

F. Mazzoleni, A. Facello, A. Germak, A. Prato

**Analisi nel tempo di un condizionatore di segnale DMP40 e un calibratore
BN100**

R.T. 28/2020

Aprile 2020

Abstract

Analysis, of the calibration values in a period of about 10 years, of a DMP40 signal conditioner connected to the inductive divider BN100

Sommario

Analisi, dei valori di taratura in un periodo di circa 10 anni, di un condizionatore di segnale DMP40 collegato al partitore induttivo BN100

1 Introduzione	4
2 Specifiche DMP40 e BN100	4
3 Misure	5
4 Elaborazione dati	5
5 Conclusioni	11

Indice delle figure

Figura 1: collegamento estensimetri	4
Figura 2: errore normalizzato negli anni	7
Figura 3: errore assoluto.....	7
Figura 4: errore percentuale	7
Figura 5: valore medio con deviazione standard	8
Figura 6: errore assoluto.....	9
Figura 7: errore percentuale	10
Figura 8: valore medio con deviazione standard	10
Figura 9: : errore assoluto.....	11
Figura 10: errore percentuale	11

Indice delle tabelle

Tabella 1: differenze tarature	6
Tabella 2: scarti percentuale.....	6
Tabella 3: differenze tarature	8
Tabella 4: scarti percentuale.....	9
Tabella 5: differenze tarature	10

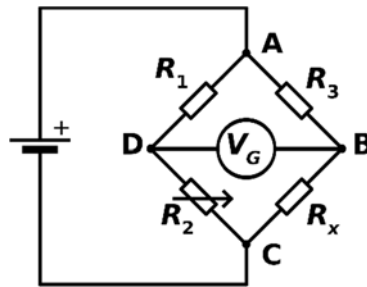
1. Introduzione

Nel settore forze uno strumento di fondamentale è il condizionatore di segnale cioè un apparecchio elettrico

in grado di alimentare e misurare la deformazione di un estensimetro che legge la deformazione meccanica del materiale (di compressione o trazione) tramite la variazione di resistenza elettrica.

Per amplificare l'entità del segnale la scelta più comune è quella di usare quattro estensimetri collegati tra di loro in una configurazione a ponte di Wheatstone.

Figura 1: collegamento estensimetri



2. Specifiche DMP40 e BN100

Il condizionatore di segnale alimenta il ponte con una tensione continua o alternata solitamente a 5V o 10 V, la tensione di alimentazione è solitamente una tensione continua stabilizzata, mentre per i condizionatori più performanti la tensione di alimentazione è una tensione alternata con un riferimento interno molto stabile.

Nel nostro caso il condizionatore in esame è un DMP40 con 6 ingressi la sua specificità è la seguente:

- tensione di alimentazione del ponte: 2,5 v; 5 v; 10 v
- frequenza portante: 225 hz
- formato di lettura: mV/V
- sensibilità: 0,000001 mV/V
- fondo scala: 2,5; 5 mV
- filtro anti-aliasing: bessell
- frequenza di taglio del filtro: da 10 Hz fino a 0,02 Hz

Questi condizionatori sono utilizzati abitualmente dagli Istituti Metrologici per via del costo elevato.

Il vantaggio è che quando si pianifica un confronto fra macchine a pesi diretti, si utilizzano dei trasduttori ad alta stabilità collegati al DMP40, in alcuni casi si può utilizzare il solo trasduttore come campione di trasferimento e ogni Istituto accoppia al trasduttore il proprio condizionatore.

Un altro componente che solitamente hanno gli Istituti Primari è il partitore induttivo utilizzato come campione di riferimento per la taratura dei condizionatori di segnale.

Il partitore induttivo si può immaginare come un trasformatore con un numero ben definito di spire e i commutatori selezionano una parte di queste spire in modo da sbilanciare il ponte e generare un rapporto noto nel condizionatore

La stabilità di questi due strumenti è molto elevata, nel nostro laboratorio ci sono 2 DMP40 e 1 BN100 da circa 25 anni; la loro deriva è rimasta contenuta entro $\pm 0,000020$ mV/V.

3. Misure

Il DMP40 impiegato ha una funzione automatica, comunemente denominata autocalibrazione, che migliora l'accuratezza dello strumento mediante dei parametri di correzione interna, solitamente impostati dal costruttore.

Per questo motivo è molto improbabile che il condizionatore possa derivare nel breve e lungo periodo.

Il vantaggio di usare questa catena metrologica è molto utile perché in caso di deriva marcata, è possibile collegare un altro condizionatore oppure un calibratore resistivo con un'incertezza leggermente superiore e capire quale strumento è derivato.

La taratura viene eseguita nel seguente modo:

- accendere gli strumenti almeno 4 ore prima della misura;
- collegare sempre lo stesso cavo di collegamento del BN100 all'ingresso del DMP40, questo perché l'impedenza del cavo è fondamentale per la riproducibilità delle misure;
- impostare il DMP40 nel seguente modo;
- tensione di alimentazione del ponte: 5 V;
- formato di lettura: mV/V
- sensibilità: 0,000001 mV/V
- fondo scala: 2,5; 5 mV
- filtro anti-aliasing: besel
- frequenza di taglio del filtro: 0,2 Hz

Dopo aver impostato il condizionatore di segnale si procede con la taratura variando il valore di sbilanciamento del ponte, solitamente si procede applicando sbilanciamenti progressivi dal valore minimo a quello massimo.

4. Elaborazione dati

Avendo a disposizione questi strumenti da molti anni, si può fare un bilancio della variazione nel corso degli ultimi 10 anni, analizzando solo le tarature eseguite (ogni due anni) in quanto la verifica intermedia viene eseguita solo un paio di valori.

Il condizionatore in esame, viene utilizzato non solo per la taratura di trasduttori di forza, ma abbinato con trasduttori di forza ad alta stabilità (campioni di trasferimento) dell'Istituto.

Oltre al condizionatore dell'Istituto è stata valutata la stabilità di un condizionatore di un laboratorio accreditato per le misure di forza per un periodo di 6 anni.

Per il calibratore induttivo le tarature sono solo due, dato che non ha meccanismi o riferimenti soggetti ad usura.

Di seguito sono riportati i dati e i grafici della valutazione nel tempo del condizionatore INRIM.

Tabella 1: differenze tarature

riferimento mV/V	differenze/mV/V				
	2020	2016	2013	2010	2008
0.199998	0.000002	0.000004	0.000003	0.000003	0.000004
0.399997	0.000004	0.000008	0.000006	0.000008	0.000007
0.599995	0.000005	0.000008	0.000009	0.000009	0.000005
0.799993	-0.000001	0.000009	0.000002	0.000007	0.000006
0.999991	0.000002	0.000013	0.000006	0.000011	0.000010
1.199990	0.000003	0.000002	0.000008	0.000014	0.000013
1.399988	0.000007	0.000007	0.000011	0.000020	0.000017
1.599986	0.000004	0.000012	0.000008	0.000018	0.000015
1.799985	0.000003	0.000016	0.000008	0.000019	0.000016
1.999983	0.000005	0.000020	0.000012	0.000025	0.000021
-0.199997	-0.000004	-0.000004	-0.000004	-0.000006	-0.000005
-0.399996	-0.000003	-0.000008	-0.000004	-0.000002	-0.000001
-0.599994	-0.000002	-0.000006	0.000001	-0.000002	0.000000
-0.799992	-0.000001	-0.000004	-0.000002	-0.000006	-0.000005
-0.999990	-0.000005	-0.000001	-0.000007	-0.000009	-0.000009
-1.199989	-0.000008	-0.000004	-0.000006	-0.000012	-0.000014
-1.399987	0.000001	-0.000010	0.000000	-0.000012	-0.000009
-1.599986	-0.000002	-0.000014	-0.000004	-0.000011	-0.000009
-1.799984	-0.000005	-0.000018	-0.000008	-0.000017	-0.000014
-1.999981	-0.000007	-0.000024	-0.000013	-0.000023	-0.000020

Tabella 2: scarti percentuale

scarto/%					%	
2020	2016	2013	2010	2008	media	dev.st
0.0008	0.0020	0.0015	0.0015	0.0022	0.0016	0.0005
0.0010	0.0020	0.0016	0.0020	0.0018	0.0017	0.0004
0.0008	0.0014	0.0016	0.0015	0.0008	0.0012	0.0004
-0.0002	0.0011	0.0003	0.0009	0.0007	0.0006	0.0005
0.0002	0.0013	0.0006	0.0011	0.0010	0.0008	0.0004
0.0002	0.0002	0.0006	0.0012	0.0011	0.0007	0.0005
0.0005	0.0005	0.0008	0.0014	0.0012	0.0009	0.0004
0.0003	0.0008	0.0005	0.0011	0.0009	0.0007	0.0003
0.0002	0.0009	0.0004	0.0011	0.0009	0.0007	0.0004
0.0003	0.0010	0.0006	0.0013	0.0011	0.0008	0.0004
0.0020	0.0022	0.0020	0.0030	0.0025	0.0023	0.0004
0.0008	0.0019	0.0010	0.0005	0.0003	0.0009	0.0006
0.0003	0.0010	-0.0002	0.0003	0.0001	0.0003	0.0005
0.0001	0.0005	0.0003	0.0008	0.0007	0.0005	0.0003
0.0005	0.0001	0.0007	0.0009	0.0009	0.0006	0.0003
0.0007	0.0003	0.0005	0.0010	0.0012	0.0007	0.0003
-0.0001	0.0007	0.0000	0.0009	0.0006	0.0004	0.0004
0.0001	0.0009	0.0003	0.0007	0.0006	0.0005	0.0003
0.0003	0.0010	0.0004	0.0009	0.0008	0.0007	0.0003
0.0004	0.0012	0.0007	0.0012	0.0010	0.0009	0.0004

Figura 2: errore normalizzato negli anni

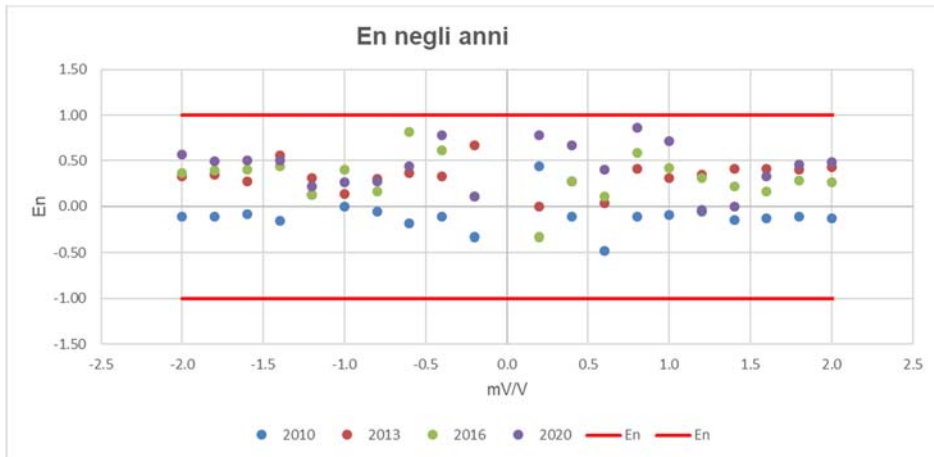


Figura 3: errore assoluto

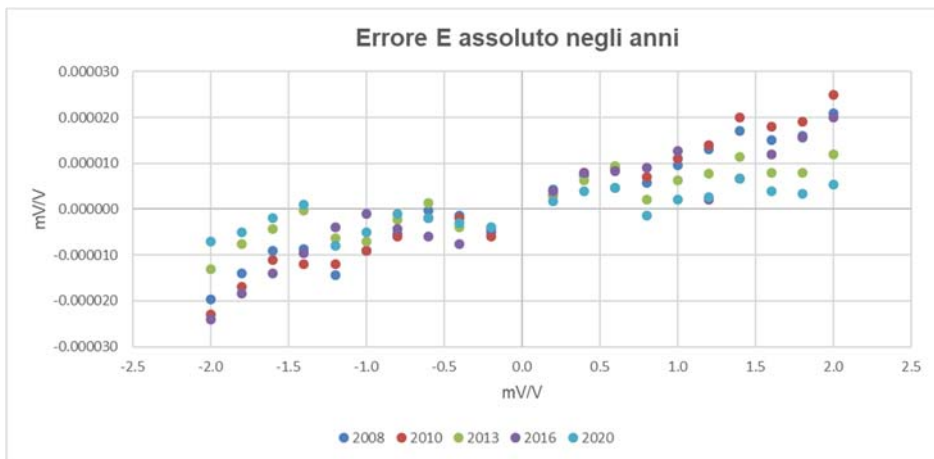


Figura 4: errore percentuale

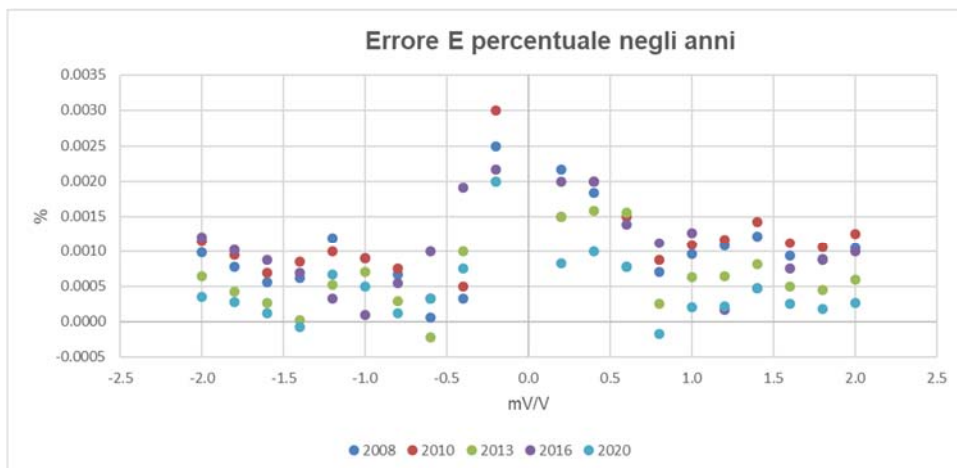
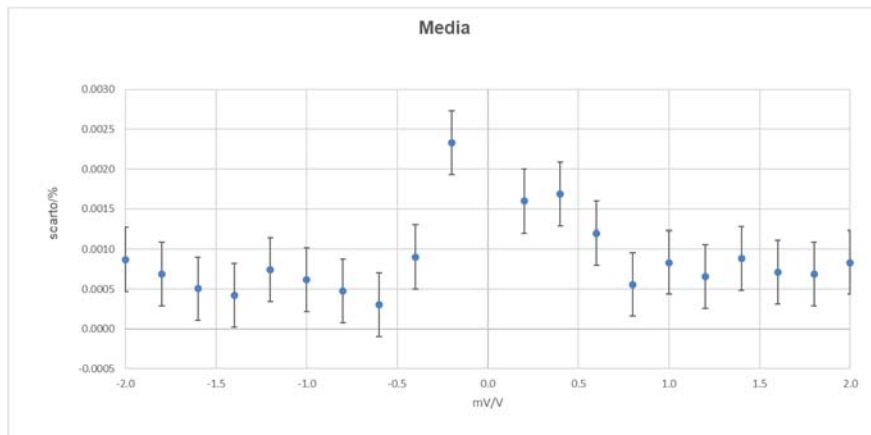


Figura 5: valore medio con deviazione standard



Nelle tabelle e figure seguenti sono riportati i valori del condizionatore del laboratorio accreditato.

Tabella 3: differenze tarature

riferimento mV/V	differenze/mV/V		
	2020	2016	2012
0.199998	-0.000002	-0.000001	-0.000003
0.399997	0.000007	0.000007	0.000007
0.599995	0.000006	0.000007	0.000007
0.799993	0.000005	0.000007	0.000006
0.999991	0.000013	0.000014	0.000012
1.19999	0.000011	0.000014	0.000010
1.399988	0.000012	0.000014	0.000010
1.599986	0.000019	0.000021	0.000017
1.799985	0.000017	0.000021	0.000015
1.999983	0.000016	0.000020	0.000012
2.499979	0.000027	0.000032	0.000025
-0.199997	0.000000	0.000000	0.000004
-0.399996	-0.000006	-0.000008	-0.000004
-0.599994	-0.000005	-0.000008	-0.000003
-0.799992	-0.000007	-0.000007	-0.000001
-0.99999	-0.000011	-0.000018	-0.000011
-1.199989	-0.000011	-0.000015	-0.000008
-1.399987	-0.000010	-0.000016	-0.000007
-1.599986	-0.000013	-0.000021	-0.000015
-1.799984	-0.000015	-0.000023	-0.000013
-1.999981	-0.000013	-0.000023	-0.000012
-2.499977	-0.000020	-0.000034	-0.000024

Tabella 4: scarti percentuale

scarto/%			%	
2020	2016	2012	media	dev.st
-0.0010	-0.0007	-0.0013	-0.0010	0.0003
0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0000
0.0011	0.0012	0.0012	0.0011	0.0001
0.0006	0.0009	0.0008	0.0008	0.0001
0.0013	0.0014	0.0012	0.0013	0.0001
0.0009	0.0011	0.0009	0.0010	0.0002
0.0009	0.0010	0.0007	0.0009	0.0002
0.0012	0.0013	0.0010	0.0012	0.0001
0.0009	0.0012	0.0009	0.0010	0.0002
0.0008	0.0010	0.0006	0.0008	0.0002
0.0011	0.0013	0.0010	0.0011	0.0001
0.0002	0.0002	-0.0022	-0.0006	0.0013
0.0015	0.0021	0.0010	0.0015	0.0005
0.0009	0.0014	0.0006	0.0009	0.0004
0.0008	0.0009	0.0001	0.0006	0.0004
0.0011	0.0018	0.0011	0.0013	0.0004
0.0009	0.0013	0.0007	0.0010	0.0003
0.0007	0.0012	0.0005	0.0008	0.0003
0.0008	0.0013	0.0009	0.0010	0.0003
0.0009	0.0013	0.0007	0.0010	0.0003
0.0007	0.0011	0.0006	0.0008	0.0003
0.0008	0.0013	0.0010	0.0010	0.0003

Figura 6: errore assoluto

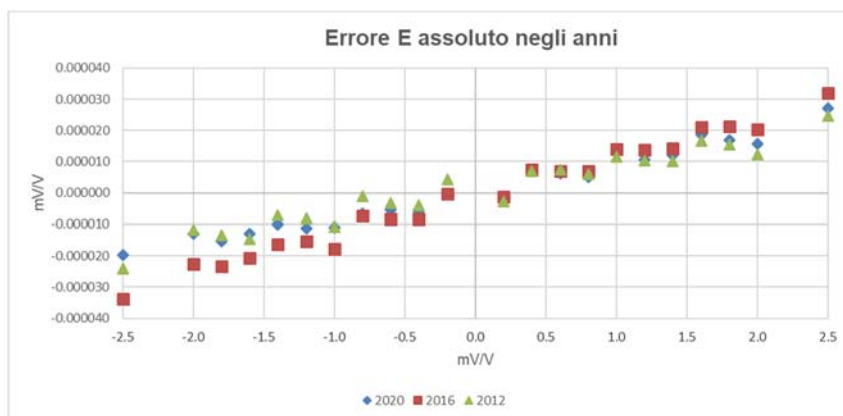


Figura 7: errore percentuale

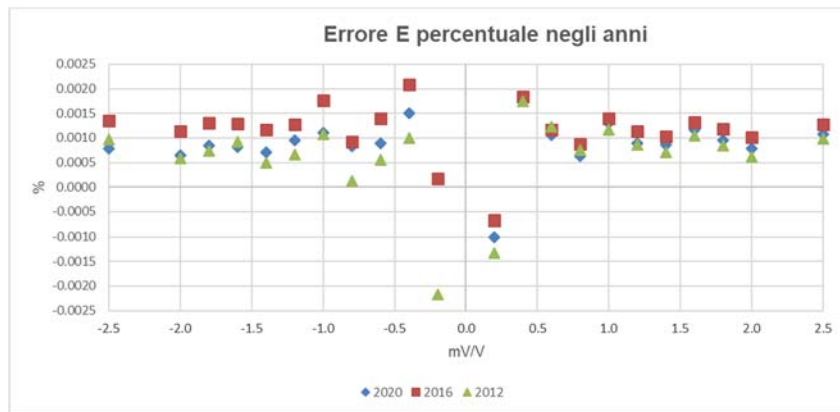
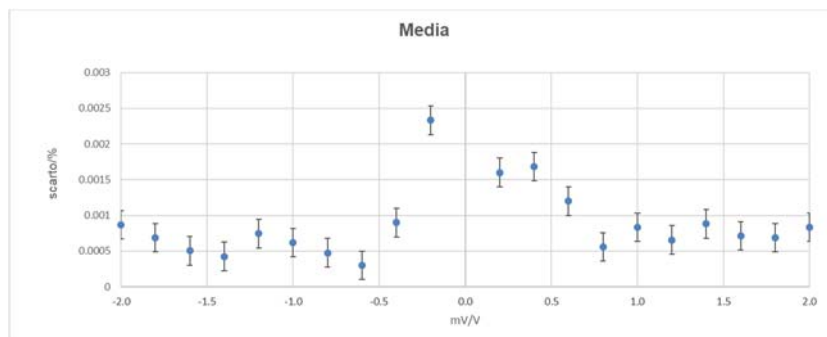


Figura 8: valore medio con deviazione standard



Di seguito si riportano i valori del partitore induttivo. Purtroppo di questo strumento abbiamo solo 2 tarature (1995 e 2014) però conoscendo la eccellente stabilità la taratura si eseguire ogni 20 anni.

Tabella 5: differenze tarature

riferimento	differenze/mV/V	scarto/%
0.2	0.000001	0.0005
0.4	0.000002	0.0005
0.6	0.000001	0.0002
0.8	0.000001	0.0001
1	0.000001	0.0001
1.2	0.000001	0.0001
1.4	0.000001	0.0001
1.6	0.000000	0.0000
1.8	0.000001	0.0001
2	0.000000	0.0000
-0.2	0.000000	-0.0002
-0.4	0.000000	0.0000
-0.6	0.000000	0.0000
-0.8	0.000001	-0.0001
-1	0.000001	-0.0001
-1.2	0.000000	0.0000
-1.4	0.000001	-0.0001
-1.6	0.000000	0.0000
-1.8	0.000001	0.0000
-2	0.000002	-0.0001

Figura 9: : errore assoluto

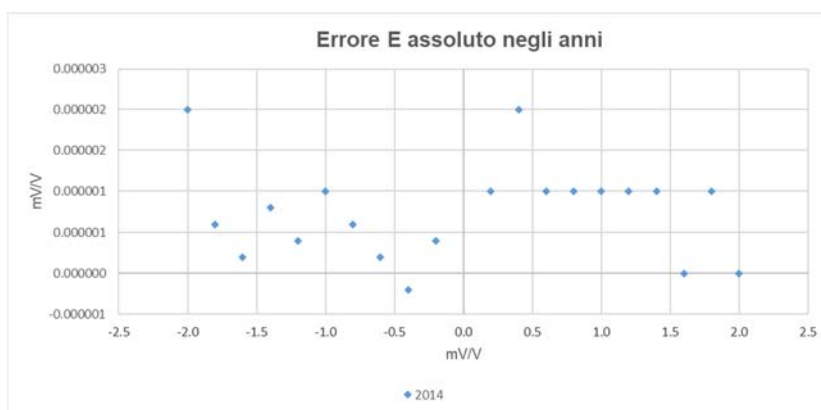
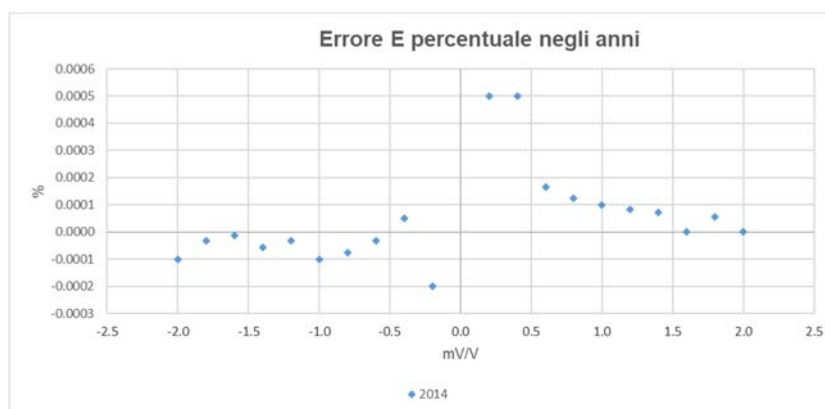


Figura 10: errore percentuale



5. Conclusioni

Dall'analisi dei dati di questi due condizionatori, utilizzati in ambienti diversi e da persone diversi si può notare che l'errore rimane costante negli anni entro lo 0.000020 mV/V o 0.002%.

Tenuto conto che l'incertezza del calibratore induttivo è 0,000010 mV/V e la sua stabilità è ≤ 0.000002 mV/V si può concludere che l'errore del condizionatore non influenza significativamente il valore della catena composta da condizionatore e trasduttore.