettrici all'utilizzatore e danni allo strumento.

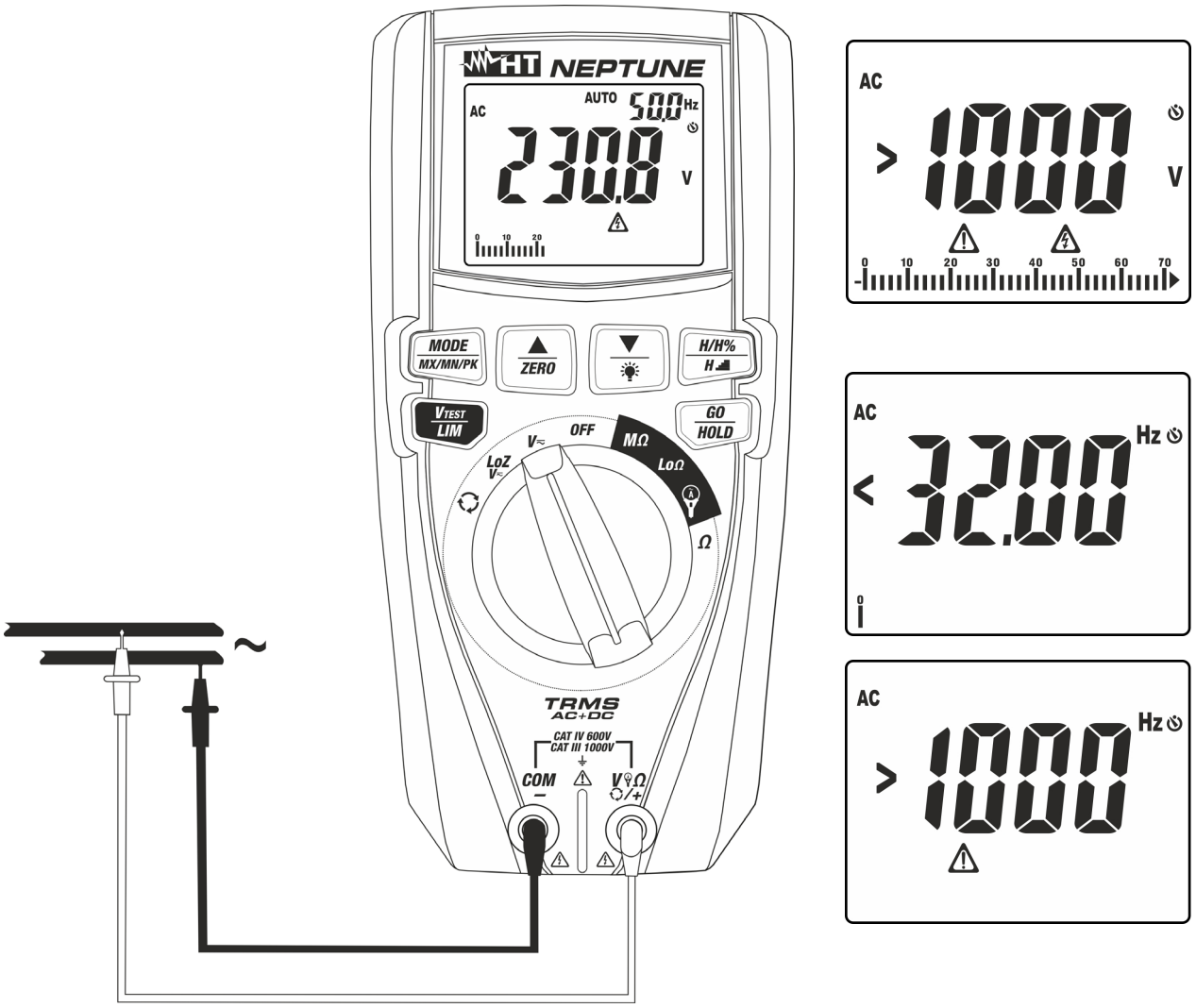


Fig. 7: Uso dello strumento per misura di Tensione AC

1. Selezionare la posizione **V≂**
2. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** per visualizzare il simbolo "AC" o "AC+DC" a display. Lo strumento dispone del riconoscimento automatico segnali AC o DC
3. Inserire il cavo rosso nel terminale di ingresso **VΩ/+** e il cavo nero nel terminale di ingresso **COM/**–
4. Posizionare il puntale rosso ed il puntale nero rispettivamente nei punti del circuito in esame (vedere Fig. 7). Il valore della tensione è mostrato a display. Nella parte alta destra del display è mostrato il valore della frequenza della tensione. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** per visualizzare il valore della frequenza con maggior risoluzione
5. Se sul display è visualizzato il messaggio **">1000V"** (vedere Fig. 7) si è raggiunto il fondo scala dello strumento
6. Se sul display sono visualizzati i messaggi **"<32Hz"** o "**>1000Hz**" (vedere Fig. 7) il valore della frequenza è esterno all'intervallo di misura **32Hz ÷ 1000Hz**
7. Per l'uso delle funzioni HOLD, MAX/MIN/PK, H/H%/H▟ vedere il § 4.2

5.3. MISURA TENSIONE AC, DC, AC+DC CON BASSA IMPEDENZA (LOZ)

ATTENZIONE

La massima tensione AC/DC in ingresso è 1000V verso terra. Non misurare tensioni che eccedono i limiti indicati in questo manuale. Il superamento dei limiti di tensione potrebbe causare shock elettrici all'utilizzatore e danni allo strumento

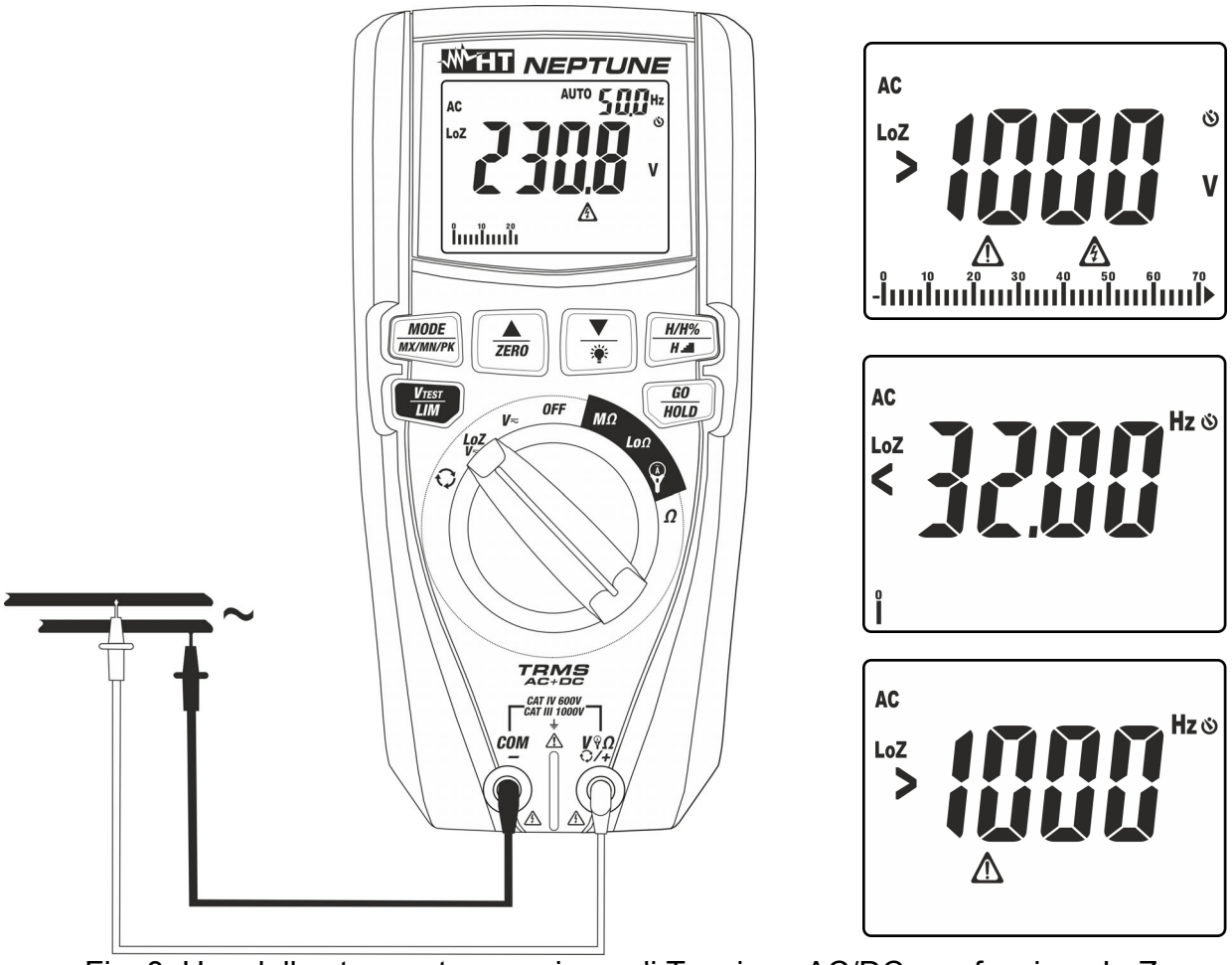


Fig. 8: Uso dello strumento per misura di Tensione AC/DC con funzione LoZ

1. Selezionare la posizione **LoZV~**. I simboli "LoZ" e "DC" appaiono a display
2. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** per selezionare eventualmente la misura "AC" o "AC+DC". Lo strumento dispone in ogni caso del riconoscimento automatico segnali AC o DC
3. Inserire il cavo rosso nel terminale di ingresso **VΩ/+** e il cavo nero nel terminale di ingresso **COM/**–
4. Posizionare il puntale rosso ed il puntale nero rispettivamente nei punti del circuito in esame (vedere Fig. 8) per misura di tensione AC oppure nei punti a potenziale positivo e negativo del circuito in esame (vedere Fig. 6) per misura di tensione DC. Il valore della tensione è mostrato a display. Nella parte alta destra del display è mostrato il valore della frequenza della tensione. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** per visualizzare il valore della frequenza con maggior risoluzione
5. Se sul display sono visualizzati i messaggi "**<32Hz**" o "**>1000Hz**" (vedere Fig. 8) il valore della frequenza è esterno all'intervallo di misura **32Hz ÷ 1000Hz**
6. La visualizzazione del simbolo "**-**" sul display dello strumento indica che la tensione ha verso opposto rispetto alla connessione di Fig. 6
7. Per l'uso delle funzioni HOLD, MAX/MIN/PK, H/H%/H vedere il § 4.2

5.4. MISURA RESISTENZA E TEST CONTINUITÀ

ATTENZIONE

Prima di effettuare qualunque misura di resistenza accertarsi che il circuito in esame non sia alimentato e che eventuali condensatori presenti siano scarichi.

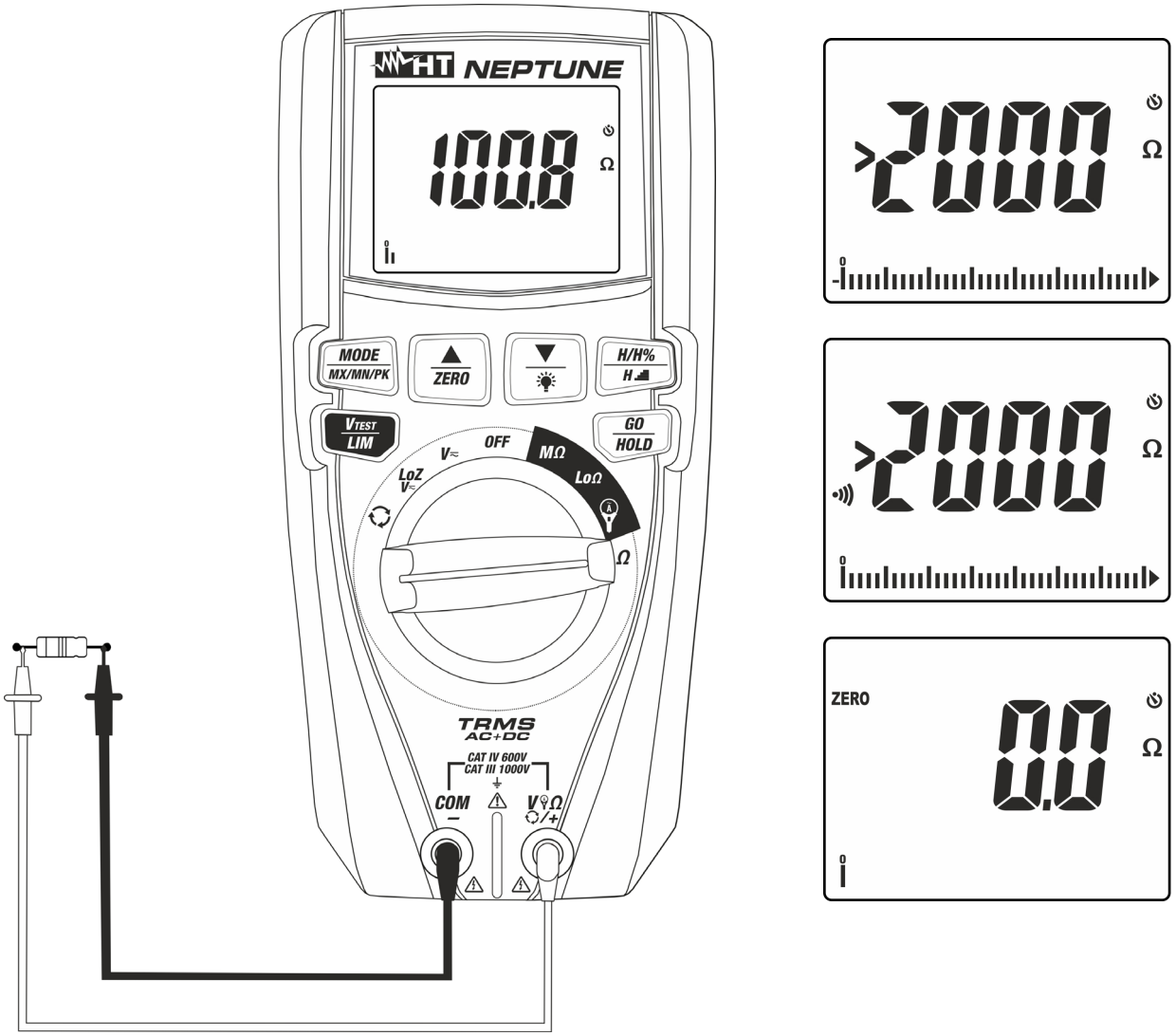


Fig. 9: Uso dello strumento per misura di Resistenza e Test Continuità

1. Selezionare la posizione **Ω**
2. Inserire il cavo rosso nel terminale di ingresso **VΩ/+** e il cavo nero nel terminale di ingresso **COM/**–
3. Cortocircuitare eventualmente i puntali di misura e premere il tasto **▲/ZERO** per azzerare la resistenza dei cavi di misura. Il simbolo “ZERO” appare a display
4. Posizionare i puntali nei punti desiderati del circuito in esame (vedere Fig. 9). Il valore della resistenza è visualizzato a display
5. Se sul display è visualizzato il messaggio **">2000Ω"** (vedere Fig. 9) si è raggiunto il fondo scala dello strumento
6. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** per selezionare la misura “•)))” relativa al test continuità e posizionare i puntali nei punti desiderati del circuito in esame
7. Il valore della resistenza (solo indicativo) è visualizzato sul display espresso in Ω e lo strumento emette un segnale acustico qualora il valore della resistenza risulti <30Ω
8. Per l’uso delle funzioni HOLD, MAX/MIN, H/H%/H▟ vedere il § 4.2

5.5. SENSO CICLICO E CONCORDANZA DELLE FASI A 1 TERMINALE

ATTENZIONE

- La tensione AC in ingresso per eseguire questo test deve essere compresa nell'intervallo **100V ÷ 1000V** con frequenza compresa nell'intervallo **42.5Hz ÷ 69Hz**
- Il test può essere svolto solo **toccando le parti metalliche dei conduttori**

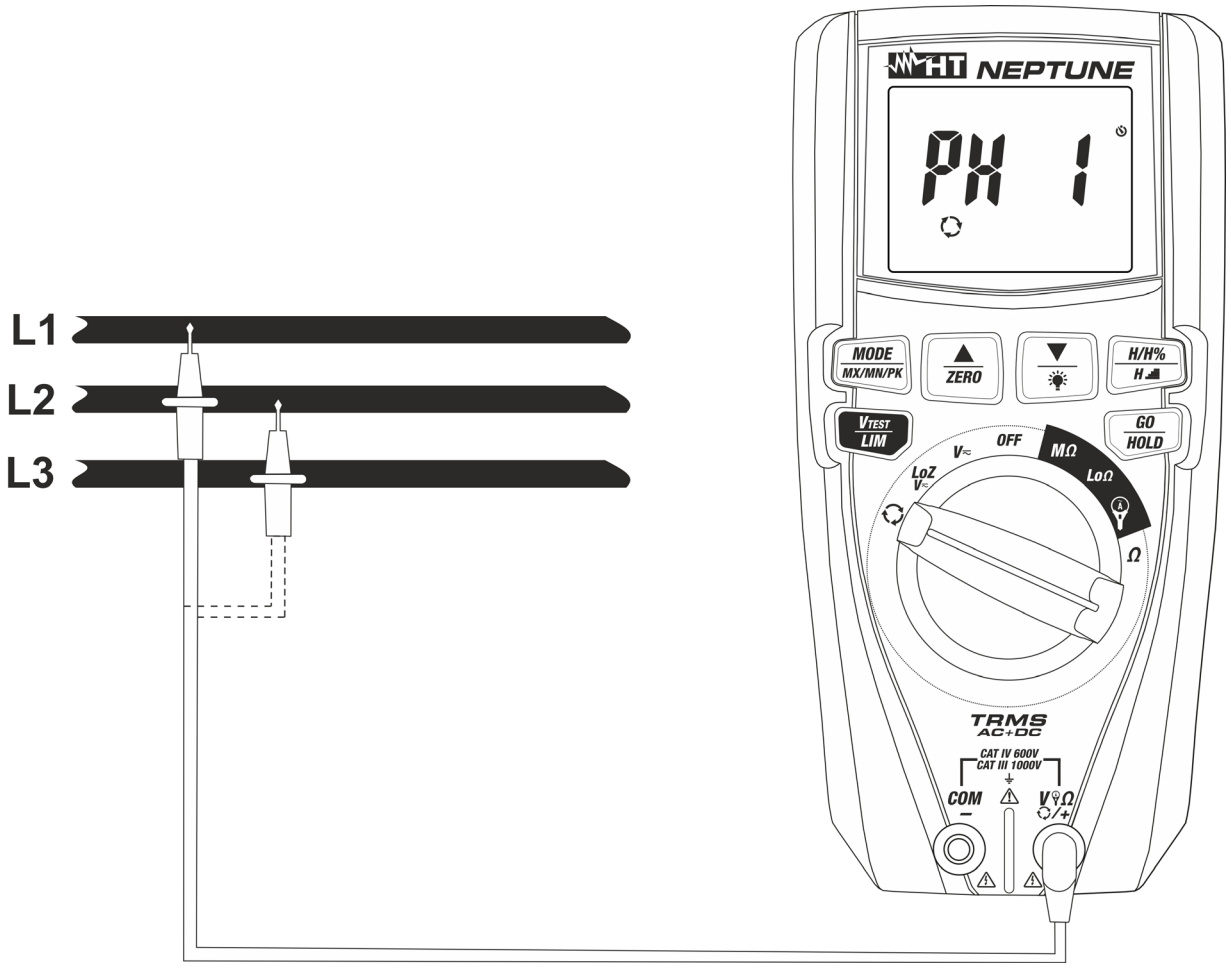


Fig. 10: Uso dello strumento per test di senso ciclico e concordanza delle fasi

1. Selezionare la posizione ⟳. Il messaggio "**PH 1**" è lampeggiante a display
2. Inserire il cavo rosso nel terminale di ingresso **VΩ⟳/+**
3. Posizionare il puntale rosso sulla fase **L1** del sistema trifase in esame (vedere Fig. 10). I seguenti messaggi possono essere mostrati a display (vedere Fig. 11) a identificare la presenza di un segnale di tensione con frequenza esterna all'intervallo **42.5Hz ÷ 69Hz** In tali condizioni lo strumento non esegue il test

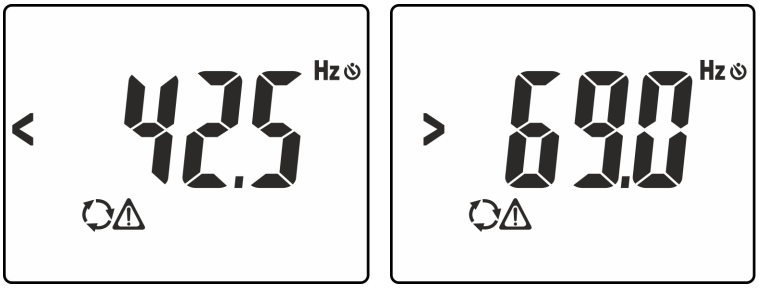


Fig. 11: Segnalazione di tensione con frequenza errata

4. In condizioni corrette di tensione e frequenza, lo strumento mostra il messaggio "**HOLD**", i simboli ⧗ e "PH1" ed emette un suono continuo in attesa del riconoscimento di un valore stabile di tensione sulla fase L1 (vedere Fig. 12 – parte sinistra)

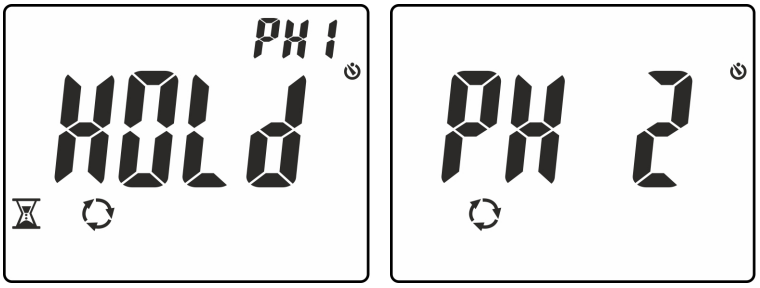


Fig. 12: Riconoscimento fase L1 e attesa per fase L2

5. **Non rimuovere il puntale dalla fase L1** fino alla visualizzazione del messaggio "**PH 2**" lampeggiante a display (vedere Fig. 12 – parte destra)

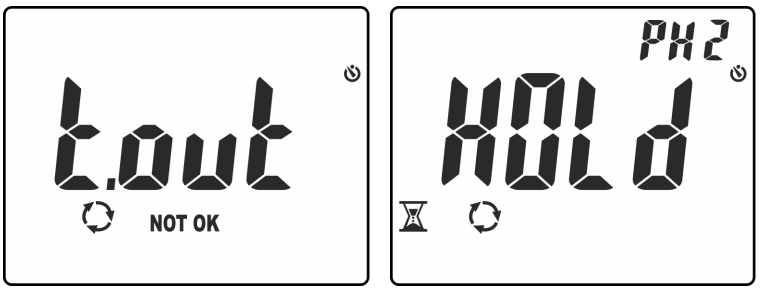


Fig. 13: Riconoscimento fase L1 e attesa per fase L2

6. Posizionare il puntale rosso sulla fase **L2** del sistema trifase in esame (vedere Fig. 10). Nel caso in cui il passaggio tra la fase L1 e la fase L2 avvenga in un tempo maggiore di **10s** lo strumento mostra il messaggio "**t.out**" a display (vedere Fig. 13 – parte sinistra) In condizioni corrette di tensione e frequenza, lo strumento mostra il messaggio "**HOLD**", i simboli ⧗ e "PH2" ed emette un suono continuo in attesa del riconoscimento di un valore stabile di tensione sulla fase L2 (vedere Fig. 13 – parte destra)

7. Al riconoscimento del valore stabile di tensione sulla fase L2 lo strumento mostra automaticamente il messaggio "**1.2.3.**" (test OK) o il messaggio "**2.1.3**" (test NOT OK) come mostrato nella Fig. 14

Fig. 14: Esiti del test di sequenza e concordanza delle fasi

8. Nel caso in cui occorra verificare la concordanza delle fasi tra due sistemi trifase in parallelo, dopo il riconoscimento della fase L1 del primo sistema, posizionare il puntale sulla fase L1 del secondo sistema. Il risultato finale corretto è il messaggio "**1.1-**" (vedere Fig. 14 – parte destra)

5.6. MISURA DI RESISTENZA DI ISOLAMENTO

Questa funzione è eseguita secondo la norma IEC/EN61557-2 e consente la misura della resistenza di isolamento nelle installazioni elettriche e nelle applicazioni industriali in cui sia necessario eseguire test di durata (vedere § 9.2). Sono disponibili le seguenti modalità di funzionamento:

- **AUTO** la prova prosegue fino ad ottenere un risultato stabile (durata minima 3s, max 15s) o finché il tasto **GO/HOLD** è premuto. Modalità consigliata
- **TMR** la prova è eseguita in modo continuo per la durata (timer) impostata tra i valori: **15s, 30s, 1min, 5min, 10min**
- **PI** la prova è eseguita in modo continuo per la durata (timer) impostata tra i valori: **1min,10min** Se il tempo impostato è **1min** lo strumento visualizzerà il valore del parametro **DAR** (Rapporto di Assorbimento Dielettrico) (vedere § 9.2.2). Se il tempo impostato è **10min** lo strumento visualizzerà il valore del parametro **PI** (Indice di Polarizzazione) (vedere § 9.2.1)

Modo AUTO

ATTENZIONE

- Verificare che il circuito in esame non sia alimentato e che tutti gli eventuali carichi da esso derivati siano scollegati prima di effettuare la misura di isolamento
- Si raccomanda di impugnare il coccodrillo rispettando la zona di sicurezza individuata dalla barriera paramano

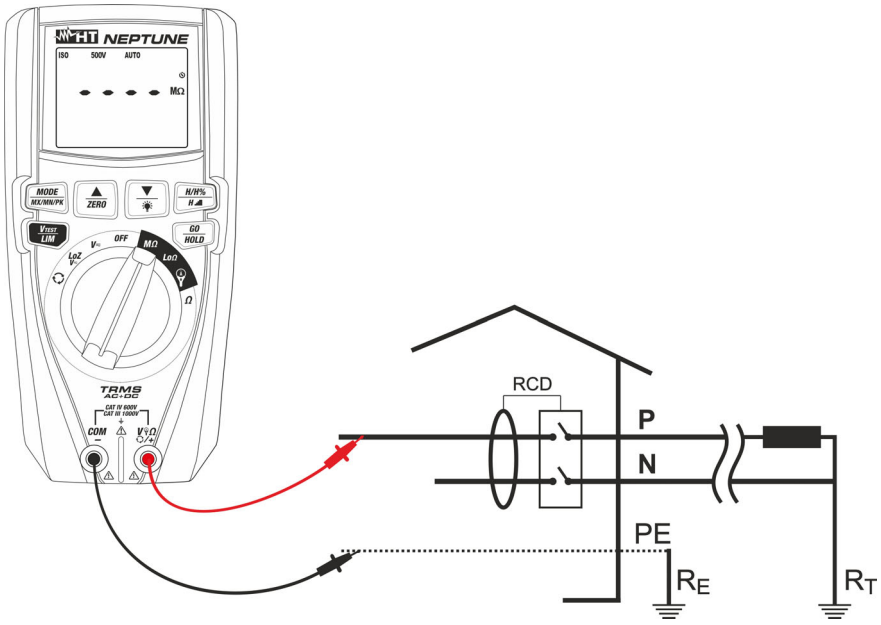


Fig. 15: Uso dello strumento per misura resistenza di isolamento in modo AUTO

1. Selezionare la posizione **MΩ**
2. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** e selezionare l'opzione "AUTO"
3. Premere il tasto **VTEST/LIM** per impostare la tensione di prova tra i valori: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VDC.** Notare il valore nella parte alta del display
4. Premere e tenere premuto il tasto **VTEST/LIM** (>2s) per impostare la soglia limite **minima** sulla misura. Il simbolo "Set" lampeggia a display

5. Premere i tasti ▼/ o **▲/ZERO** per selezionare il valore tra le opzioni: **0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ, no**. L'opzione "**no**" indica la non impostazione della soglia (vedere Fig. 16)

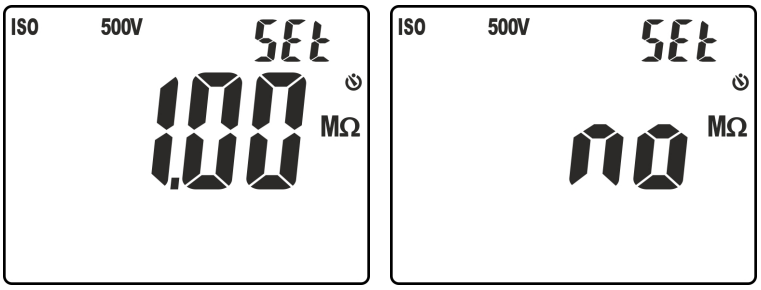


Fig. 16: Impostazione soglia limite nella misura di isolamento

6. Premere il tasto **GO/HOLD** per confermare e uscire dall'impostazione. Un suono continuo è emesso dallo strumento per qualche secondo
7. Inserire il conduttore rosso nel terminale di ingresso **VΩ/+** e il conduttore nero nel terminale di ingresso **COM/**– ed eventuali terminali a coccodrillo e collegare lo strumento all'impianto in esame (vedere Fig. 15)
8. Premere il tasto **GO/HOLD** per attivare la prova. La seguente videata può essere mostrata a display a segnalare la presenza di una tensione **>10V** presente sui terminali di ingresso che blocca lo svolgimento della prova

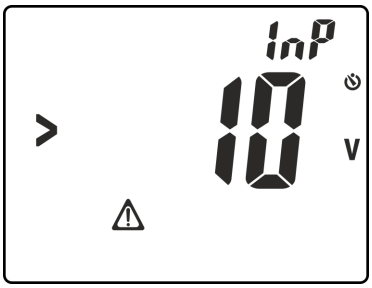


Fig. 17: Presenza tensione sui terminali di ingresso

9. In assenza di condizioni anomale lo strumento esegue il test finché è mantenuto premuto il tasto **GO/HOLD** oppure ha una durata di circa 3s se è rilasciato immediatamente, il simbolo ⧗ lampeggia a display e lo strumento emette un suono intermittente. Al termine della prova le seguenti videate sono mostrate a display

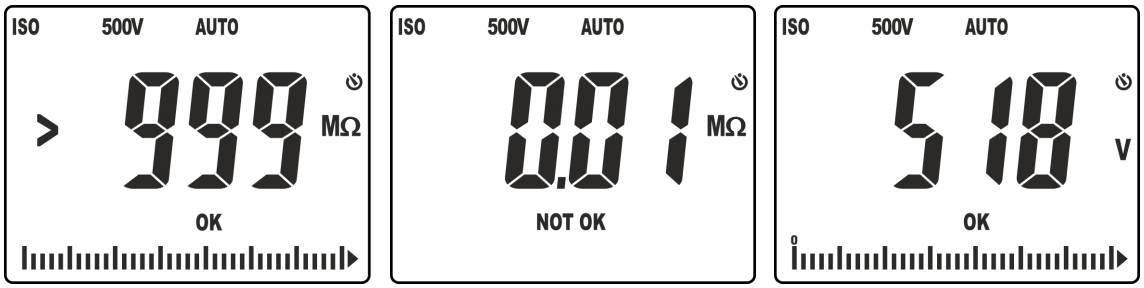


Fig. 18: Risultati della misura di isolamento in modo AUTO

10. Nella videata di Fig. 18 – parte sinistra è presente il valore della resistenza di isolamento (il simbolo "**>999**" indica la condizione di fuori scala) con risultato positivo "OK" (valore maggiore della soglia impostata). Nella videata di Fig. 18 – parte destra è presente il valore della resistenza di isolamento con risultato negativo "NOT OK" (valore inferiore alla soglia impostata)
11. Premere i tasti ▼/ o **▲/ZERO** per visualizzare la tensione reale applicata

Modo TMR

ATTENZIONE

- Verificare che il circuito in esame non sia alimentato e che tutti gli eventuali carichi da esso derivati siano scollegati prima di effettuare la misura di isolamento
- Si raccomanda di impugnare il coccodrillo rispettando la zona di sicurezza individuata dalla barriera paramano

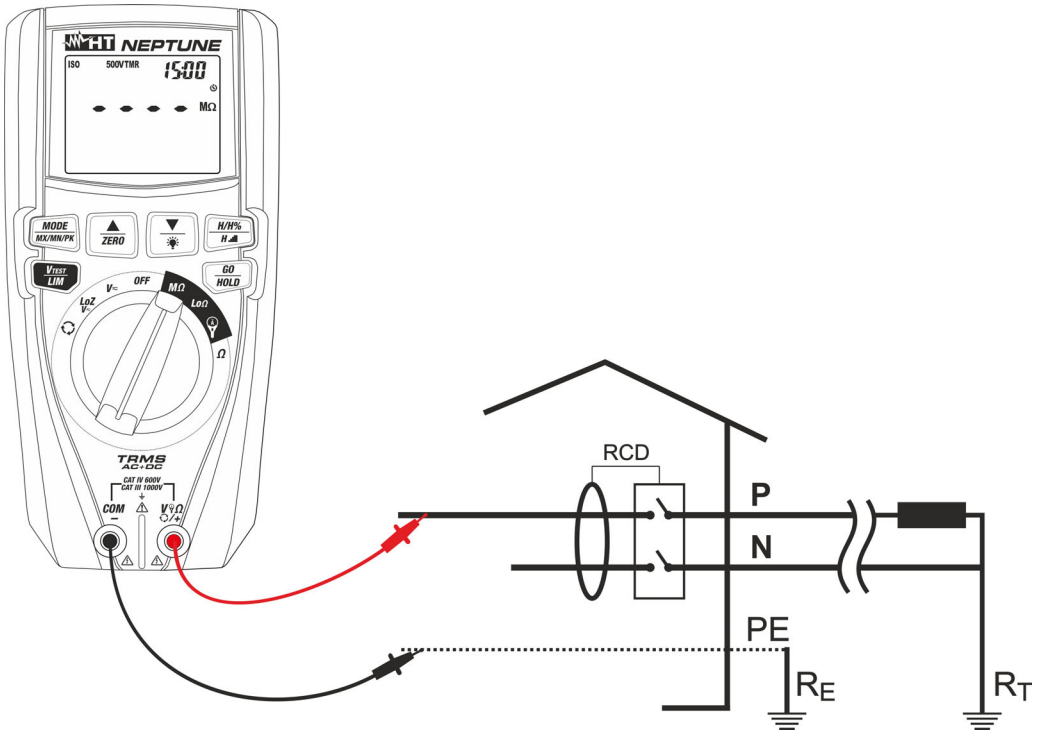


Fig. 19: Uso dello strumento per misura resistenza di isolamento in modo TMR

1. Selezionare la posizione **MΩ**
2. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** e selezionare l'opzione "TMR"
3. Premere il tasto **VTEST/LIM** per impostare la tensione di prova tra i valori: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VDC.** Notare il valore nella parte alta del display
4. Premere e tenere premuto il tasto **VTEST/LIM** (>2s) per impostare la soglia limite **minima** sulla misura. Il simbolo "Set" lampeggia a display. Premere i tasti ▼/☼ o **▲/ZERO** per selezionare il valore tra le opzioni: **0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ, no**. L'opzione "**no**" indica la non impostazione della soglia (vedere Fig. 16)
5. Premere i tasti ▼/☼ o **▲/ZERO** per impostare il tempo di misura (Timer) scegliendo tra le opzioni: **15s, 30s, 1min, 5min, 10min**. Notare il valore nella parte alta destra del display (vedere Fig. 20)

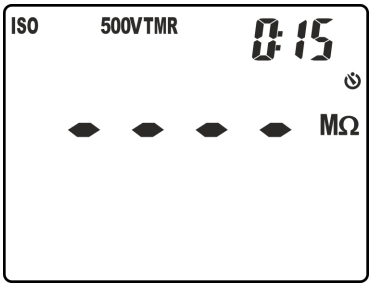


Fig. 20: Impostazione tempo di misura in modo TMR

6. Inserire il conduttore rosso nel terminale di ingresso **VΩ/+** e il conduttore nero nel terminale di ingresso **COM/**– ed eventuali terminali a coccodrillo e collegare lo strumento all'impianto in esame (vedere Fig. 19)
7. Premere il tasto **GO/HOLD** per attivare la prova. La videata di Fig. 17 può essere mostrata a display a segnalare la presenza di una tensione **>10V** presente sui terminali di ingresso che blocca lo svolgimento della prova
8. In assenza di condizioni anomale lo strumento esegue il test in modo continuo con tempo alla rovescia (fino al tempo "0:00") per l'intera durata del timer impostato, il simbolo ⌛ lampeggia a display e lo strumento emette un suono intermittente. Al termine della prova le seguenti videate sono mostrate a display

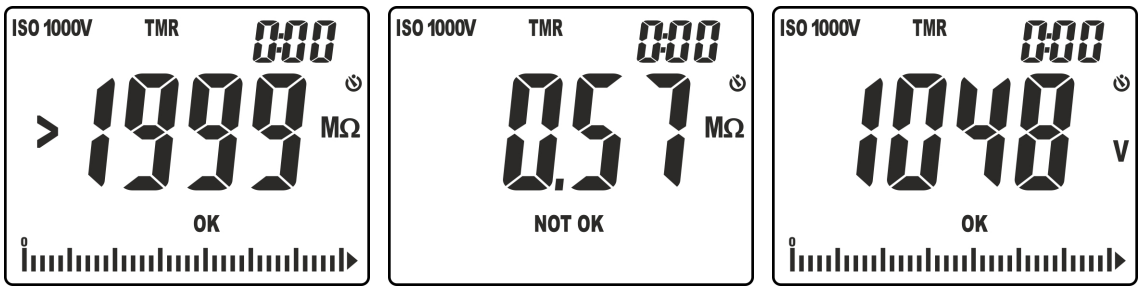


Fig. 21: Risultati della misura di isolamento in modo TMR

9. Nella videata di Fig. 21 – parte sinistra è presente il valore della resistenza di isolamento (il simbolo "**>1999**" indica la condizione di fuori scala) al termine della misura con risultato positivo "OK" (valore maggiore della soglia impostata). Nella videata di Fig. 21 – parte destra è presente il valore della resistenza di isolamento al termine della misura con risultato negativo "NOT OK" (valore inferiore alla soglia impostata)
10. Premere i tasti ▼/💡 o **▲/ZERO** per visualizzare la tensione reale applicata

Modo PI

Il modo PI è indicato al fine di eseguire test diagnostici di durata sui materiali (apparecchiature, cavi elettrici, ecc..) al fine di valutare la qualità dell'isolamento. Lo scopo è la valutazione dei seguenti coefficienti:

- Indice di Polarizzazione (PI) definito come:

$$PI = \frac{Riso\ (10\,\mathrm{min})}{Riso\ (1\,\mathrm{min})}$$

- Rapporto di Assorbimento Dielettrico (DAR) definito come:

$$DAR = \frac{Riso\ (1\,\mathrm{min})}{Riso\ (30s)}$$

Vedere il § 9.2.1 e § 9.2.2 per ulteriori dettagli.

ATTENZIONE

- Verificare che il circuito in esame non sia alimentato e che tutti gli eventuali carichi da esso derivati siano scollegati prima di effettuare la misura di isolamento
- Si raccomanda di impugnare il coccodrillo rispettando la zona di sicurezza individuata dalla barriera paramano

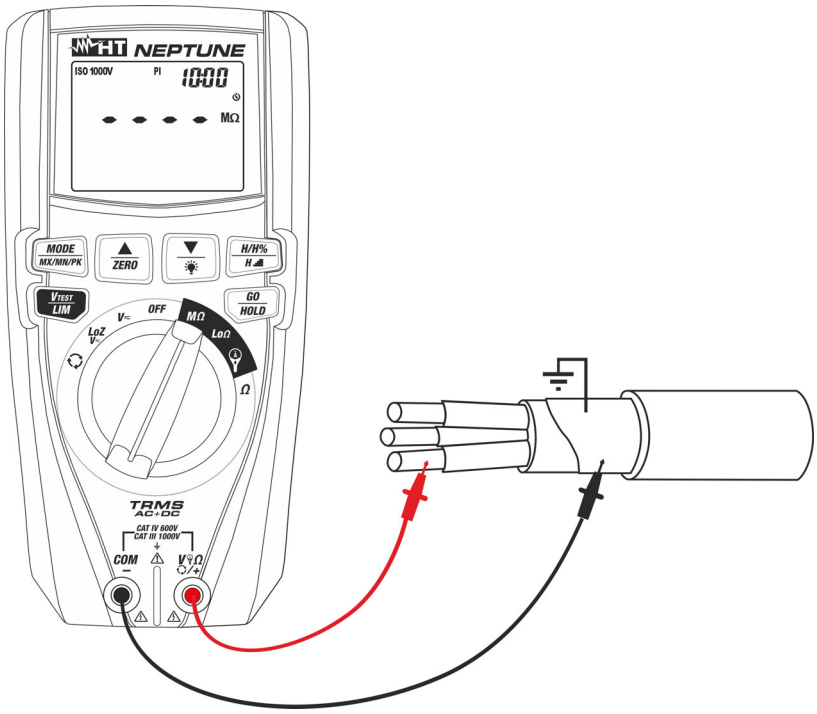


Fig. 22: Uso dello strumento per misura resistenza di isolamento in modo PI

1. Selezionare la posizione **MΩ**
2. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** e selezionare l'opzione "PI"
3. Premere il tasto **VTEST/LIM** per impostare la tensione di prova tra i valori: **50V, 100V, 250V, 500V, 1000VDC.** Notare il valore nella parte alta del display
4. Premere e tenere premuto il tasto **VTEST/LIM** (>2s) per impostare la soglia limite **minima** sulla misura. Il simbolo "Set" lampeggia a display. Premere i tasti ▼/☼ o **▲/ZERO** per selezionare il valore tra le opzioni: **0.10MΩ, 0.230MΩ, 0.50MΩ, 1.00MΩ, 100MΩ, no**. L'opzione "**no**" indica la non impostazione della soglia (vedere Fig. 16)
5. Premere i tasti ▼/☼ o **▲/ZERO** per impostare il tempo di misura (Timer) scegliendo tra le opzioni: **1min** (per misura DAR) o **10min** (per misura PI). Notare il valore nella parte alta destra del display (vedere Fig. 20)
6. Inserire il conduttore rosso nel terminale di ingresso **VΩ/+** e il conduttore nero nel terminale di ingresso **COM/–** ed eventuali terminali a coccodrillo e collegare lo strumento all'apparecchiatura in esame (vedere Fig. 22)
7. Premere il tasto **GO/HOLD** per attivare la prova. La videata di Fig. 17 può essere mostrata a display a segnalare la presenza di una tensione **>10V** presente sui terminali di ingresso che blocca lo svolgimento della prova
8. In assenza di condizioni anomale lo strumento esegue il test in modo continuo con tempo alla rovescia (fino al tempo "0:00") per l'intera durata del timer impostato, il simbolo ⧗ lampeggia a display e lo strumento emette un suono intermittente. Al termine della prova le seguenti videate sono mostrate a display

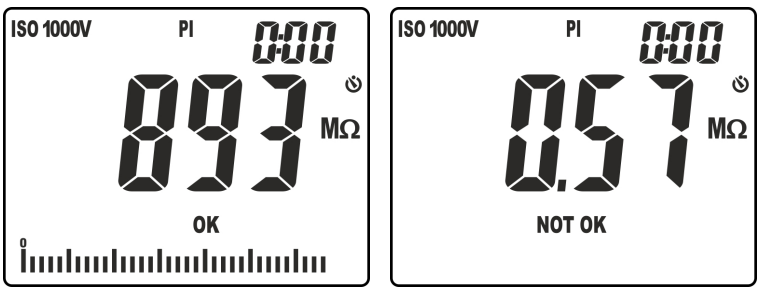


Fig. 23: Risultati della misura di isolamento in modo PI

9. Nella videata di Fig. 23 – parte sinistra è presente il valore della resistenza di isolamento al termine della misura con risultato positivo “OK” (valore maggiore della soglia impostata). Nella videata di Fig. 23 – parte destra è presente il valore della resistenza di isolamento al termine della misura con risultato negativo “NOT OK” (valore inferiore alla soglia impostata)
10. Premere i tasti ▼/☼ o **▲/ZERO** per visualizzare la tensione reale applicata, il valore del parametro PI o il valore del parametro DAR (vedere Fig. 24)

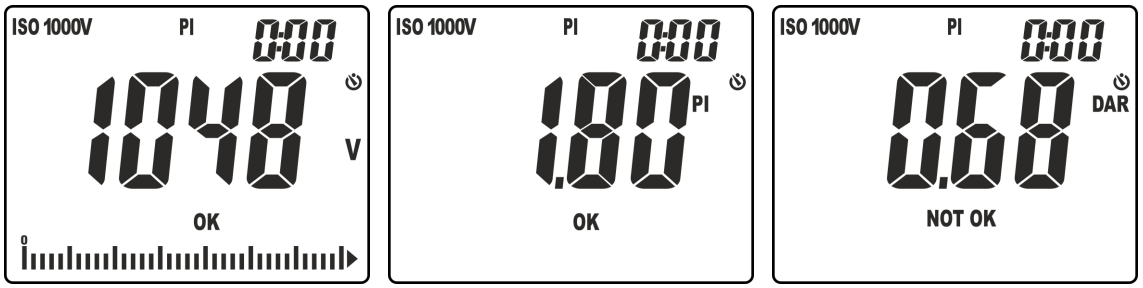


Fig. 24: Risultati della misura di PI e DAR

5.7. CONTINUITÀ DEI CONDUTTORE DI PROTEZIONE CON 200MA

Questa funzione viene eseguita secondo la norma IEC/EN61557-4 e consente la misura della continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali). Sono disponibili le seguenti modalità di funzionamento:

- **AUTO** la prova è attivata premendo il tasto **GO/HOLD** e il risultato è mostrato immediatamente a display dopo la comparazione con il valore di soglia limite massima impostata. Modalità consigliata
- **TMR** la prova è eseguita in modo continuo per la durata (timer) impostata nel campo **1s ÷ 30s** e il risultato è mostrato a display dopo la comparazione con il valore di soglia limite massima impostata
- **ZERO** compensazione della resistenza dei cavi utilizzati per la misurazione, lo strumento sottrae automaticamente il valore della resistenza dei cavi al valore di resistenza misurato. E' pertanto necessario che tale valore venga misurato (tramite la funzione **ZERO**) ogni volta che i cavi di misura vengono cambiati o prolungati

Modo AUTO

ATTENZIONE

- Verificare che il circuito in esame non sia alimentato e che tutti gli eventuali carichi da esso derivati siano scollegati prima di effettuare la misura di isolamento
- La prova di continuità è eseguita erogando una corrente superiore a 200mA per resistenze non superiori a **5Ω** (compresa la resistenza dei cavi di misura). Per valori di resistenza superiori lo strumento esegue la prova con una corrente inferiore a 200mA

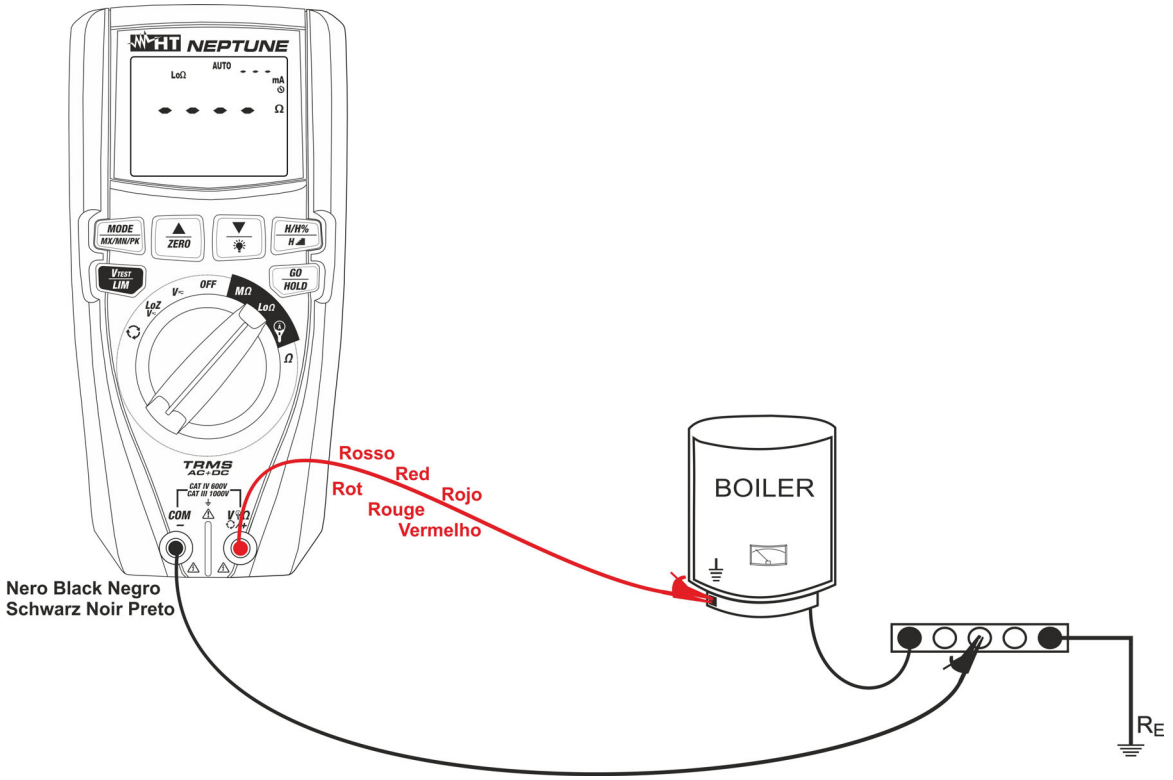


Fig. 25: Uso dello strumento per misura continuità in modo AUTO

1. Selezionare la posizione **LoΩ**
2. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** e selezionare l'opzione "AUTO"
3. Premere e tenere premuto il tasto **VTEST/LIM** (>2s) per impostare la soglia limite **massima** sulla misura. Il simbolo "Set" lampeggia a display
4. Premere i tasti ▼/☼ o ▲**/ZERO** per selezionare il valore compreso nel campo: **0.05Ω ÷ 9.99Ω** (vedere Fig. 26)

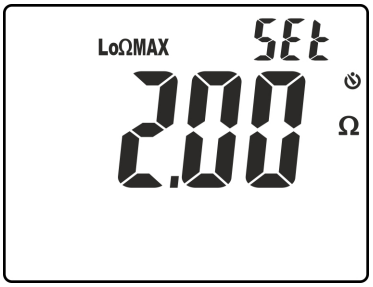


Fig. 26: Impostazione soglia limite nella misura di continuità

5. Premere il tasto **GO/HOLD** per confermare e uscire dall'impostazione. Un suono continuo è emesso dallo strumento per qualche secondo
6. Eseguire eventualmente la compensazione dei cavi di prova (vedere § 5.7.1)
7. Inserire il conduttore rosso nel terminale di ingresso **VΩ/+** e il conduttore nero nel terminale di ingresso **COM/**– e collegare lo strumento all'impianto in esame (vedere Fig. 25)
8. Premere il tasto **GO/HOLD** per attivare la prova. La seguente videata può essere mostrata a display a segnalare la presenza di una tensione **>10V** presente sui terminali di ingresso che blocca lo svolgimento della prova

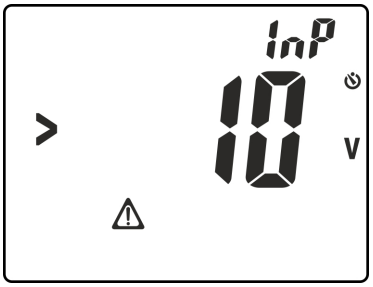


Fig. 27: Presenza tensione sui terminali di ingresso

9. In assenza di condizioni anomale lo strumento esegue il test e il simbolo ⧗ lampeggia a display. Al termine della prova le seguenti videate sono mostrate a display

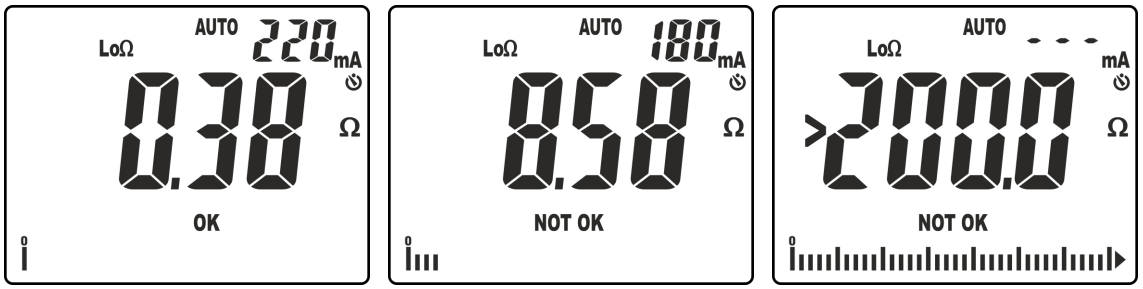


Fig. 28: Risultati della misura di continuità in modo AUTO

10. Nella videata di Fig. 28 – parte sinistra è presente un risultato positivo del test "OK" (valore minore della soglia impostata e corrente di prova >200mA). Nella videata di Fig. 28 – parte centrale è presente un risultato negativo del test "NOT OK" (valore superiore alla soglia impostata e corrente di prova <200mA). Nella videata di Fig. 28 – parte destra è presente risultato negativo "NOT OK" corrispondente al fuori scala (simbolo "**>200.0**"

Modo TMR

ATTENZIONE

- Verificare che il circuito in esame non sia alimentato e che tutti gli eventuali carichi da esso derivati siano scollegati prima di effettuare la misura di isolamento
- La prova di continuità è eseguita erogando una corrente superiore a 200mA per resistenze non superiori a **5Ω** (compresa la resistenza dei cavi di misura). Per valori di resistenza superiori lo strumento esegue la prova con una corrente inferiore a 200mA

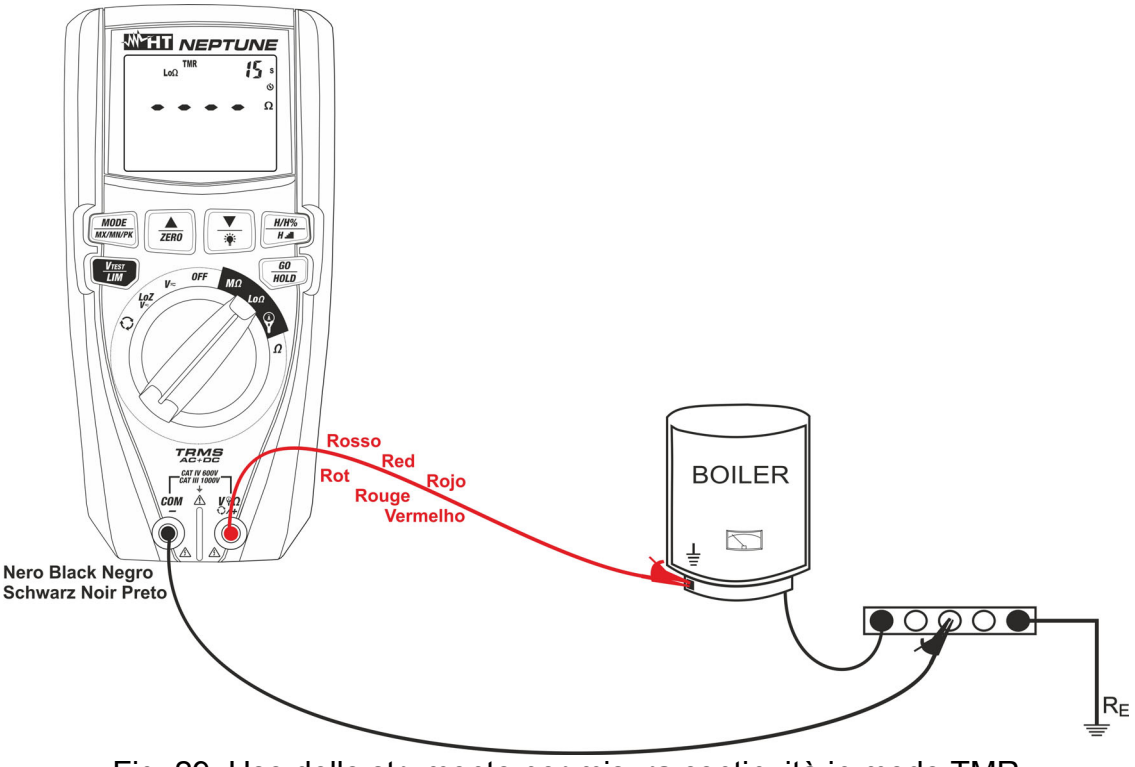


Fig. 29: Uso dello strumento per misura continuità in modo TMR

1. Selezionare la posizione **LoΩ**
2. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** e selezionare l'opzione "TMR"
3. Premere e tenere premuto il tasto **VTEST/LIM** (>2s) per impostare la soglia limite **massima** sulla misura. Il simbolo "Set" lampeggia a display
4. Premere i tasti ▼/☼ o **▲/ZERO** per selezionare il valore compreso nel campo: **0.05Ω ÷ 9.99Ω** (vedere Fig. 26)
5. Premere i tasti ▼/☼ o **▲/ZERO** per impostare il tempo di misura (Timer) nel campo: **1s ÷ 30s**. Notare il valore nella parte alta destra del display (vedere Fig. 30)

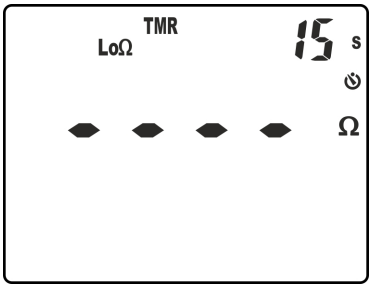


Fig. 30: Impostazione tempo di misura in modo TMR

6. Eseguire eventualmente la compensazione dei cavi di prova (vedere § 5.7.1)
7. Inserire il conduttore rosso nel terminale di ingresso **VΩ/+** e il conduttore nero nel terminale di ingresso **COM/–** e collegare lo strumento all'impianto in esame (vedere Fig. 29)
8. Premere il tasto **GO/HOLD** per attivare la prova. La videata di Fig. 27 può essere mostrata a display a segnalare la presenza di una tensione **>10V** presente sui terminali di ingresso che blocca lo svolgimento della prova
9. In assenza di condizioni anomale lo strumento esegue il test in modo continuo con tempo alla rovescia (fino al tempo "0") per l'intera durata del timer impostato e il simbolo ⧗ lampeggia a display. Al termine della prova le seguenti videate sono mostrate a display:

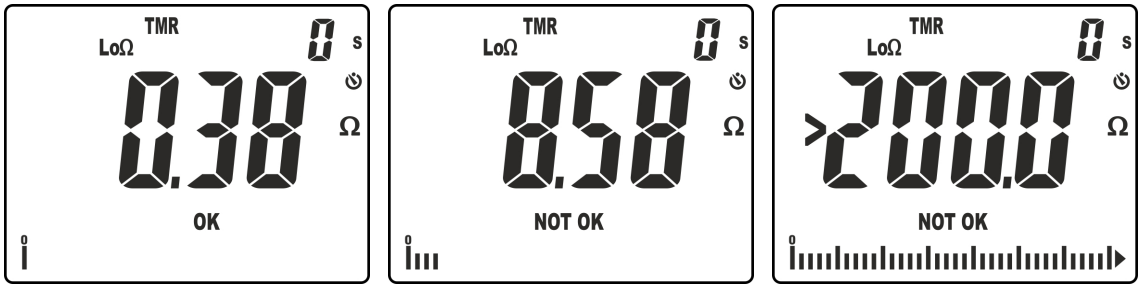


Fig. 31: Risultati della misura di continuità in modo TMR

10. Nella videata di Fig. 31 – parte sinistra è presente un risultato positivo del test "OK" (valore minore della soglia impostata e corrente di prova >200mA). Nella videata di Fig. 31– parte centrale è presente un risultato negativo del test "NOT OK" (valore superiore alla soglia impostata e corrente di prova <200mA). Nella videata di Fig. 31 – parte destra è presente risultato negativo "NOT OK" corrispondente al fuori scala (simbolo "**>200.0**")

5.7.1. Funzione ZERO – Azzeramento resistenza cavi di prova

In ogni modo di funzionamento (AUTO, TMR) è possibile effettuale il preliminare azzeramento della resistenza dei cavi di prova prima di eseguire le misure di continuità. Questa operazione è raccomandata al primo utilizzo dei cavi di prova in dotazione e qualora occorra usare cavi diversi (ad esempio prolunghe) da quelli in dotazione. **L'operazione è possibile solo per resistenza dei cavi di prova <5.00Ω.**

1. Selezionare la posizione **LoΩ**
2. Inserire i cavi di misura ai terminali di ingresso **VΩ/+** e **COM/–**, collegare i terminali a coccodrillo e cortocircuitare le estremità dei cavi tra loro (vedere Fig. 32)

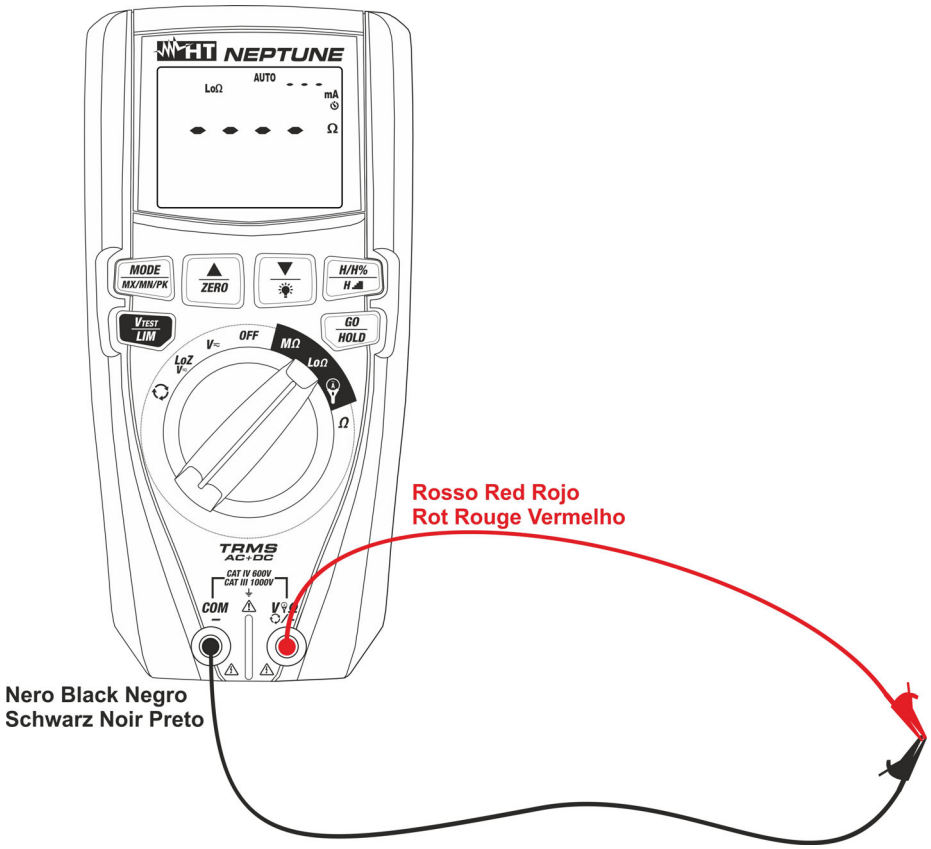


Fig. 32: Collegamento dei cavi in funzione compensazione

3. Premere a lungo (>2s) il tasto **▲/ZERO**. Lo strumento avvia la procedura di compensazione della resistenza dei cavi immediatamente seguita dalla verifica del valore compensato. Le seguenti videate sono mostrate in rapida sequenza:

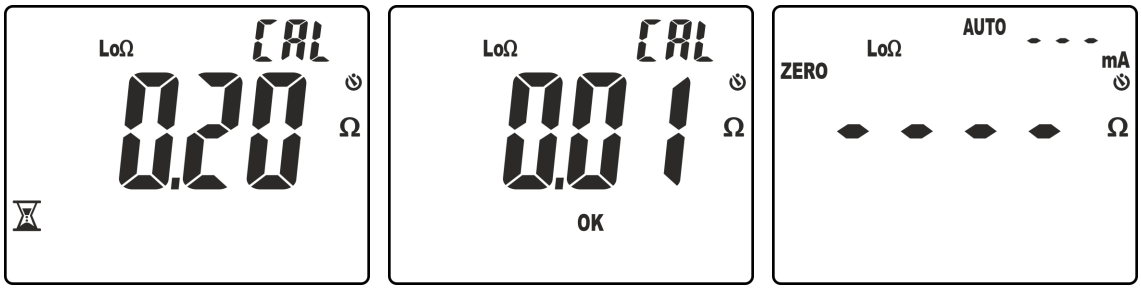


Fig. 33: Risultati azzeramento correttamente eseguito

4. Lo strumento esegue la prima misura rilevando la resistenza dei cavi di prova (vedere Fig. 33 – parte sinistra). Se tale valore compensato (ZERO) è **≤5.00Ω** lo mantiene

memorizzato ed esegue la successiva verifica eseguendo una seconda misura e facendo la differenza tra questo nuovo valore e quello compensato. Se tale valore risulta **≤0.01Ω** la calibrazione è confermata e il messaggio "OK" è mostrato a display (vedere Fig. 33 – parte centrale). Successivamente lo strumento torna alla videata di misura con messaggio "ZERO" presente a display a significare la presenza della compensazione dei cavi

5. Nel caso in cui la prima misura rilevi una resistenza dei cavi di prova **>5.00Ω** lo strumento mostra le seguenti videate in rapida sequenza:

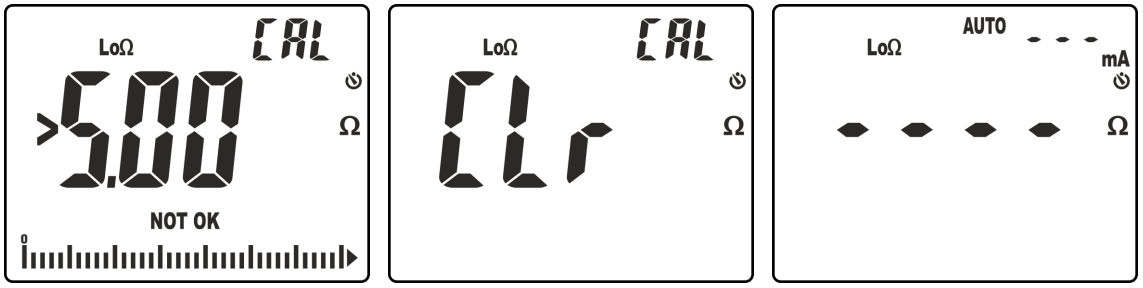


Fig. 34: Risultati azzeramento non eseguito correttamente

6. I messaggi "**>5.00Ω**" e "NOT OK" sono inizialmente mostrati a display (vedere Fig. 34 – parte sinistra). Successivamente il messaggio "**CLr**" è mostrato a significare la cancellazione della calibrazione (vedere Fig. 34 – parte centrale) e il messaggio "ZERO" non è mostrato nella videata di misura (vedere Fig. 34 – parte destra)
7. Per azzerare una calibrazione dei cavi presente sullo strumento eseguire la procedura **con terminali di ingresso VΩ/+ e COM/– aperti** e premere a lungo (>2s) il tasto **▲/ZERO**. Le seguenti videate sono mostrate in rapida sequenza:

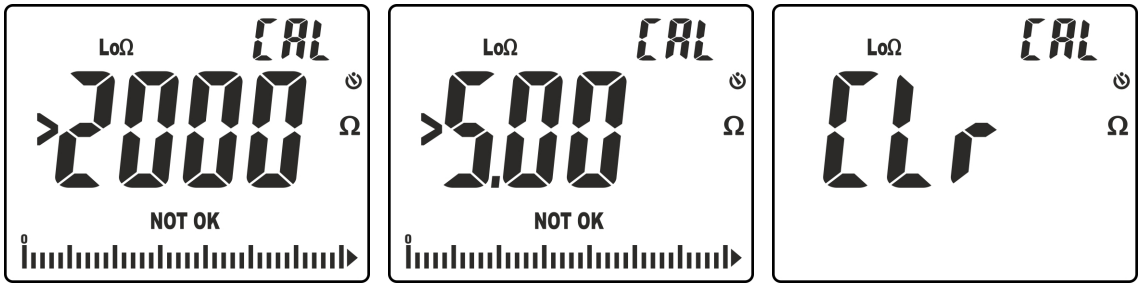


Fig. 35: Azzeramento di una calibrazione

5.8. MISURA CORRENTE DC, AC, AC+DC, INRUSH CON TRASDUTTORI A PINZA

ATTENZIONE

- La massima corrente misurabile in questa funzione è 3000A AC o 1000A DC. Non misurare correnti che eccedono i limiti indicati in questo manuale
- Lo strumento esegue la misura sia con trasduttori a pinza flessibili (accessori opzionali) sia con altri trasduttori a pinza **standard** della famiglia HT (accessori opzionali). Con trasduttori aventi il connettore di uscita Hypertac è necessario l'adattatore opzionale NOCANBA per eseguire il collegamento

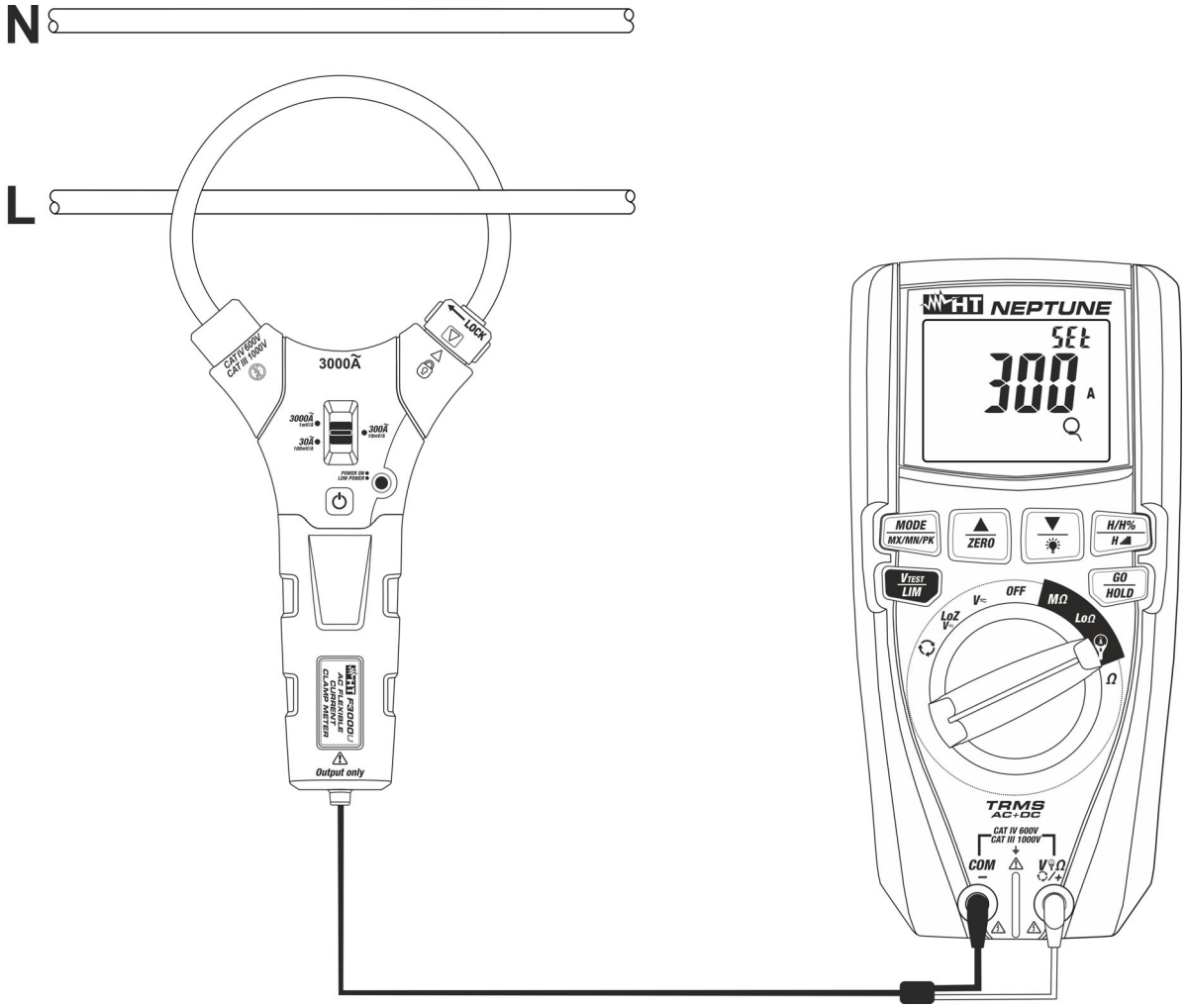


Fig. 36: Uso dello strumento per misura di corrente con trasduttori a pinza

1. Selezionare la posizione
2. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** per selezionare il tipo di trasduttore a pinza tra le opzioni: "" (trasduttore a pinza flessibile – solo AC) o "" (trasduttore a pinza standard – AC o DC)
3. Premere i tasti ▼/ o ▲ e selezionare sullo strumento la **stessa portata** impostata sulla pinza tra le opzioni: **30A, 300A, 3000A** (misura di corrente AC con pinza flessibile) oppure: **1A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** per misura di corrente AC, DC, AC+DC con pinza standard)
4. Per trasduttori a pinza flessibile impostare il relativo fondo scala di tensione (vedere § 4.2.10)
5. Premere il tasto **GO/HOLD** per confermare le impostazioni

6. Per trasduttori a pinza standard premere il tasto **MODE/MXMNPK** per selezionare la misura “AC”, “DC” o “AC+DC”. Lo strumento dispone in ogni caso della funzione di riconoscimento automatico delle grandezze AC o DC
7. Inserire il cavo rosso nel terminale di ingresso **V⏀Ω⟳/+** e il cavo nero nel terminale di ingresso **COM/**–. Per modelli di trasduttori standard con connettore Hypertac usare l’adattatore opzionale NOCANBA. Per informazioni sull’uso dei trasduttori a pinza fare riferimento al relativo manuale d’uso
8. Inserire il cavo al centro del toroide (vedere Fig. 36). Il valore della corrente è mostrato nella Fig. 37

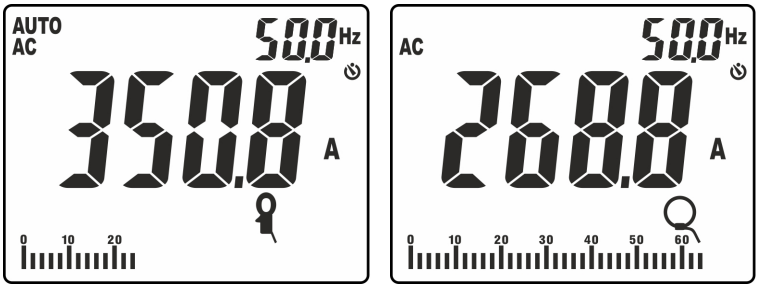


Fig. 37: Risultato misura di corrente AC con pinza standard e flessibile

9. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** per visualizzare il valore della frequenza della corrente AC con risoluzione elevata (vedere Fig. 38)

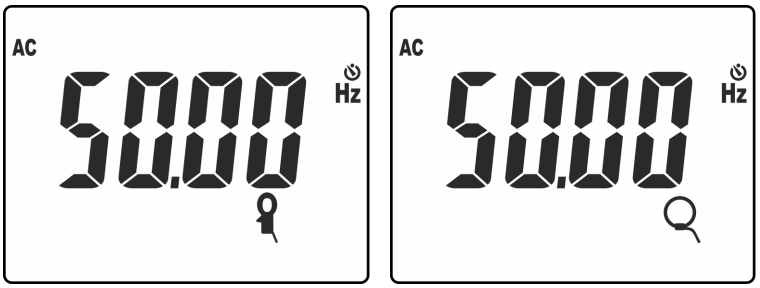


Fig. 38: Risultato misura di frequenza con pinza standard e flessibile

10. Le seguenti videate possono essere mostrate a display

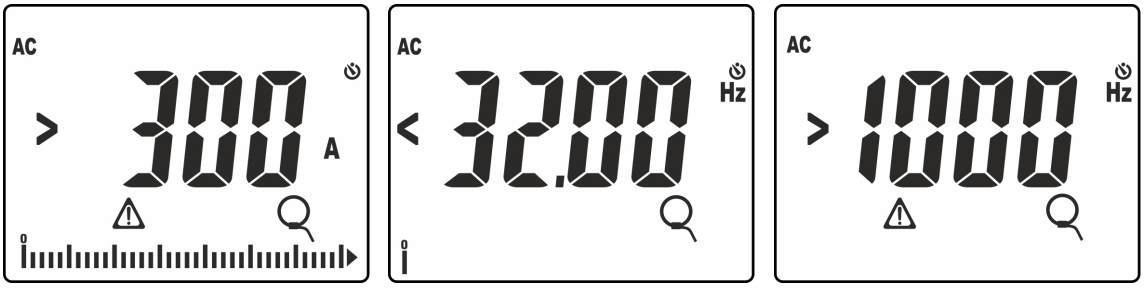


Fig. 39: Situazioni anomale sulla misura di corrente con trasduttori a pinza

11. Il messaggio “**>300A**” indica che il valore della corrente misurata è maggiore del fondo scala impostato (300A nel caso della Fig. 39). Se sul display sono visualizzati i messaggi "**<32.00Hz**" o “**>1000Hz**” Il valore della frequenza della corrente misurata è esterno all’intervallo di misura **32Hz ÷ 1000Hz**
12. Per l’uso delle funzioni HOLD, MAX/MIN/PK, H/H%/H▟ vedere il § 4.2

Misura della corrente di spunto (DIRC)

ATTENZIONE

- La massima corrente misurabile in questa funzione è 3000A AC o 1000A DC. Non misurare correnti che eccedono i limiti indicati in questo manuale
- Lo strumento esegue la misura sia con trasduttori a pinza flessibili (accessori opzionali) sia con altri trasduttori a pinza **standard** della famiglia HT (accessori opzionali). Per spunti di corrente che contengono un'elevata componente DC **è raccomandato** l'uso di pinze AC/DC. Con trasduttori aventi il connettore di uscita Hypertac è necessario l'adattatore opzionale NOCANBA per eseguire il collegamento

1. Selezionare la posizione
2. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** per selezionare il tipo di trasduttore a pinza tra le opzioni: "" (trasduttore a pinza flessibile – solo AC) o "" (trasduttore a pinza standard – AC o DC)
3. Premere i tasti ▼/ o ▲ selezionare sullo strumento la **stessa portata** impostata sulla pinza tra le opzioni: **30A, 300A, 3000A** (misura di corrente AC con pinza flessibile) oppure: **1A, 10A, 30A, 40A, 100A, 200A, 300A, 400A, 1000A, 2000A, 3000A** per misura di corrente AC o AC+DC con pinza standard
4. Per trasduttori a pinza flessibile impostare il relativo fondo scala (vedere § 4.2.10)
5. Premere il tasto **GO/HOLD** per confermare le impostazioni
6. Premere il tasto **MODE/MXMNPK** per selezionare la misura "IRC". Le seguenti videate sono mostrate a display in funzione del tipo di pinza utilizzata:

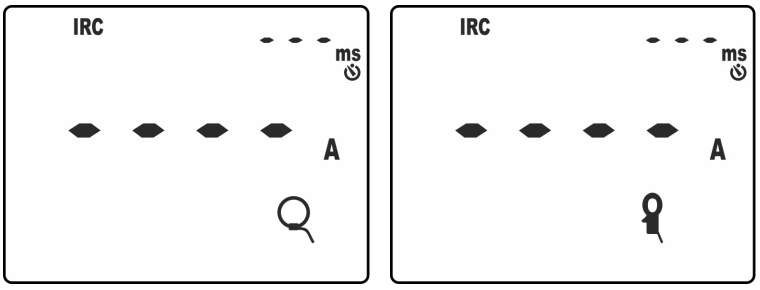


Fig. 40: Videate iniziali misura corrente di spunto

7. Eseguire i collegamenti delle pinze all'impianto in esame come indicato nel § 5.8
8. Premere il tasto **GO/HOLD** per attivare la funzione. Lo strumento si pone in attesa del riconoscimento dell'evento (valore misurato superiore alla soglia fissa di trigger pari all'**1%FS pinza: ex 30A per FS = 3000A**) mostrando il simbolo "" a display (vedere Fig. 41 – parte sinistra)

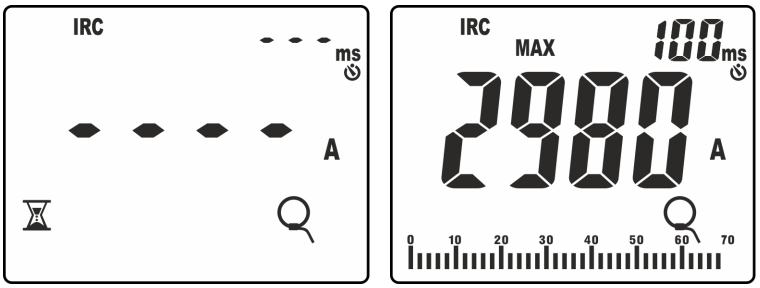


Fig. 41: Riconoscimento evento corrente di spunto

9. Al riconoscimento dell'evento **la misura si arresta automaticamente** e lo strumento mostra nel display principale il valore **Max RMS** calcolato sul tempo di valutazione di **100ms** (default) riportato nel display secondario (vedere Fig. 41 – parte destra)
10. Premere i tasti ▼/☼ o ▲ per selezionare la visualizzazione dei seguenti parametri:
    - Valore di picco "Pk" calcolato in un **1ms** (vedere Fig. 42 – parte sinistra)
    - Max valore RMS calcolato in **16.7ms**
    - Max valore RMS calcolato in **20ms**
    - Max valore RMS calcolato in **50ms**
    - Max valore RMS calcolato in **100ms**
    - Max valore RMS calcolato in **150ms**
    - Max valore RMS calcolato in **175ms**
    - Max valore RMS calcolato in **200ms**

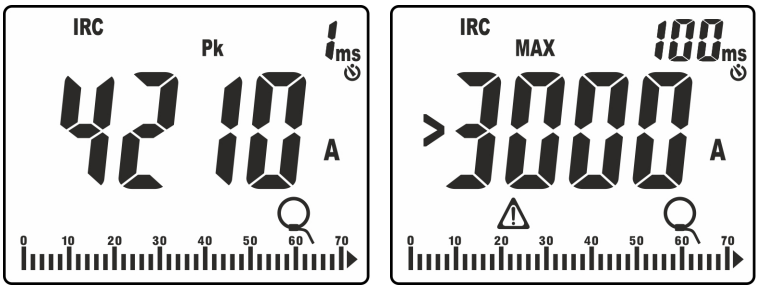


Fig. 42: Esempi di visualizzazioni della corrente di spunto

11. Se la corrente misurata è maggiore del FS della pinza impostato, il messaggio come quello riportato nella Fig. 42 – parte destra (relativo a FS = 3000A) è mostrato a display
12. Premere il tasto **GO/HOLD** per avviare una nuova misura o ruotare il selettore per uscire dalla funzione

6. MANUTENZIONE

ATTENZIONE

- Solo tecnici qualificati possono effettuare le operazioni di manutenzione. Prima di effettuare la manutenzione rimuovere tutti i cavi dai terminali di ingresso
- Non utilizzare lo strumento in ambienti caratterizzati da elevato tasso di umidità o temperatura elevata. Non esporre direttamente alla luce del sole
- Spegnere sempre lo strumento dopo l'utilizzo. Se si prevede di non utilizzarlo per un lungo periodo rimuovere la batteria per evitare fuoruscite di liquidi da parte di quest'ultima che possano danneggiare i circuiti interni dello strumento

6.1. SOSTITUZIONE BATTERIE

Quando sul display LCD appare il simbolo "" e l'indicazione "**bAtt**" (vedere Fig. 43**)** occorre sostituire le batterie, operando come segue:

Fig. 43: Videata con indicazione batteria scarica

1. Posizionare il selettore in posizione **OFF** e rimuovere i cavi dai terminali di ingresso
2. Ruotare la vite di fissaggio del vano batterie dalla posizione "" alla posizione "" e rimuovere lo stesso
3. Rimuovere la batteria e inserire nel vano la nuova batteria dello stesso tipo (vedere § 7.1.1) rispettando le polarità indicate
4. Riposizionare il vano batterie e ruotare la vite di fissaggio del vano batterie dalla posizione "" alla posizione ""
5. Non disperdere nell'ambiente le batterie utilizzate. Usare gli appositi contenitori per lo smaltimento

6.2. PULIZIA DELLO STRUMENTO

Per la pulizia dello strumento utilizzare un panno morbido e asciutto. Non usare mai panni umidi, solventi, acqua, ecc.

6.3. FINE VITA

ATTENZIONE: il simbolo riportato sullo strumento indica che l'apparecchiatura ed i suoi accessori devono essere raccolti separatamente e trattati in modo corretto.

7. SPECIFICHE TECNICHE

7.1. CARATTERISTICHE TECNICHE

Incertezza calcolata come [%lettura + (num. cifre*risoluzione)] a 23°C ±5°C, <80%RH

Tensione DC (Autorange)

Campo [V]	Risoluzione [V]	Incertezza	Impedenza di ingresso	Protezione contro i sovraccarichi
0.0 ÷ 999.9	0.1	±(0.5%lettura + 2cifre)	5MΩ	1000VDC/ACrms

Tensione AC, AC+DC, Loz TRMS (Autorange)

Campo [V]	Risoluzione [V]	Frequenza	Incertezza	Protezione contro i sovraccarichi
0.5 ÷ 999.9	0.1	32Hz ÷ 1kHz	±(0.5%lettura + 2cifre)	1000VDC/ACrms

Impedenza di ingresso funzione VAC: 5MΩ,
Impedenza di ingresso funzione LoZ: 3.5kΩ per 10s (@ 110V/50Hz), 4.5s (@ 230V/50Hz), 1s (@ 400V/50Hz). Per valori di tensione superiori, l'impedenza di ingresso si alza oltre i 10kΩ. **ATTENZIONE: non lasciare collegato lo strumento per più di 1min**
Seleziona automatica modo DC, Max fattore di cresta: 1.5

Frequenza corrente e tensione (Autorange)

Campo [Hz]	Risoluzione [Hz]	Incertezza
32.00 ÷ 99.99	0.01	±(0.1%lettura+1cifra)
100.0 ÷ 999.9	0.1	

Campo tensione: 0.5V ÷ 999.9V, Campo corrente: 0.5A ÷ 3000A (Pinze Flex F3000U), 1mV ÷ 1000mV (Pinze STD)

Corrente AC TRMS (Pinza flessibile F3000U) – (Autorange)

Campo [mV]	Risoluzione [mV]	Incertezza (*)
1 ÷ 3000	1	±(0.5%lettura + 2cifre)

(*) Per frequenza >100Hz l'incertezza è: ±(1.5%lettura + 5cifre)
Max fattore di cresta: 3, Banda di frequenza: 1kHz ; Corrente azzerata per valore <1%FS [A]

Corrente AC TRMS (Pinza flessibile FS 1V) e DC, AC, AC+DC (Pinza STD) – (Autorange)

Campo [mV]	Risoluzione [mV]	Incertezza (*)
1 ÷ 1000	1	±(0.5%lettura + 2cifre)

(*) Per frequenza >100Hz l'incertezza è: ±(1.5%lettura + 5cifre)
Max fattore di cresta: 3, Banda di frequenza: 1kHz;
Corrente azzerata per valore <1%FS [A] (Pinza Flex 1V), Corrente azzerata per valore <1%FS [A] (Pinza STD)

Corrente di spunto AC TRMS (Pinza flessibile F3000U)

Campo [mV]	Risoluzione [mV]	Incertezza (*)
1 ÷ 3000	1	±(2%lettura + 2cifre)

(*) Incertezza dichiarata per frequenza: DC, 42.5 ÷ 69Hz
Max fattore di cresta: 3, Frequenza campionamento: 4kHz
Soglia di rilevazione: 1%FS [A] fissa
Tempo di risposta: 1ms (Picco), 16.7ms, 20ms, 50ms, 100ms, 150ms, 175ms, 200ms (max RMS)

Corrente di spunto AC TRMS (Pinza flessibile 1V) e DC, AC, AC+DC TRMS (Pinza STD)

Campo [mV]	Risoluzione [mV]	Incertezza (*)
1 ÷ 1000	1	±(2%lettura + 2cifre)

(*) Incertezza dichiarata per frequenza: DC, 42.5 ÷ 69Hz
Max fattore di cresta: 3, Frequenza campionamento: 4kHz
Soglia di rilevazione: 1%FS [A] fissa
Tempo di risposta: 1ms (Picco), 16.7ms, 20ms, 50ms, 100ms, 150ms, 175ms, 200ms (max RMS)

Resistenza e Test Continuità (Autorange)

Campo [Ω]	Risoluzione [Ω]	Incertezza	Buzzer
0.0 ÷ 199.9	0.1	±(1.0%lettura + 5cifre)	<30Ω
200 ÷ 1999	1		

Tensione e corrente armonica (Autorange)

Ordine armonica	Frequenza fondamentale	Risoluzione	Incertezza (*) (valori non azzerati)
DC	42.5Hz ÷ 69Hz	0.1V / 0.1A /0.1%	±(5.0%lettura+20cifre)
1 ÷ 25			±(5.0%lettura+10cifre)
THD%		0.1%	±(10.0%lettura+10cifre)

L'incertezza dell'ampiezza delle armoniche espressa in % è valutata considerando l'incertezza del rapporto dei parametri
(*) Le tensioni armoniche sono azzerate nelle seguenti condizioni:
- 1a armonica: valore <0.5V
- DC, 2a a 25a armonica: valore armonica <0.5% valore fondamentale o valore <0.5V

(*) Le correnti armoniche sono azzerate nelle seguenti condizioni:
- 1a armonica: valore <1%FS[A]
- DC, 2a a 25a armonica: valore armonica <0.5% valore fondamentale o valore <1%FS[A]

Resistenza di Isolamento (MΩ)

Tensione di prova [V]	Campo [Ω]	Risoluzione [Ω]	Incertezza
50	0.1k ÷ 499.9k	0.1k	±(5.0%lett + 5cifre)
	0.50M ÷ 9.99M	0.01M	
	10.0M ÷ 99.9M	0.1M	
100	0.1k ÷ 499.9k	0.1k	
	0.50M ÷ 9.99M	0.01M	
	10.0M ÷ 199.9M	0.1M	
250	0.01M ÷ 9.99M	0.01M	±(2.0%lett + 2cifre)
	10.0M ÷ 99.9M	0.1M	
	100M ÷ 499M	1M	±(5.0%lett + 2cifre)
500	0.01M ÷ 9.99M	0.01M	±(2.0%lett + 2cifre)
	10.0M ÷ 199.9M	0.1M	
	200M ÷ 499M	1M	
	500M ÷ 999M		±(5.0%lett + 2cifre)
1000	0.01M ÷ 9.99M	0.01M	±(2.0%lett + 2cifre)
	10.0M ÷ 199.9M	0.1M	
	200M ÷ 999M	1M	
	1000M ÷ 1999M		±(5.0%lett + 2cifre)

Tensione a vuoto: tensione di prova nominale (-0% ÷ 10%)
Corrente di cortocircuito: < 6mA (di picco) per ogni tensione nominale di prova
Corrente di misura nominale: >1mA con 1kΩ x Vnom (50V, 100V, 250V, 1000V), >2.2mA con 230kΩ @ 500V
Protezione in ingresso: messaggio di errore per tensione > 10V

Continuità conduttori di protezione (LoΩ)

Campo [Ω]	Risoluzione [Ω]	Incertezza
0.00 ÷ 9.99	0.01	±(2.0%lettura + 2cifre)
10.0 ÷ 199.9	0.1	

Corrente di prova: >200mA DC fino a 5Ω (cavi inclusi), risoluzione 1mA, incertezza ±(5.0%lettura + 5cifre)
Tensione a vuoto: $4 < V_0 < 12V$
Protezione in ingresso: messaggio di errore per tensione > 10V

Senso ciclico delle fasi a 1 terminale (*)

Campo tensione L-N, L-PE [V]	Campo frequenza
100.0 ÷ 999.9	42.5 ÷ 69Hz

(*) Misura possibile con contatto diretto sulle parti metalliche dei conduttori (non su guaina isolante)

Normative di riferimento

Sicurezza strumento:	IEC/EN61010-1,IEC/EN61010-2-030, IEC/EN61010-2-033
EMC:	IEC/EN 61326-1
Test MΩ:	IEC/EN 61557-2
Test LoΩ:	IEC/EN 61557-4
Isolamento:	doppio isolamento
Livello di inquinamento:	2
Categoria di misura:	CAT IV 600V, CAT III 1000V verso terra e tra gli ingressi

7.1.1. Caratteristiche generali

Caratteristiche meccaniche

Dimensioni (L x La x H):	175 x 85 x 55mm (7 x 3 x 2in)
Peso (batterie incluse):	420g (15ounces)
Protezione meccanica:	IP40

Alimentazione

Tipo batteria:	4x1.5V batterie tipo AAA IEC LR03
Indicazione batteria scarica:	simbolo "⊟" a display
Autonomia batterie:	V, A, Ω, ↻ → circa 132h (backlight OFF) V, A, Ω, ↻ → circa 68h (backlight ON) MΩ (@500V) → circa 400 test (backlight OFF) LoΩ → circa 2000 test (backlight OFF)
Autospegnimento:	dopo 15min di non utilizzo (disabilitabile)

Display

Tipo display:	4 LCD, max 9999 punti, segno, punto decimale backlight e bargraph, indicazione polarità
Frequenza campionamento:	2 volte/s
Conversione:	RMS

7.2. CONDIZIONI AMBIENTALI DI UTILIZZO

Temperatura di riferimento:	23°C ± 5°C (73°F ± 41°F)
Temperatura di utilizzo:	5°C ÷ 40°C (41°F ÷ 104°F)
Umidità relativa ammessa:	<80%RH
Temperatura di conservazione:	-20°C ÷ 60°C (-4°F ÷ 140°F)
Umidità di conservazione:	<80%RH
Altitudine max di utilizzo:	2000m (6562ft)

Questo strumento è conforme ai requisiti della Direttiva Europea sulla bassa tensione 2014/35/EU (LVD) e della direttiva EMC 2014/30/EU
Questo strumento è conforme ai requisiti della direttiva europea 2011/65/EU (RoHS) e della direttiva europea 2012/19/EU (WEEE)

7.3. ACCESSORI

7.3.1. Accessori in dotazione

- Coppia di puntali Rosso/Nero con punta 2/4mm Cod.4234-2
- Coppia di coccodrilli Rosso/Nero Cod. YAAMK0001HT0
- Batteria alcalina tipo AAA IEC LR03, 4 pz Cod. YABAT0001HT0
- Borsa per trasporto Cod. YABRS0002HT0
- Rapporto di taratura ISO
- Guida rapida all'uso Cod. YAMUM0067HT0
- Manuale d'uso su CD-ROM Cod. YAMUM0068HT0

7.3.2. Accessori opzionali

- Trasduttore a pinza flessibile AC 30/300/3000A Cod. F3000U
- Trasduttore a pinza standard DC/AC 40-400A/1V Cod. HT4006
- Trasduttore a pinza standard AC 1-100-1000A/1V conn. Hypertac Cod. HT96U
- Trasduttore a pinza standard AC 10-100-1000A/1V conn. Hypertac Cod. HT97U
- Trasduttore a pinza standard DC 1000A/1V conn. Hypertac Cod. HT98U
- Adattatore collegamento pinze standard con connettore Hypertac Cod. NOCANBA

8. ASSISTENZA

8.1. CONDIZIONI DI GARANZIA

Questo strumento è garantito contro ogni difetto di materiale e fabbricazione, in conformità con le condizioni generali di vendita. Durante il periodo di garanzia, le parti difettose possono essere sostituite, ma il costruttore si riserva il diritto di riparare ovvero sostituire il prodotto. Qualora lo strumento debba essere restituito al servizio post - vendita o ad un rivenditore, il trasporto è a carico del Cliente. La spedizione dovrà, in ogni caso, essere preventivamente concordata. Allegata alla spedizione deve essere sempre inserita una nota esplicativa circa le motivazioni dell'invio dello strumento. Per la spedizione utilizzare solo l'imballo originale. Ogni danno causato dall'utilizzo di imballaggi non originali verrà addebitato al Cliente. Il costruttore declina ogni responsabilità per danni causati a persone o oggetti.

La garanzia non è applicata nei seguenti casi:

- Riparazione e/o sostituzione accessori e batteria (non coperti da garanzia).
- Riparazioni che si rendono necessarie a causa di un errato utilizzo dello strumento o del suo utilizzo con apparecchiature non compatibili.
- Riparazioni che si rendono necessarie a causa di un imballaggio non adeguato.
- Riparazioni che si rendono necessarie a causa di interventi eseguiti da personale non autorizzato.
- Modifiche apportate allo strumento senza esplicita autorizzazione del costruttore.
- Utilizzo non contemplato nelle specifiche dello strumento o nel manuale d'uso.

Il contenuto del presente manuale non può essere riprodotto in alcuna forma senza l'autorizzazione del costruttore.

I nostri prodotti sono brevettati e i marchi depositati. Il costruttore si riserva il diritto di apportare modifiche alle specifiche ed ai prezzi se ciò è dovuto a miglioramenti tecnologici.

8.2. ASSISTENZA

Se lo strumento non funziona correttamente, prima di contattare il Servizio di Assistenza, controllare lo stato della batteria e dei cavi e sostituirli se necessario. Se lo strumento continua a manifestare malfunzionamenti controllare se la procedura di utilizzo dello stesso è conforme a quanto indicato nel presente manuale. Qualora lo strumento debba essere restituito al servizio post - vendita o ad un rivenditore, il trasporto è a carico del Cliente. La spedizione dovrà, in ogni caso, essere preventivamente concordata. Allegata alla spedizione deve essere sempre inserita una nota esplicativa circa le motivazioni dell'invio dello strumento. Per la spedizione utilizzare solo l'imballaggio originale; ogni danno causato dall'utilizzo di imballaggi non originali verrà addebitato al Cliente.

9. APPENDICI TEORICHE

9.1. CONTINUITÀ DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

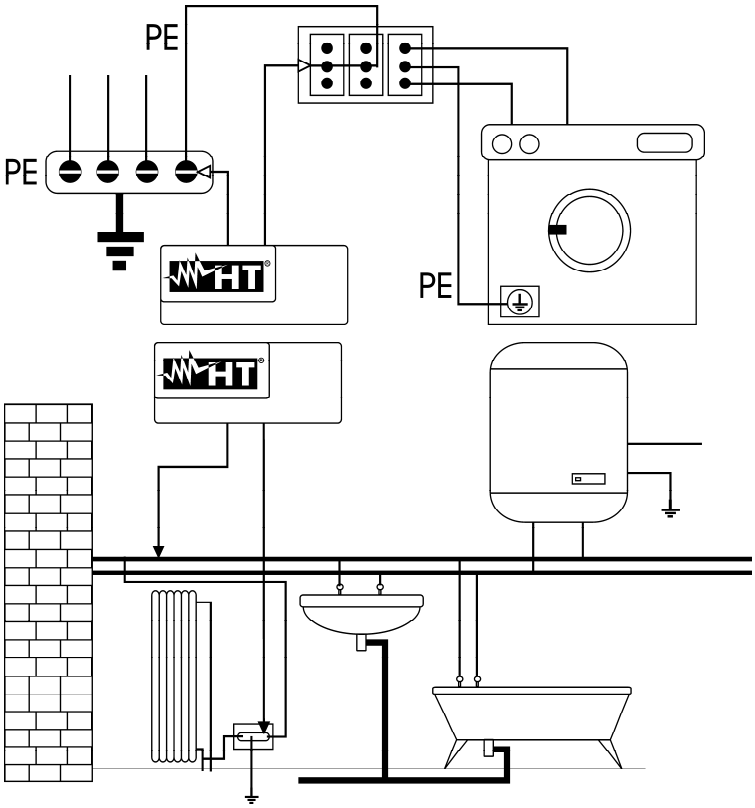
Scopo della prova

Accertare la continuità dei:

- Conduttori di protezione (PE), conduttori equipotenziali principali (EQP), conduttori equipotenziali secondari (EQS) nei sistemi TT e TN-S
- Conduttori di neutro con funzione di conduttori di protezione (PEN) nei sistemi TN-C.

Questa prova strumentale va preceduta da un esame a vista che accerti l'esistenza dei conduttori di protezione ed equipotenziali di colore giallo-verde e che le sezioni utilizzate siano conformi a quanto prescritto dalle norme.

Parti dell'impianto da verificare



Collegare uno dei puntali al conduttore di protezione della presa forza motrice e l'altro al nodo equipotenziale dell'impianto di terra.

Collegare uno dei puntali alla massa estranea (in questo caso è il tubo dell'acqua) e l'altro all'impianto di terra utilizzando ad esempio il conduttore di protezione presente nella presa forza motrice più vicina.

Fig. 44: Esempi di misure di continuità dei conduttori

Verificare la continuità tra:

- Poli di terra di tutte le prese a spina e collettore o nodo di terra
- Morsetti di terra degli apparecchi di classe I (boiler ecc.) e collettore o nodo di terra
- Masse estranee principali (tubi acqua, gas, ecc.) e collettore o nodo di terra
- Masse estranee supplementari fra loro e verso morsetto terra.

Valori ammissibili

Le norme non richiedono la misurazione della resistenza di continuità e la comparazione di quanto misurato con valori limite. Viene richiesta una prova della continuità e prescritto che lo strumento di misura segnali all'operatore se la prova non viene eseguita con una corrente di almeno 200mA ed una tensione a vuoto compresa tra 4 e 24V. I valori di resistenza possono essere calcolati in base alle sezioni ed alle lunghezze dei conduttori in esame. In generale, per valori intorno a qualche ohm, la prova si può ritenere superata.

9.2. MISURA DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO

Scopo della prova

Verificare che la resistenza di isolamento dell'impianto sia conforme a quanto previsto dalla norma applicabile (ad esempio CEI 64-8/6 negli impianti elettrici fino a 500V). Questa prova deve essere effettuata con il circuito in esame non alimentato e disinserendo gli eventuali carichi che esso alimenta.

Normativa	Descrizione	Tensione di prova [V]	Valore minimo ammesso [MΩ]
CEI 64-8/6	Sistemi SELV o PELV Sistemi fino a 500V (imp. civili) Sistemi oltre i 500V	250VDC 500VDC 1000VDC	> 0.250 MΩ > 1.00 MΩ > 1.00 MΩ

Tabella 1: Tipologie di prova più comuni, tensioni di prova e relativi valori limite

Parti dell'impianto da verificare

Verificare la resistenza di isolamento tra:

- Ogni conduttore attivo e la terra (il conduttore di neutro è considerato un conduttore attivo tranne nel caso di sistemi di alimentazione di tipo TN-C ove è considerato parte della terra (PEN)). Durante questa misura tutti i conduttori attivi possono essere connessi fra loro, qualora il risultato della misura non dovesse rientrare nei limiti normativi occorre ripetere la prova separatamente per ogni singolo conduttore
- I conduttori attivi. La norma CEI 64-8/6 raccomanda di verificare anche l'isolamento tra i conduttori attivi quando ciò è possibile.

Valori ammissibili

I valori della tensione di misura e della resistenza minima di isolamento possono essere ricavati dalla tabella seguente (CEI 64-8/6 Tab. 61A):

Tensione nominale del circuito [V]	Tensione di prova [V]	Resistenza di isolamento [MΩ]
SELV e PELV *	250	≥ 0.250
fino a 500 V compresi, esclusi i circuiti sopra	500	≥ 0.500
oltre i 500 V	1000	≥ 1.000
* I termini SELV e PELV sostituiscono nella nuova stesura della normativa le vecchie definizioni "bassissima tensione di sicurezza" o "funzionale"		

Tabella 2: Tipologie di prova più comuni, misurazione della resistenza di isolamento

Qualora l'impianto comprenda dispositivi elettronici occorre scollegarli dall'impianto stesso. Se ciò non fosse possibile si deve eseguire solo la prova tra conduttori attivi (che in questo caso devono essere collegati insieme) e la terra.

ESEMPIO DI MISURAZIONE DELL'ISOLAMENTO SU UN IMPIANTO

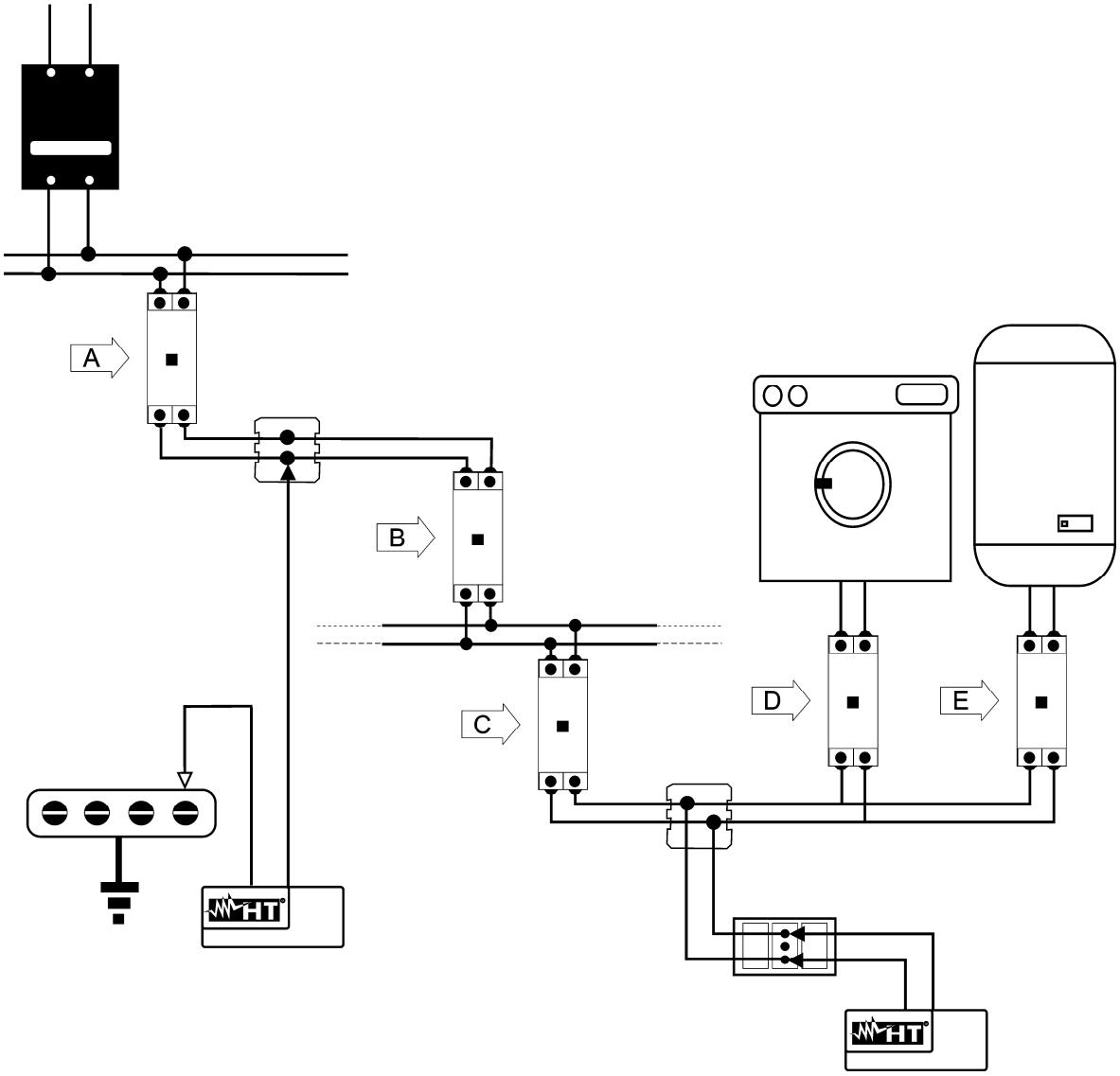


Fig. 45: Esempio di impianto elettrico

Gli interruttori D ed E sono gli interruttori installati vicino al carico che hanno la funzione di sezionare quest'ultimo dall'impianto. Qualora non esistano tali interruttori, o siano di tipo unipolare, occorre scollegare gli utilizzatori dall'impianto prima di effettuare la prova di resistenza di isolamento.

Una procedura indicativa di come eseguire la misura della resistenza di isolamento su un impianto è riportata nella seguente tabella:

Situazione interruttori		Punto ove eseguire la misurazione	Misura	Giudizio sull'impianto
1.	Aprire gli interruttori A, D ed E	Sull'interruttore A	Se $R \geq R_{LIMITE}$	☺ **OK** (fine verifica)
			Se $R < R_{LIMITE}$	Proseguire ☞ 2
2.	Aprire l'interruttore B	Sull'interruttore A	Se $R \geq R_{LIMITE}$	Proseguire ☞ 3
			Se $R < R_{LIMITE}$	☹ Tra gli interruttori A e B l'isolamento ha valori troppo bassi, ripristinare l'isolamento e ripetere la misurazione
3.		Sull'interruttore B	Se $R \geq R_{LIMITE}$	☺ **OK** (fine verifica)
			Se $R < R_{LIMITE}$	☹ A valle dell'interruttore B l'isolamento è troppo basso Proseguire ☞ 4
4.	Aprire l'interruttore C	Sull'interruttore B	Se $R \geq R_{LIMITE}$	Proseguire ☞ 5
			Se $R < R_{LIMITE}$	☹ Tra gli interruttori B e C l'isolamento ha valori troppo bassi, ripristinare l'isolamento e ripetere la misurazione
5.		Sull'interruttore C	Se $R \geq R_{LIMITE}$	☺ **OK** (fine verifica)
			Se $R < R_{LIMITE}$	☹ A valle dell'interruttore B l'isolamento è troppo basso, ripristinare l'isolamento e ripetere la misurazione

Tabella 3: Procedura di misurazione dell'isolamento nell'impianto riportato in Fig. 45

In presenza di un circuito molto esteso i conduttori che corrono affiancati costituiscono una capacità che lo strumento deve caricare per poter ottenere una misura corretta, in questo caso è consigliabile mantenere premuto il tasto di avvio della misurazione (nel caso in cui si esegua la prova in modalità manuale) finché il risultato non si stabilizzi.

Quando si eseguono misurazioni fra conduttori attivi è indispensabile scollegare tutti gli utilizzatori (lampade spia, trasformatori citofonici, ecc.) altrimenti lo strumento misurerà la loro resistenza invece dell'isolamento dell'impianto. Inoltre una eventuale prova di resistenza di isolamento tra conduttori attivi potrebbe portare ad un loro danneggiamento.

L'indicazione **"> fondo scala"** segnala che la resistenza di isolamento misurata dallo strumento è superiore al limite massimo di resistenza misurabile, ovviamente tale risultato è ampiamente superiore ai limiti minimi della tabella normativa di cui sopra pertanto l'isolamento in quel punto sarebbe da ritenersi a norma.

9.2.1. Indice di Polarizzazione (PI)

Lo scopo di questo test diagnostico è quello di valutare l'influenza degli effetti di polarizzazione. All'applicazione di una tensione elevata ad un isolante, i dipoli elettrici distribuiti nell'isolante si allineano nella direzione del campo elettrico applicato. Questo fenomeno è chiamato polarizzazione. Per effetto delle molecole polarizzate si genera una corrente di polarizzazione (assorbimento) che abbassa il valore complessivo della resistenza di isolamento.
Il parametro **PI** consiste nel rapporto tra il valore di resistenza di isolamento misurata dopo 1 minuto e quella dopo 10 minuti. La tensione di prova è mantenuta per tutta la durata del test e al termine lo strumento fornisce il valore del rapporto:

$$PI = \frac{Riso\,(10\,\mathrm{min})}{Riso\,(1\,\mathrm{min})}$$

Alcuni valori di riferimento:

Valore PI	Condizione dell'isolamento
da 1.0 a 1.25	Non accettabile
da 1.4 a 1.6	Buono
>1.6	Eccellente

9.2.2. Rapporto di Assorbimento Dielettrico (DAR)

Il parametro **DAR** consiste nel rapporto tra il valore di resistenza di isolamento misurata dopo 30s e quella dopo 1minuto. La tensione di prova è mantenuta per tutta la durata del test e al termine lo strumento fornisce il valore del rapporto:

$$DAR = \frac{Riso\,(1\,\mathrm{min})}{Riso\,(30s)}$$

Alcuni valori di riferimento:

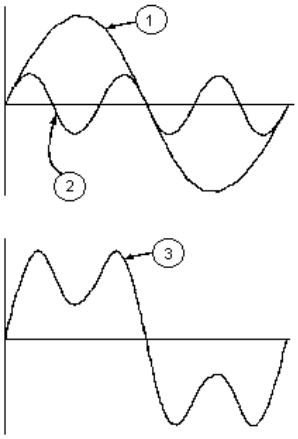
Valore DAR	Condizione dell'isolamento
< 1.0	Pericoloso
da 1.0 a 2.0	Discutibile
da 2.0 a 4.0	Buono
> 4.0	Eccellente

9.3. ARMONICHE DI TENSIONE E CORRENTE

Qualsiasi onda periodica non sinusoidale può essere rappresentata tramite una somma di onde sinusoidali ciascuna con frequenza multipla intera della fondamentale secondo la relazione:

$$v(t) = V_0 + \sum_{k=1}^{\infty} V_k \sin(\omega_k t + \varphi_k) \qquad (1)$$

ove: V_0 = valore medio di v(t)
V_1 = ampiezza della fondamentale di v(t)
V_k = ampiezza della k-esima armonica di v(t)



LEGENDA:
1. Fondamentale
2. Terza armonica
3. Onda distorta somma delle due componenti

Fig. 46: Effetto della sovrapposizione di due frequenze multiple l'una dell'altra

Nel caso della tensione di rete la fondamentale ha frequenza 50Hz, la seconda armonica ha frequenza 100 Hz, la terza armonica ha frequenza 150Hz e così via. La distorsione armonica è un problema costante e non deve essere confuso con fenomeni di breve durata quali picchi, diminuzioni o fluttuazioni. Si può osservare come dalla (1) discenda che ogni segnale è composto dalla sommatoria di infinite armoniche, esiste tuttavia un numero d'ordine oltre il quale il valore delle armoniche può essere considerato trascurabile. La normativa EN50160 suggerisce di troncare la sommatoria nell'espressione (1) alla 40ª armonica. Un indice fondamentale per rilevare la presenza di armoniche è il parametro THD% (Distorsione armonica totale) definito come:

$$THD\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} V_h^2}}{V_1} x100$$

Tale indice tiene conto della presenza di tutte le armoniche ed è tanto più elevato quanto più è distorta la forma d'onda.

Valori limite per le armoniche

La normativa EN50160 fissa i limiti per le tensioni armoniche che l'ente fornitore può immettere nella rete. In condizioni normali di esercizio, durante qualsiasi periodo di una settimana, il 95% dei valori efficaci di ogni tensione armonica, mediati sui 10 minuti, dovrà essere minore o uguale rispetto ai valori indicati in Tabella 4. La distorsione armonica globale (THD%) della tensione di alimentazione (includendo tutte le armoniche fino al 40° ordine) deve essere minore o uguale all'8%

Armoniche dispari				Armoniche pari	
Non multiple di 3		Multiple di 3			
Ordine h	Tensione relativa % Max	Ordine h	Tensione relativa % Max	Ordine h	Tensione relativa %Max
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,5	6..24	0,5
13	3	21	0,5		
17	2				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

Tabella 4: Limiti per le tensioni armoniche che l'ente fornitore può immettere nella rete

Questi limiti, teoricamente applicabili solamente agli enti fornitori di energia elettrica, forniscono comunque una serie di valori di riferimento entro cui contenere anche le armoniche immesse in rete dagli utilizzatori.