



Power &  
Automation

RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI  
**RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE**  
LOCOMOTIVA E401  
**CODICE: B.20.92.101.51**    **EDIZIONE: A**    Pag. 1 di 161

Concetto: **RAPPORTO PROVE DI LABORATORIO**

**CONTROLLO EDIZIONE**

EDIZIONE	MOTIVO	DATA
A	Edizione	22-07-2016

**DISTRIBUZIONE**

Direzione del progetto	(A. URRIZA)
Responsabile per il progetto tecnico	(A. BALDA)
Responsabile della Qualità	(M. BUCCARELLA)
Ingegnere Area Sistemi	(A. FAGET)
Responsabile produzione	(J.C. GONZÁLEZ)
Responsabile prove dei treni	(A. CARDINALE)

<b>Eseguito da:</b> Nome: Itxaso Segues Firma: Data: 22/07/2016	<b>Verificato da:</b> Nome: Mikel Rodrigo Firma: Data: 22/07/2016	<b>Approvato da:</b> Nome: A. FAGET Firma: Data: 22/07/2016
--	--	--



Power &  
Automation

RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI		
<b>RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE</b>		
LOCOMOTIVE E401		
CODICE: B.20.92.101.51	EDIZIONE: A	Pag. 2 di 161

## INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. NORME .....	4
3. LISTA VARIABILI.....	9
4. DESCRIZIONE DELLO SCENARIO .....	11
5. CASI DI PROVA DEL SISTEMA .....	13
6. PARAMETRI E COSTANTI .....	155
7. PROVE DI SICUREZZA .....	157
8. PROTOCOLLO PROVE EMC .....	159
9. PROTOCOLLO PROVE VIBRAZIONE .....	161



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVE E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 3 di 161

## 1. INTRODUZIONE

L'obiettivo di questo documento è la specifica dei casi di prova derivanti dai requisiti del Sistema di Trazione della Locomotiva TRENITALIA E402A oggetto di upgrade (di seguito "il sistema di trazione"). Il contenuto di questo documento è il seguente:

**Introduzione:** in questa sezione viene fornita una breve descrizione del documento dei casi di prova del Sistema di Trazione, che ne spiega l'obiettivo e i contenuti.

**Elenco delle variabili:** in questa sezione viene presentata una descrizione dei gruppi di variabili che possono essere selezionati per essere registrati.

**Descrizione dello Scenario:** in questa sezione vengono descritti diversi scenari per sottoporre a prova il sistema di trazione.

**Casi di Prova del Sistema:** in questa sezione sono riportati i casi di prova che il Sistema di trazione della locomotiva TRENITALIA E402A oggetto di upgrade deve soddisfare. Si tenga presente che viene citata la configurazione/versione SW e HW del sistema e che è unica e sempre uguale durante lo svolgimento della procedura.

**Parametri e Costanti:** in questa sezione vengono elencati i parametri e le costanti usati nei requisiti.



Power &  
Automation

RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI  
**RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE**  
LOCOMOTIVE E401  
**CODICE: B.20.92.101.51**    **EDIZIONE: A**    Pag. 4 di 161

## 2. NORME

ID_TEST_CASE	NORMA	B20_SIST-TRAC
AA51_TRAC_Test_8		B20_002780 / B20_002790 / B20_002800
AA51_TRAC_Test_508		B20_002780 / B20_002790 / B20_002800
AA51_TRAC_Test_9		B20_002780 / B20_002790 / B20_002800
AA51_TRAC_Test_509		B20_002780 / B20_002790 / B20_002800
AA51_TRAC_Test_14		B20_002810
AA51_TRAC_Test_15		B20_002810
AA51_TRAC_Test_151		B20_002780 / B20_002790 / B20_002800 / B20_002810
AA51_TRAC_Test_21		B20_002810
AA51_TRAC_Test_19		B20_001440
AA51_TRAC_Test_494	AA51_CEI EN 61287-1_16 4.5.3.14 DETERMINAZIONE DELLA PERDITA DI POTENZA	
AA51_TRAC_Test_17		B20_002780 / B20_002790 / B20_002800 / B20_002820
AA51_TRAC_Test_18		B20_002820
AA51_TRAC_Test_153		B20_002820
AA51_TRAC_Test_20		B20_002820
AA51_TRAC_Test_22		B20_002780 / B20_002790 / B20_002800 / B20_002820
AA51_TRAC_Test_33		B20_003860
AA51_TRAC_Test_60		B20_302211
AA51_TRAC_Test_511		B20_302211
AA51_TRAC_Test_61		B20_302211
AA51_TRAC_Test_512		B20_302211
AA51_TRAC_Test_64		B20_302211
AA51_TRAC_Test_513		B20_302211
AA51_TRAC_Test_65		B20_302211
AA51_TRAC_Test_514		B20_302211



Power &  
Automation

# RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVE E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 5 di 161

ID_TEST_CASE	NORMA	
AA51_TRAC_Test_75		B20_SIST-TRAC B20_002320 / B20_002370 / B20_002380 / B20_002390 / B20_002400 / B20_002410 / B20_002420 / B20_002430 / B20_002440 / B20_002450 / B20_009580
AA51_TRAC_Test_545	AA51_CEI EN 61287-1_13 4.5.3.11 PROVA DI COMMUTAZIONE	B20_002320 / B20_002370 / B20_002380 / B20_002390 / B20_002400 / B20_002410 / B20_002420 / B20_002430 / B20_002440 / B20_002450 / B20_009580
AA51_TRAC_Test_76		B20_002320 / B20_002370 / B20_002380 / B20_002390 / B20_002400 / B20_002410 / B20_002420 / B20_002430 / B20_002440 / B20_002450 / B20_009580
AA51_TRAC_Test_79		B20_002320 / B20_002370 / B20_002380 / B20_002390 / B20_002400 / B20_002410 / B20_002420 / B20_002430 / B20_002440 / B20_002450 / B20_009580
AA51_TRAC_Test_544	AA51_CEI EN 61287-1_15 4.5.3.13 PROVA DI RISCALDAMENTO  AA51_CEI EN 61377-1_2 7.3 PROVE DI RISCALDAMENTO	B20_002450



Power &  
Automation

# RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVE E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 6 di 161

ID_TEST_CASE	NORMA	B20_SIST-TRAC
AA51_TRAC_Test_255		B20_002320 / B20_002450
AA51_TRAC_Test_611	AA51_CEI EN 61377-1_5 7.5.1.3 COPPIA CARATTERISTICA, MOTORE FREDDO  AA51_CEI EN 61377-1_6 7.5.1.4 PROVA DI SCANSIONE DELLA VELOCITÀ A PIENA COPPIA	
AA51_TRAC_Test_612	AA51_CEI EN 61377-1_4 7.5.1.2 COPPIA CARATTERISTICA, MOTORE CALDO  AA51_CEI EN 61377-1_6 7.5.1.4 PROVA DI SCANSIONE DELLA VELOCITÀ A PIENA COPPIA	
AA51_TRAC_Test_616	AA51_CEI EN 61377-1_9 7.6.1.2 TENSIONE DI ALIMENTAZIONE IN TRAZIONE	
AA51_TRAC_Test_98		B20_302211
AA51_TRAC_Test_515		B20_302211
AA51_TRAC_Test_99		B20_302211
AA51_TRAC_Test_516		B20_302211
AA51_TRAC_Test_517		B20_302211
AA51_TRAC_Test_518		B20_302211
AA51_TRAC_Test_519		B20_302211
AA51_TRAC_Test_520		B20_302211
AA51_TRAC_Test_102		B20_005110
AA51_TRAC_Test_104		B20_005110
AA51_TRAC_Test_613	AA51_CEI EN 61377-1_5 7.5.1.3 COPPIA CARATTERISTICA, MOTORE FREDDO  AA51_CEI EN 61377-1_6 7.5.1.4 PROVA DI SCANSIONE DELLA VELOCITÀ A PIENA COPPIA	
AA51_TRAC_Test_614	AA51_CEI EN 61377-1_4 7.5.1.2 COPPIA CARATTERISTICA, MOTORE CALDO  AA51_CEI EN 61377-1_6 7.5.1.4 PROVA DI SCANSIONE DELLA VELOCITÀ A PIENA COPPIA	
AA51_TRAC_Test_617	AA51_CEI EN 61377-1_9 7.6.1.2 TENSIONE DI ALIMENTAZIONE IN TRAZIONE	



Power &  
Automation

# RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVE E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 7 di 161

ID_TEST_CASE	NORMA	B20_SIST-TRAC
AA51_TRAC_Test_437	AA51_CEI EN 61287-1_19 4.5.3.17 ISPEZIONE DEI REQUISITI DI SICUREZZA	B20_003220
AA51_TRAC_Test_543	AA51_CEI EN 61287-1_19 4.5.3.17 ISPEZIONE DEI REQUISITI DI SICUREZZA	B20_003220
AA51_TRAC_Test_615	AA51_CEI EN 61377-1_8 7.6.1.1 TENSIONE DI ALIMENTAZIONE IN TRAZIONE	
AA51_TRAC_Test_408	AA51_CEI EN 61287-1_6 4.5.3.5 PROVA DELLE PRESTAZIONI DEL SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO	B20_332101
AA51_TRAC_Test_654		B20_332101
AA51_TRAC_Test_146		B20_003050
AA51_TRAC_Test_585		B20_003050
AA51_TRAC_Test_586		B20_003050
AA51_TRAC_Test_144		B20_003050
AA51_TRAC_Test_574		B20_003050
AA51_TRAC_Test_577		B20_003050
AA51_TRAC_Test_578		B20_003050
AA51_TRAC_Test_580		B20_003050
AA51_TRAC_Test_581		B20_003050
AA51_TRAC_Test_582		B20_003050
AA51_TRAC_Test_584		B20_003050
AA51_TRAC_Test_607		B20_003050
AA51_TRAC_Test_604		B20_003050
AA51_TRAC_Test_605		B20_003050
AA51_TRAC_Test_249		B20_003050
AA51_TRAC_Test_595		B20_003050
AA51_TRAC_Test_589		B20_003050
AA51_TRAC_Test_591		B20_003050
AA51_TRAC_Test_588		B20_003050
AA51_TRAC_Test_592		B20_003050
AA51_TRAC_Test_587		B20_003050
AA51_TRAC_Test_593		B20_003050
AA51_TRAC_Test_590		B20_003050
AA51_TRAC_Test_594		B20_003050
AA51_TRAC_Test_481		B20_003050
AA51_TRAC_Test_149		B20_003050
AA51_TRAC_Test_596		B20_003050
AA51_TRAC_Test_608	AA51_CEI EN 61287-1_11 4.5.3.9 PROVE DELL'APPARECCHIATURA DI MISURA E PROTEZIONE MECCANICA	



Power &  
Automation

# RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVE E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 8 di 161

ID_TEST_CASE	NORMA	B20_SIST-TRAC
	ED ELETTRICA	
AA51_TRAC_Test_609	AA51_CEI EN 61287-1_11 4.5.3.9 PROVE DELL'APPARECCHIATURA DI MISURA E PROTEZIONE MECCANICA ED ELETTRICA	
AA51_TRAC_Test_610	AA51_CEI EN 61287-1_11 4.5.3.9 PROVE DELL'APPARECCHIATURA DI MISURA E PROTEZIONE MECCANICA ED ELETTRICA	



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVE E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 9 di 161

### 3. LISTA VARIABILI

Le prove sono state effettuate usando lo Strumento di Monitoraggio collegato alla TCU.  
Durante l'esecuzione delle prove il monitoraggio si è basato su:

- Variabili MVB
- Variabili interne della TCU
- Sensori V del registratore, sensori I, sensori di temperatura e wattmetro digitale.

Variabili MVB: Per ulteriori informazioni dettagliate si prega di consultare il documento B.20.98.108.12.

V1 (TRACTION BRAKE PORT): CCU\_TRC\_BRK\_LFW, CCU\_TRC\_BRK\_DEMx, CCU\_PWR\_LIMITx, /CCU\_NO\_EM, SwitchingOff, CCU\_REV, CCU\_FWD, FADE, HSClsd, GRID\_1500V, DCDCx\_ENABLE, DCDCx\_ISO, TCUX\_COOL\_LOW, TCUX\_COOL\_HIGH, TMx\_COOL, Lx\_COOL, TCUX\_PUMP\_ON, ACBus1\_ON, ACBus2\_ON, INTx\_COOL, TCUX\_FLUX, ED\_CUT\_OUTx .

V2 (STATUS INFORMATION): /HSCBISO, APSOn, EDAvailable, EDEFApp, TracAvailable, TracEFApp, OK, CnvOK, TCUISO, CATPWlim, MJF\_ACTIVE, TMF\_ACTIVE, MNF\_ACTIVE, WRN\_ACTIVE, COOL\_LOW, COOL\_HIGH.

V3 (EFFORT INFORMATION): TCUX\_TRMAX, TCUX\_EDMAX, TCUX\_EffR, TCUX\_EffC, TCUX\_EffANoWSP, TCUX\_EffA.

V4 (PW MONITORING INFORMATION): TCUX\_CatVolt, TCUX\_DCBus1Volt, TCUX\_DCBus2Volt, TCUX\_InputLCurr, TCUX\_ReturnCurr, TCUX\_InputCurr, TCUX\_BChoppCurr, TCUX\_MRMScurr\_U, TCUX\_MRMScurr\_V, TCUX\_MRMScurr\_W, TCUX\_A1\_SPEED, TCUX\_SPEED, TCUX\_PowerCon, TCUX\_PowerReg, TCUX\_PowerBrk, TCUX\_EnergyCon, TCUX\_EnergyReg, TCUX\_EnergyBrk, TCUX\_A1\_WDiam.

V5 (TEMPERATURE INFORMATION): TCUX\_MotorTemp, TCUX\_ConvTemp, TCUX\_InvTemp, TCUX\_ChoppTemp, TCUX\_BResTemp, TCUX\_CoolInTemp, TCUX\_CoolOnTemp, TCUX\_LRTemp, TCUX\_LCHTemp, TCUX\_CoolPrs, TCUX\_CoolLvl.

V6 (DIAGNOSIS INFORMATION): TCUX\_DIAG\_MajorF, TCUX\_DIAG\_TemporaryF, TCUX\_DIAG\_MinorF, TCUX\_DIAG.Warning, TCUX\_WIRED\_IN, TCUX\_WIRED\_OUT, TCUX\_SwV, TCUX\_SwVBeta, TCUX\_SwlsBeta.



**CAF**  
Power &  
Automation

# RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVE E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 10 di 161

EXT (Apparecchiatura di misurazione esterna):

DESCRIZIONE	FABBRICANTE	MODELLO	VARIABILE
Sonda differenziale +-7000V isolamento 5000V 70MHz	Testec	SI-9010A	Tensione della linea aerea di contatto
Sonda differenziale +-7000V isolamento 5000V 70MHz	Testec	SI-9010A	Tensione Low-DCLink
Sonda differenziale +-7000V isolamento 5000V 70MHz	Testec	SI-9010A	Tensione High-DCLink
Pinza amperometrica 100A/1000A 0Hz-10Khz	Chauvin Arnoux	PAC22	Corrente fase U motore
Pinza amperometrica 100A/1000A 0Hz-10Khz	Chauvin Arnoux	PAC22	Corrente fase V motore
Pinza amperometrica 100A/1000A 0Hz-10Khz	Chauvin Arnoux	PAC22	Corrente di ingresso
Pinza amperometrica 100A/1000A 0Hz-10Khz	Chauvin Arnoux	PAC22	Corrente della linea aerea di contatto
Pinza amperometrica 100A/1000A 0Hz-10Khz	Chauvin Arnoux	PAC22	Corrente di ritorno della catena di trazione
Pinza amperometrica 100A/1000A 0Hz-10Khz	Chauvin Arnoux	PAC22	Corrente del chopper di frenatura
PT-100	-	-	Temperatura ambiente
PT-100	-	-	Temperatura del reostato di frenatura
PT-100	-	-	Temperatura del coldplate del modulo per fase U
PT-100	-	-	Temperatura del coldplate del modulo per fase V
PT-100	-	-	Temperatura del coldplate del modulo per fase W
PT-100	-	-	Temperatura del coldplate del modulo 1 del convertitore DCDC
PT-100	-	-	Temperatura del coldplate del modulo 2 del convertitore DCDC
PT-100	-	-	Temperatura del coldplate del chopper di frenatura
PT-100	-	-	Prima temperatura del motore
PT-100	-	-	Seconda temperatura del motore
PT-100	-	-	Terza temperatura del motore

## 4. DESCRIZIONE DELLO SCENARIO

### 4.1. ORIGEN\_LBT

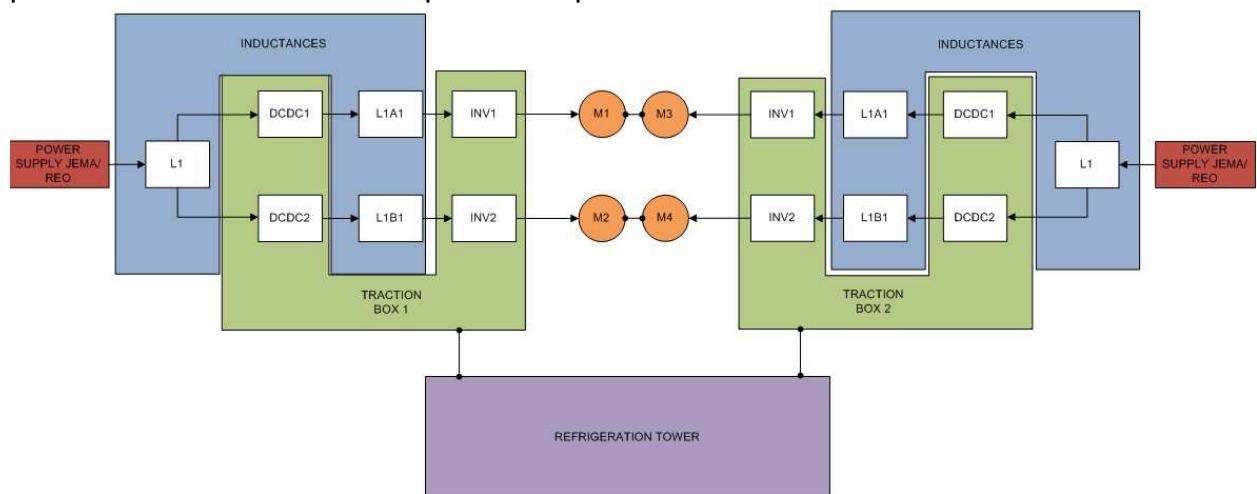
La prova verrà eseguita su un banco di prova a Beasain (Spagna). Il layout è costituito da un convertitore di trazione composto da due catene di trazione. Ogni catena di trazione è collegata a un motore e i motori sono accoppiati tra loro, dato che una catena di trazione funziona in zona di trazione (trazione) e l'altro convertitore in zona di frenatura (frenatura). È presente anche una torre di raffreddamento in cui viene dissipato il calore generato nel convertitore.

Il layout proposto rende necessari due ordini diversi per ogni catena di trazione: coppia [Nm] e velocità [rad/s].

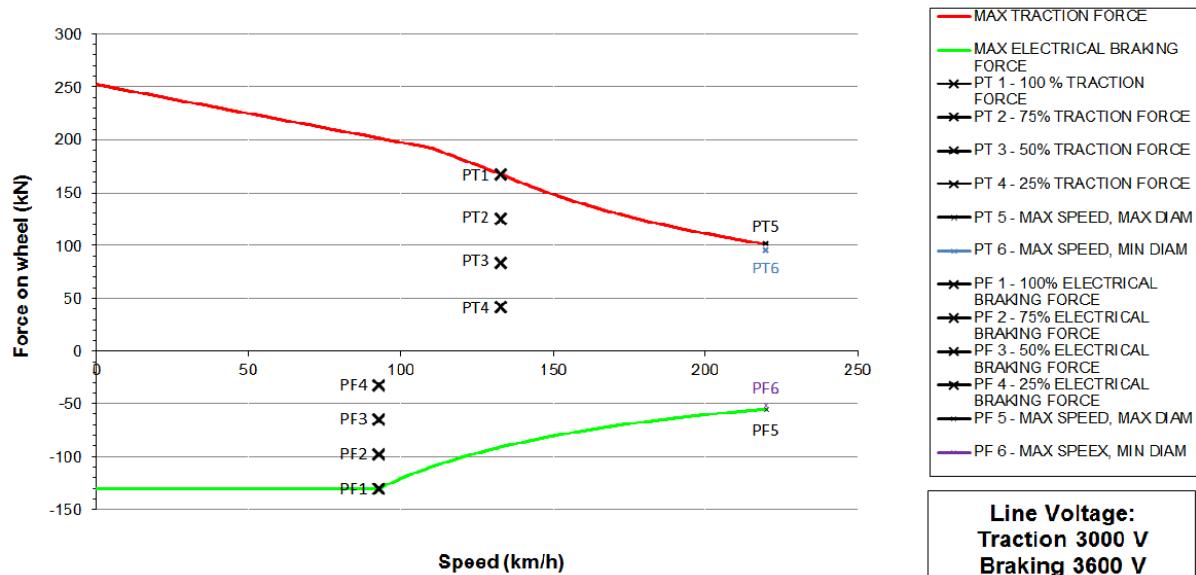
La catena di trazione principale sarà controllata con un ordine di coppia.

La catena ausiliaria sarà controllata da un ordine di velocità.

**NOTE:** Questa posizione back to back con gli stessi motori in una composizione back to back non permette di effettuare prove in posizione di frenatura massima. A causa di ciò se la prova è specificata per PF1 o PF2 e la selezione di prova è LBT questi punti di coppia potrebbero essere modificati per via di questa limitazione di scenario.



## SCHEMA DI FUNZIONAMENTO

MAXIMUM TRACTION & ELECTRICAL BRAKING PERFORMANCE  
LOCO TRENITALIA E402A



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 13 di 161

## 5. CASI DI PROVA DEL SISTEMA

Versione HW: 00\_00

Versione SW: 00\_00

Documento di Riferimento: AA51\_TRAC\_Test

### 5.1. Requisiti Funzionali

#### 5.1.1 Sistema di Collegamento HV

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_8

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte di alimentazione a 3000 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V

Procedura di Prova	Risultato
Forzare dall'esterno la fonte di alimentazione su 1500 V.	
<b>Risultati Attesi:</b> Verificare che si verifichi la relativa sottotensione nella protezione del Low-DCLink.	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<b>Variabili da registrare:</b> V4-PW V6-DIAG	

**Commenti:** Per via della limitazione della fonte di tensione, per eseguire questa prova è stata cambiata la protezione contro sottotensioni da 1500V a 2500 V. La sottotensione si rileva non appena la tensione in ingresso scende al di sotto dei 2500V. Si attiva l'allarme di sottotensione corrispondente e si verifica il cambio di stato nel convertitore, si deflussano i motori e si disabilita l'apertura e chiusura degli IGBT.



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 14 di 161

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

Data e Luogo:

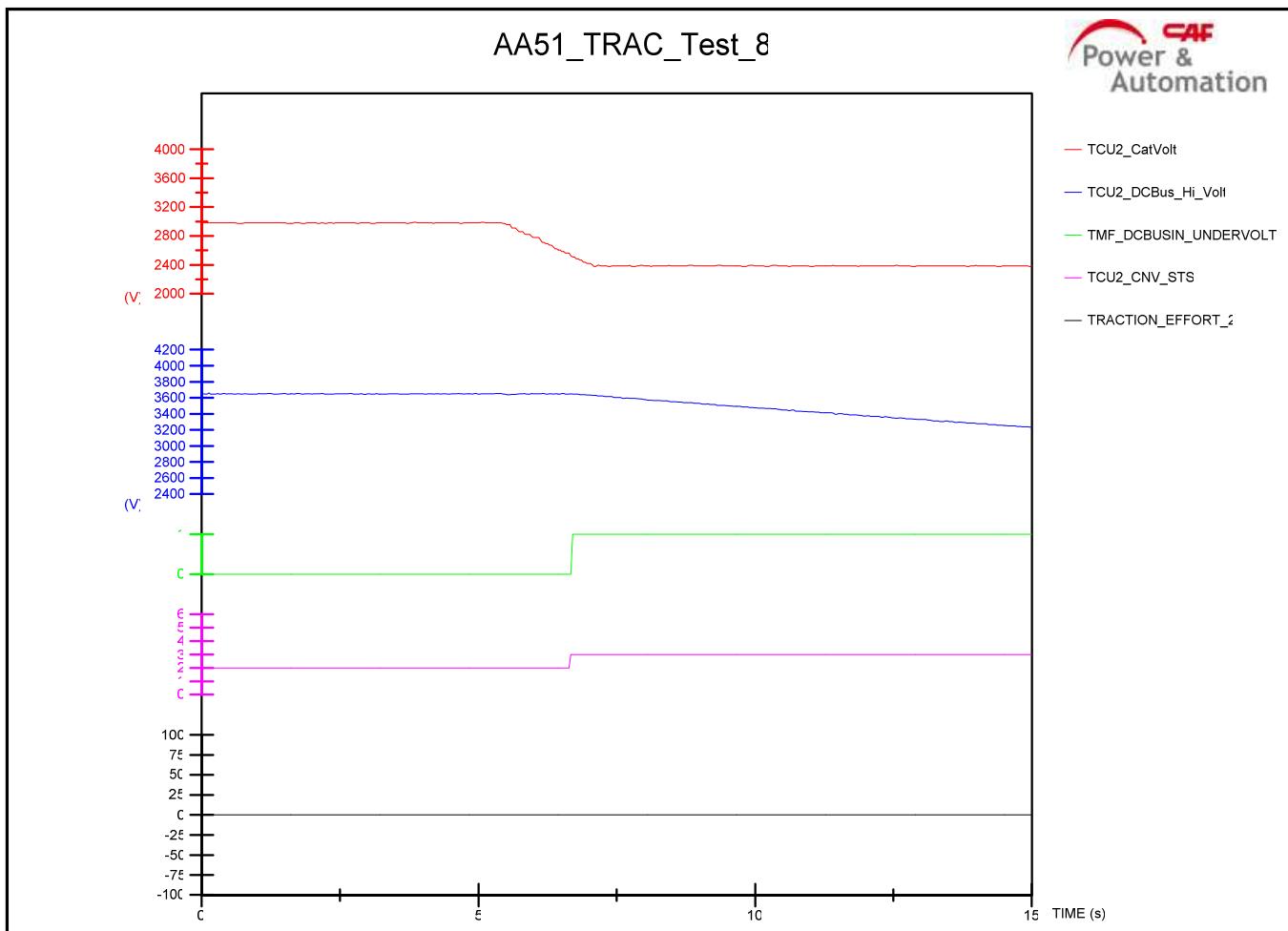
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 15 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 16 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_508

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte di alimentazione a 3000 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V

**Procedura di Prova**

Forzare dall'esterno la fonte di alimentazione su un valore al di sopra del minimo permesso.

**Risultato**

**Risultati Attesi:**

Verificare che non si presentino errori durante l'esecuzione della prova

OK  KO

**Variabili da registrare:**

V4-PW

V6-DIAG

**Commenti:**

La tensione in ingresso si programma a 2500V. Si fa una messa in trazione massima e si applica una frenatura elettrica massima. Durante la prova non viene visualizzato nessun allarme e si applicano gli sforzi di trazione con normalità.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

**Data e Luogo:**

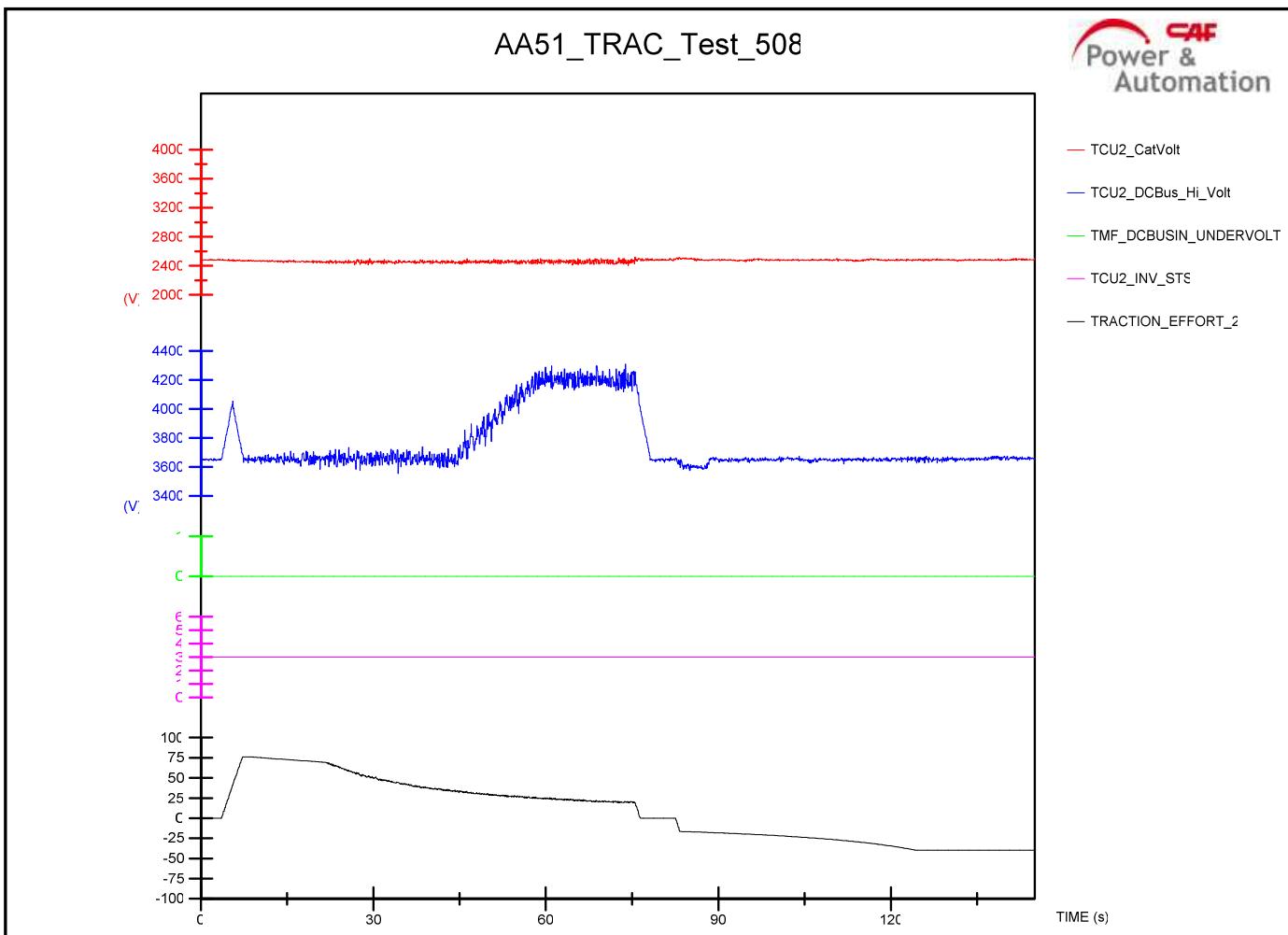
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 17 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 18 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_9

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Linea aerea di contatto a 1500 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V

**Procedura di Prova**

Forzare dall'esterno la fonte di alimentazione su 3000 V.

Risultati Attesi:

Verificare che si verifichi la relativa sovratensione nella protezione del Low-DCLink.

**Risultato**

OK     KO

Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

**Commenti:**

Per via della limitazione della fonte di laboratorio, si abbassa la soglia di rilevazione di sovraccorrente a 1900 V, e si esegue la prova. Nella registrazione si vede che non appena la tensione della linea aerea di contatto aumenta al di sopra dei 1900 V, si attiva l'allarme di sovratensione della linea aerea di contatto, e si deflussano i motori (le correnti di fase diventano nulle)

**Data e Luogo:**

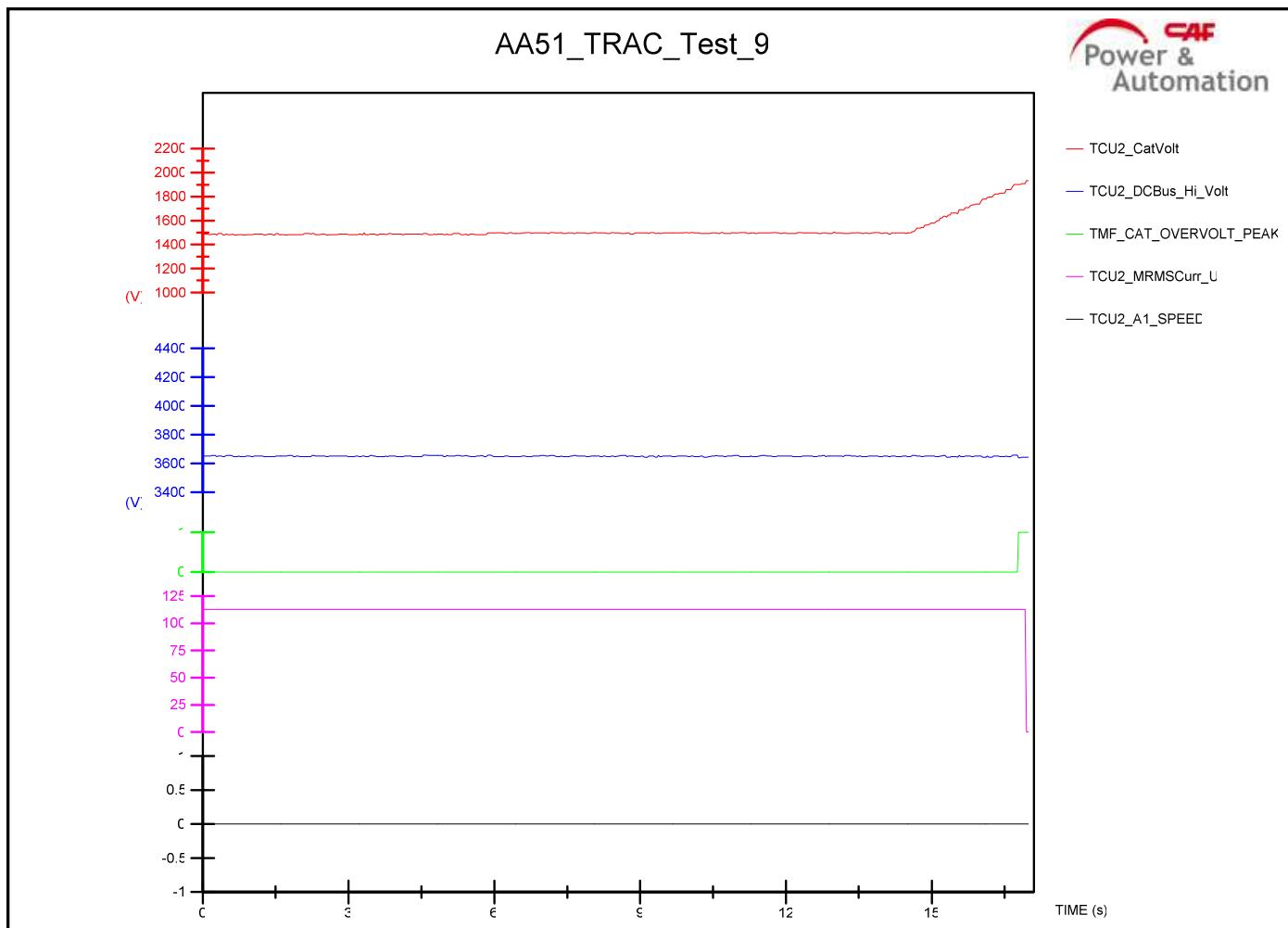
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 19 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 20 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_509

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte di alimentazione a 1500 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V

#### Procedura di Prova

Forzare dall'esterno la fonte di alimentazione su un valore al di sopra del minimo permesso.

#### Risultati Attesi:

Verificare che non si presentino errori durante l'esecuzione della prova

#### Risultato

OK     KO

#### Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Si applica tensione e si esegue la prova a 1500 V. Non si presenta nessun allarme durante la prova.

#### Data e Luogo:

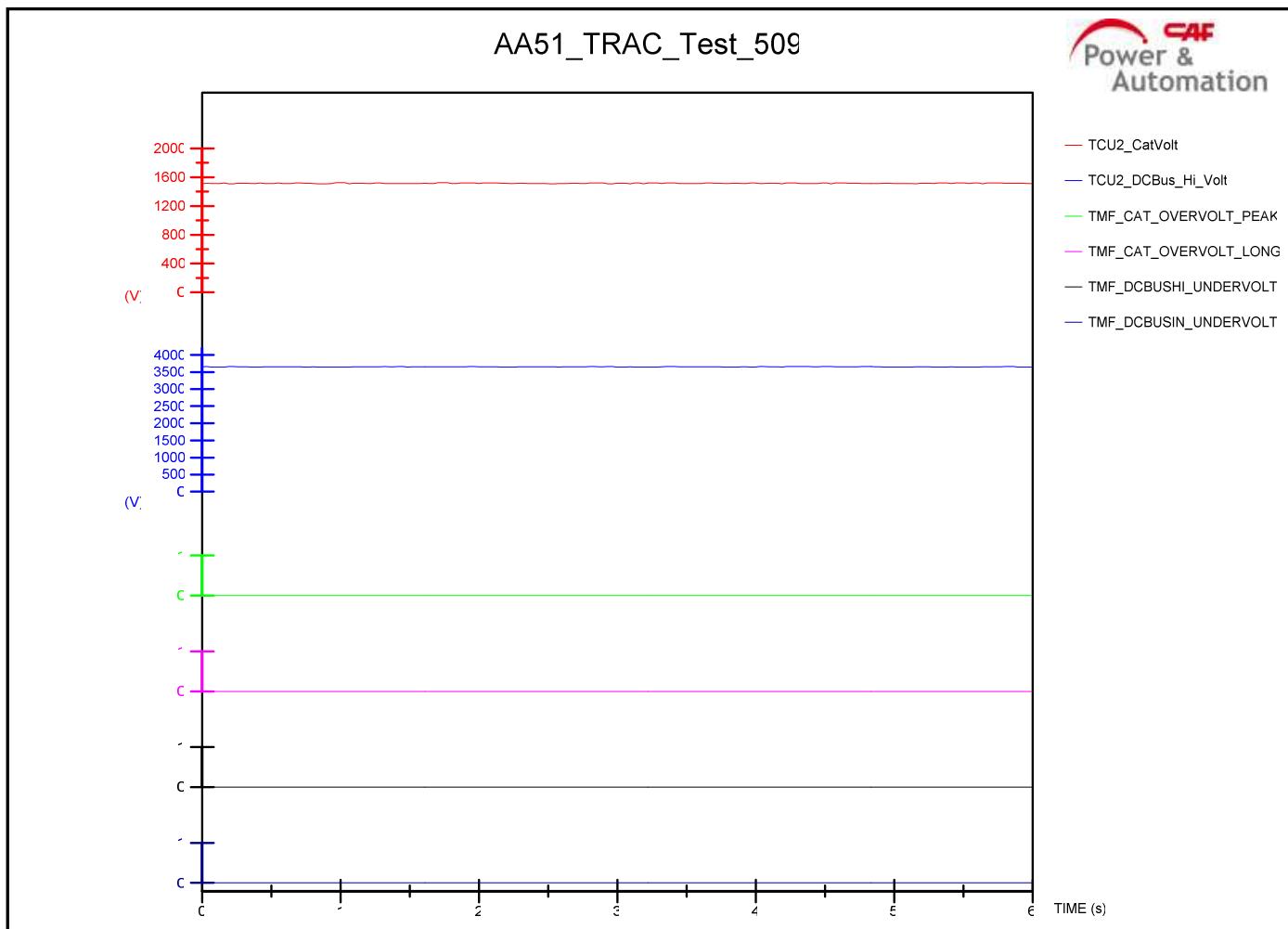
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 21 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 22 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_14

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonctionnement à 3000 V connecté au système.

High-DCLink=3600-4200V.

#### Procedura di Prova

Aumentare la tensione di ingresso fino a un valore inferiore a RSIS\_3000V\_UMAX1.

Ordinare trazione massima al sistema in tutto il range di velocità.

Mantenere la velocità.

Ordinare frenatura massima al sistema in tutto il range di velocità durante la prova.

Ripetere la stessa sequenza fino al termine della prova.

#### Risultato

#### Risultati Attesi:

Verificare che non si presentino errori durante l'esecuzione della prova. Verrà svolta durante una prova di riscaldamento di minimo 20 ore consecutive o 10.000km.

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Per via delle limitazioni di funzionamento del laboratorio di trazione, le prove di rodaggio dureranno massimo 90 minuti. Al fine di indurire termicamente la prova, si applicano gli sforzi di PT1 in modo costante. Durante questo lasso di tempo la temperatura di esercizio si stabilizza e non si presenta nessun errore.

#### Data e Luogo:

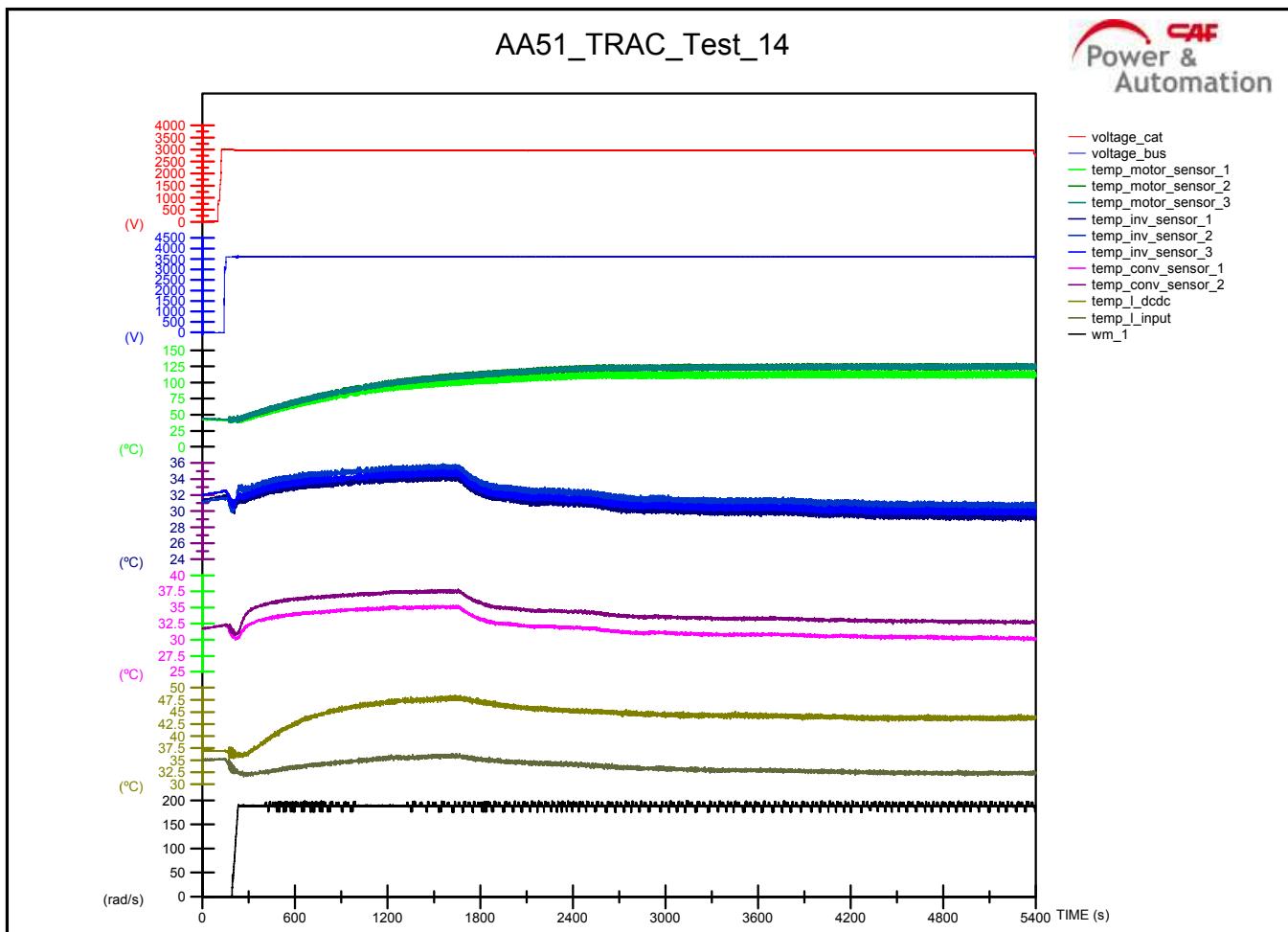
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 23 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 24 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_15

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte variabile a 3000 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V

#### Procedura di Prova

Aumentare il valore della tensione d'ingresso fino a un valore compreso tra RSIS\_3000V\_UMAX1 e RSIS\_3000V\_UMAX2 durante meno di 5 minuti.

Ordinare trazione massima al sistema in tutto il range di velocità.

Mantenere la velocità.

Ordinare frenatura massima al sistema in tutto il range di velocità durante la prova.

#### Risultati Attesi:

Verificare che non si presentino errori durante l'esecuzione della prova

#### Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

La protezione di rilevazione di tensione massima della linea aerea di contatto RSIS\_3000V\_UMAX2 è stata appositamente abbassata per questa prova da 3900V a 3800V. Durante l'esecuzione della prova non si verifica nessun allarme. E la trazione e la frenatura vengono richieste normalmente.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

#### Data e Luogo:

#### Risultato

OK  KO

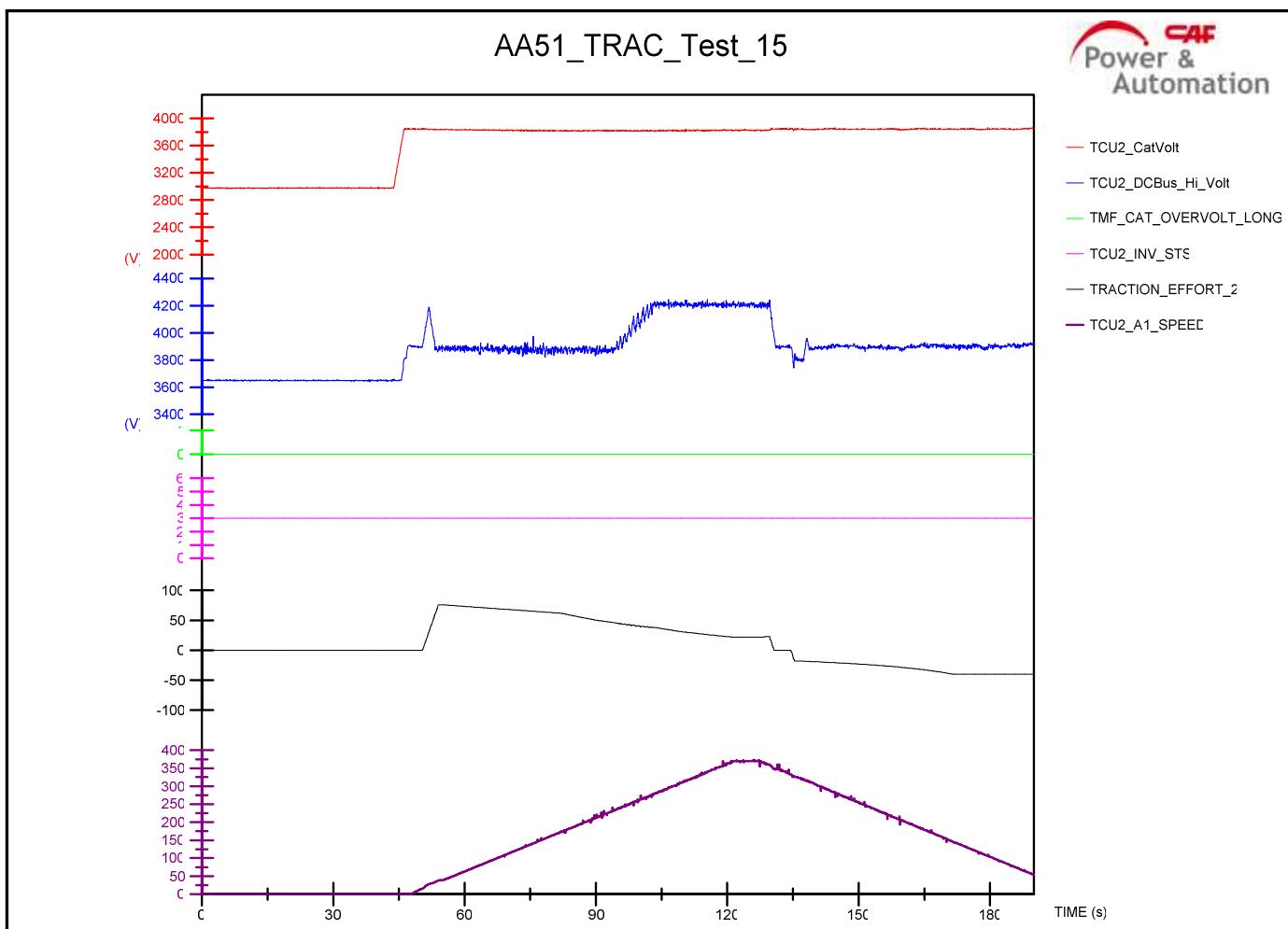
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 25 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 26 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_151

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte variabile a 3000 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V

#### Procedura di Prova

Aumentare il valore della tensione d'ingresso fino a un valore compreso tra RSIS\_3000V\_UMAX1 e RSIS\_3000V\_UMAX2 durante più di 5 minuti.

Ordinare trazione massima al sistema in tutto il range di velocità.

Mantenere la velocità.

Ordinare frenatura massima al sistema in tutto il range di velocità durante la prova.

#### Risultato

OK  KO

#### Risultati Attesi:

Verificare che si verifichi la relativa sovratensione di lunga durata nella protezione della linea aerea di contatto.

#### Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Per la prova è stata appositamente abbassata la soglia di rilevazione di tensione massima della linea aerea di contatto RSIS\_3000V\_UMAX2 da 3900V a 3800V. Nel grafico si vede che trascorsi circa 5 minuti (300 secondi) dal superamento di detta tensione massima si attiva l'errore di sovratensione di lunga durata e si disattivano il convertitore in ingresso, l'inverter di trazione ed i motori.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

#### Data e Luogo:

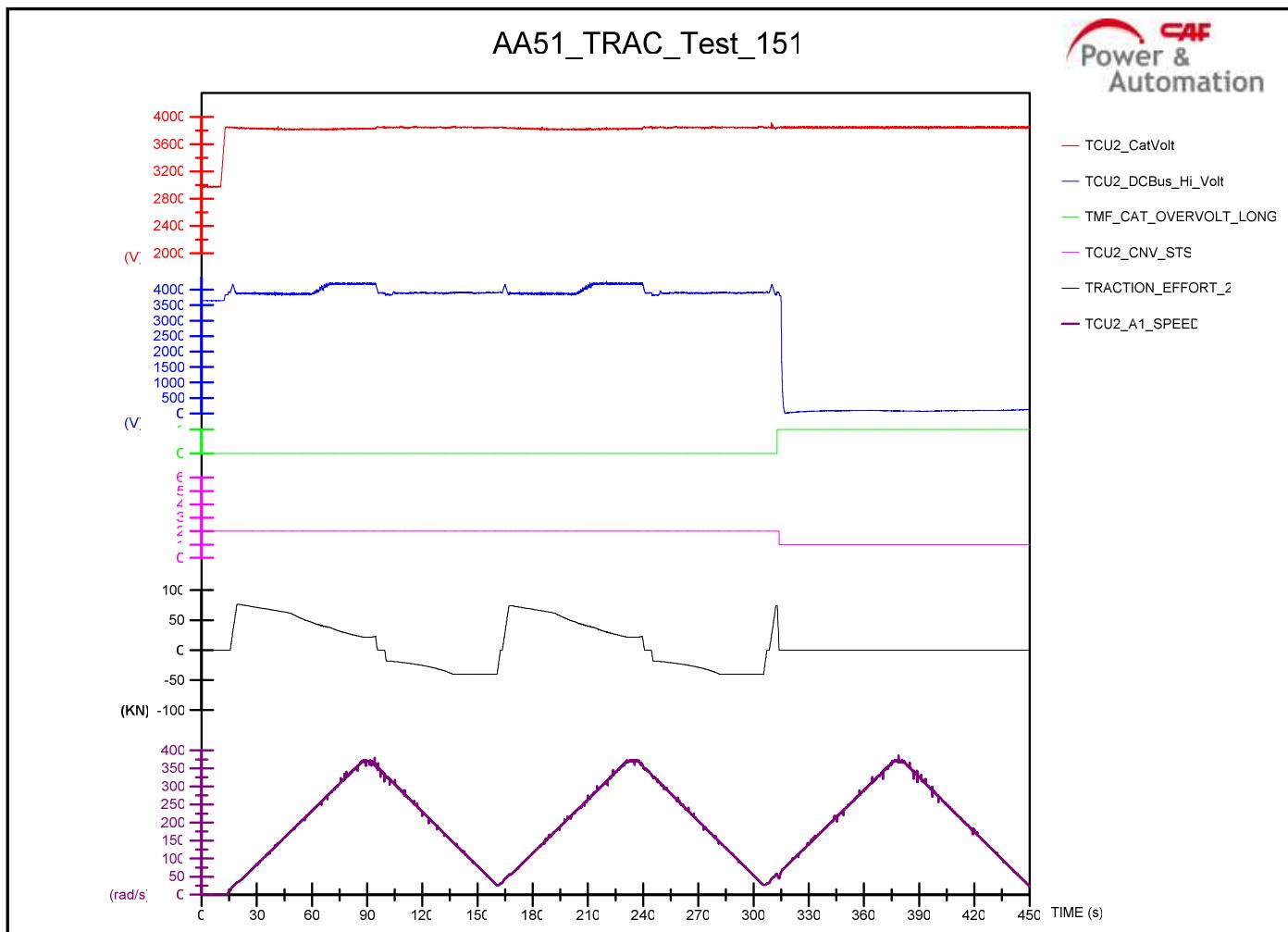
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 27 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 28 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_21

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte variabile a 3000 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V.

#### Procedura di Prova

Aumentare la tensione d'ingresso fino ad un valore superiore a RSIS\_3000V\_UMAX2 durante più di 1 secondo.

Se non dovesse essere possibile raggiungere questo valore, ridurre il parametro associato a questa protezione ad un valore raggiungibile.

#### Risultati Attesi:

Verificare che si verifichi la relativa sovratensione nella protezione della linea aerea di contatto.

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Per la prova è stata abbassata la soglia di tensione massima della linea aerea di contatto (RSIS\_3000V\_UMAX2) da 4200V a 3800V perché la fonte di alimentazione non permette di erogare i 4200V di tensione massima. L'allarme di sovratensione di picco si attiva immediatamente, disattivando il convertitore in ingresso.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

#### Data e Luogo:

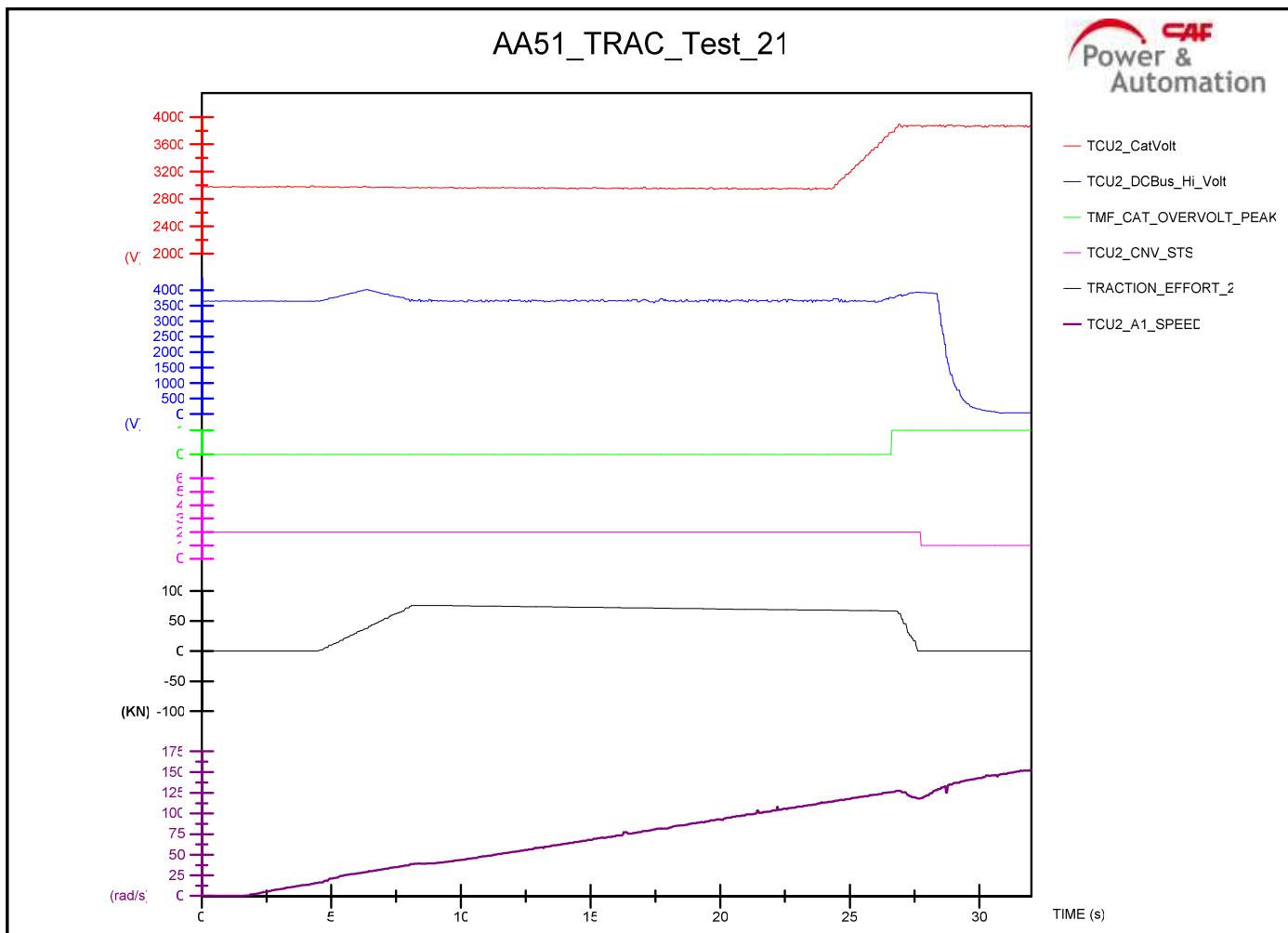
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 29 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 30 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_19

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte variabile a 3000 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V.

#### Procedura di Prova

Ridurre il valore della tensione d'ingresso a un valore superiore a RSIS\_3000V\_UMIN.

Ordinare trazione massima al sistema in tutto il range di velocità.

Ordinare frenatura massima al sistema in tutto il range di velocità.

#### Risultati Attesi:

Verificare che non si presentino errori durante l'esecuzione della prova

#### Risultato

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

La tensione in ingresso si programma a circa 2500V. Si eseguono una messa in trazione ed una frenatura elettrica. Durante La prova non si visualizza nessun allarme, e la richiesta di trazione e frenatura si applicano normalmente.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

#### Data e Luogo:

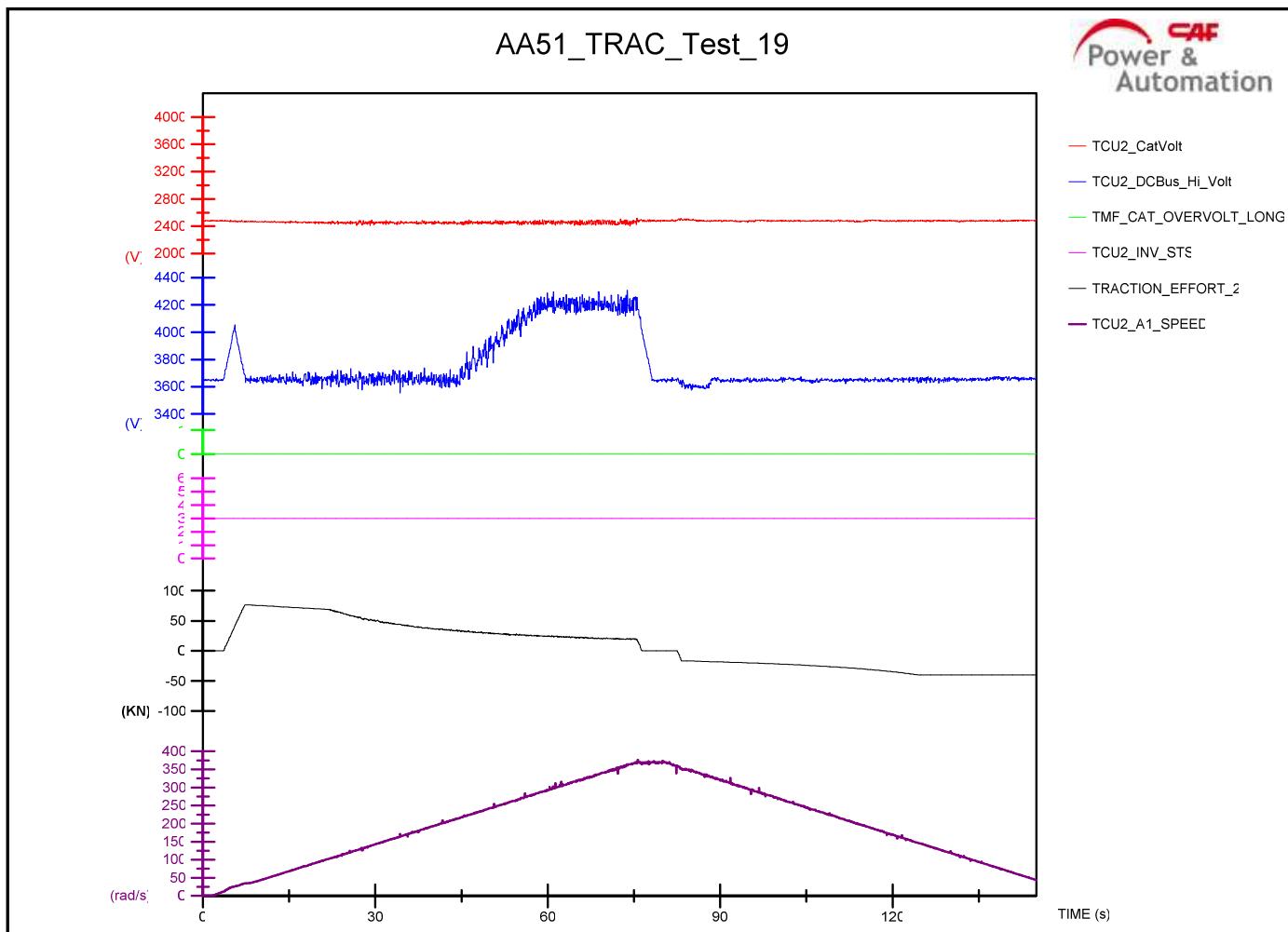
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 31 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 32 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_494

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte di alimentazione a 3000 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V.

Impianti di raffreddamento e ventilazione accessi.

#### Procedura di Prova

Calcolare l'efficienza del convertitore di trazione

Impostare il punto di funzionamento PT1.

Per calcolare l'efficienza si possono utilizzare due metodi:

Calcolare la differenza della potenza dell'ingresso e dell'uscita del convertitore usando le seguenti equazioni:

$$P_{input} = V_{cat} \cdot I_{cat}$$

$$P_{output} = \sum T_{em} \cdot \omega$$

Misurare lo sbalzo di temperatura del refrigerante per l'inverter:

$$\Delta P = q \cdot c \cdot \rho \cdot (T_{out} - T_{in})$$

Dove:

$\rho$  = densità del refrigerante

c = calore specifico

q = flusso di refrigerante

#### Risultato

OK  KO

#### Risultati attesi:

L'efficienza del convertitore di trazione deve essere superiore al 97%.



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 33 di 161

Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

**Commenti:** L'efficienza calcolata del gruppo armadio trazione – motore è del 92,23%. Se si sconta l'efficienza del motore (circa il 95%), il rendimento dell'armadio di trazione è del 97,08%.

**Data e Luogo:**

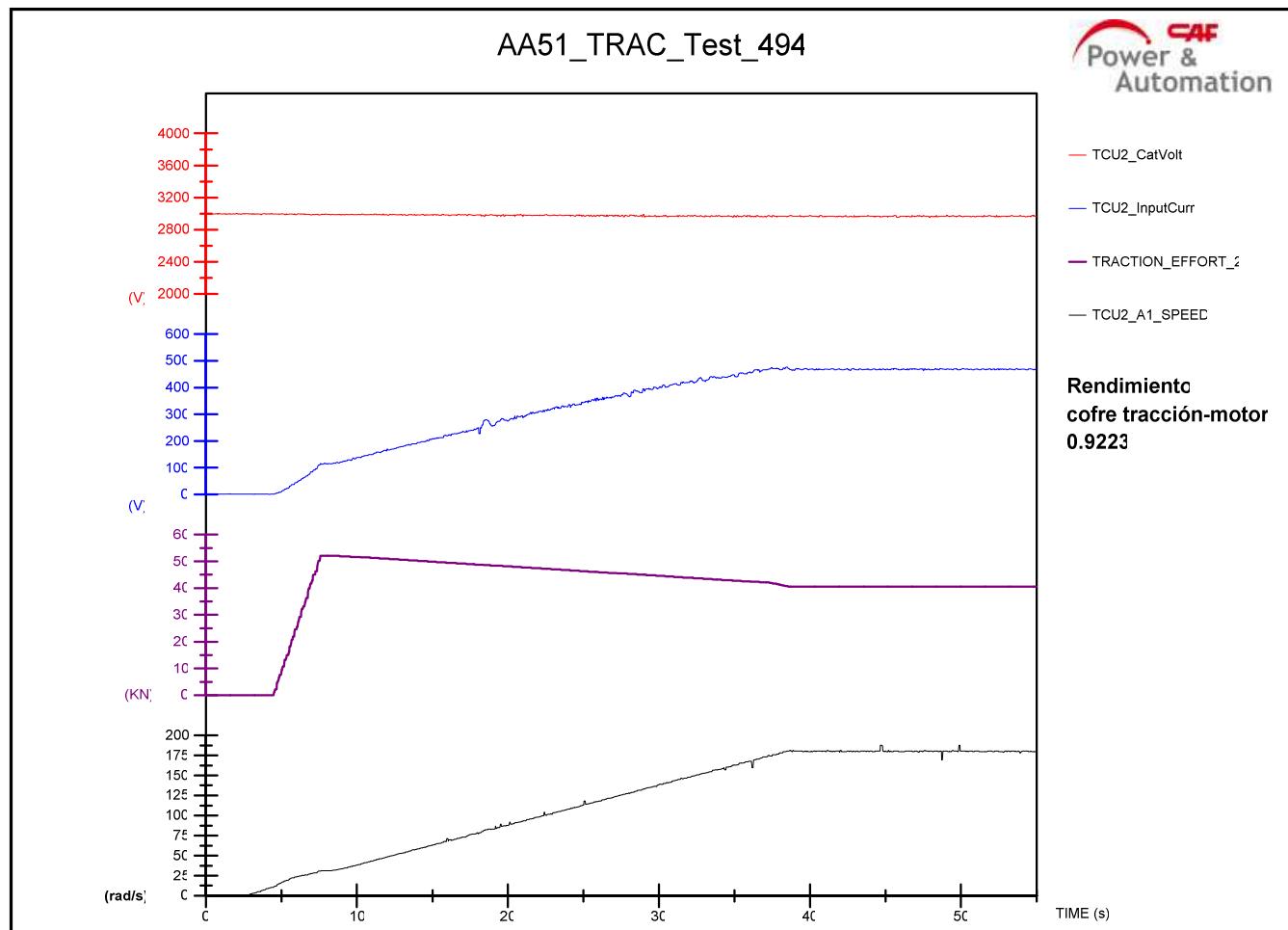
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 34 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 35 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_17

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte variabile a 1500 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V.

#### Procedura di Prova

Aumentare il valore della tensione d'ingresso fino al valore RSIS\_1500V\_UMAX1.

Ordinare trazione massima al sistema in tutto il range di velocità.

Mantenere la velocità.

Ordinare frenatura massima al sistema in tutto il range di velocità durante la prova.

#### Risultato

#### Risultati Attesi:

Verificare che non si presentino errori durante l'esecuzione della prova. Verrà svolta durante una prova di riscaldamento di minimo 20 ore consecutive o 10.000km.

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

La prova di rodaggio a 3000 V (AA51\_TRAC\_Test\_14) è più esigente di questa prova e permette di validare il rodaggio a tensioni di circa 1500 V insieme alle prove funzionali eseguite intorno a detta tensione.

#### Data e Luogo:



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 36 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_18

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte variabile a 1500 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V.

#### Procedura di Prova

Aumentare il valore della tensione d'ingresso fino a un valore compreso tra RSIS\_1500V\_UMAX1 e RSIS\_1500V\_UMAX2 durante meno di 5 minuti.

Ordinare trazione massima al sistema in tutto il range di velocità.

Mantenere la velocità.

Ordinare frenatura massima al sistema in tutto il range di velocità durante la prova.

#### Risultato

OK  KO

#### Risultati Attesi:

Verificare che non si presentino errori durante l'esecuzione della prova

#### Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Per questa prova si programma l'allarme di sovratensione prolungata su 1700 V per 300 secondi, e si fissa la tensione della linea aerea di contatto su 1800 V per 90 secondi. Il risultato è che non si attiva nessun allarme.

#### Data e Luogo:

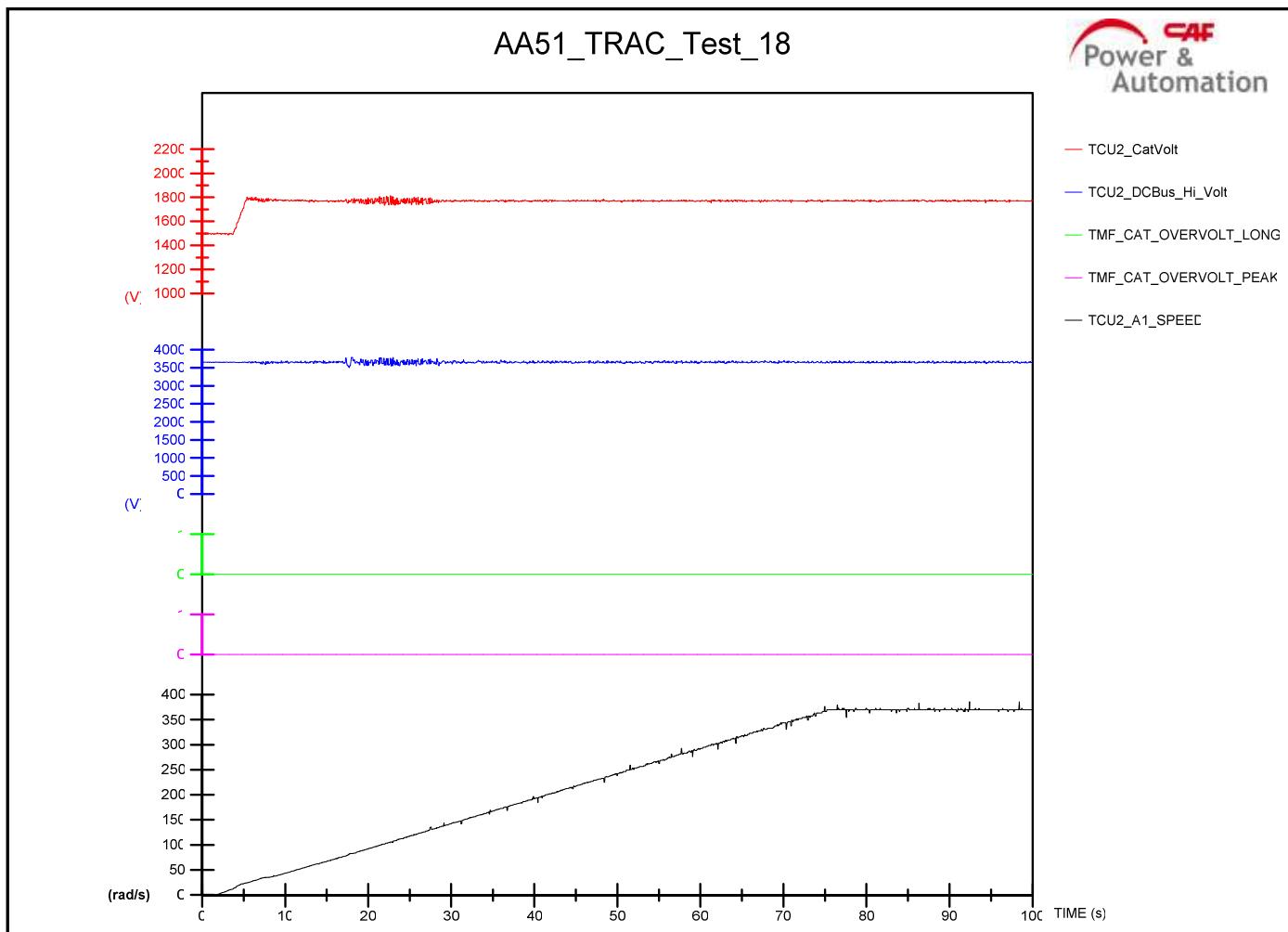
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 37 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 38 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_153

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte variabile a 1500 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V.

#### Procedura di Prova

Aumentare il valore della tensione d'ingresso fino a un valore compreso tra RSIS\_1500V\_UMAX1 e RSIS\_1500V\_UMAX2 durante più di 5 minuti.

Ordinare trazione massima al sistema in tutto il range di velocità.

Mantenere la velocità.

Ordinare frenatura massima al sistema in tutto il range di velocità durante la prova.

#### Risultato

OK  KO

#### Risultati Attesi:

Verificare che si verifichi la relativa sovratensione di lunga durata nella protezione della linea aerea di contatto.

#### Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Per questa prova si programma l'allarme di sovratensione prolungata su 1700 V per più di 90 secondi.

#### Data e Luogo:

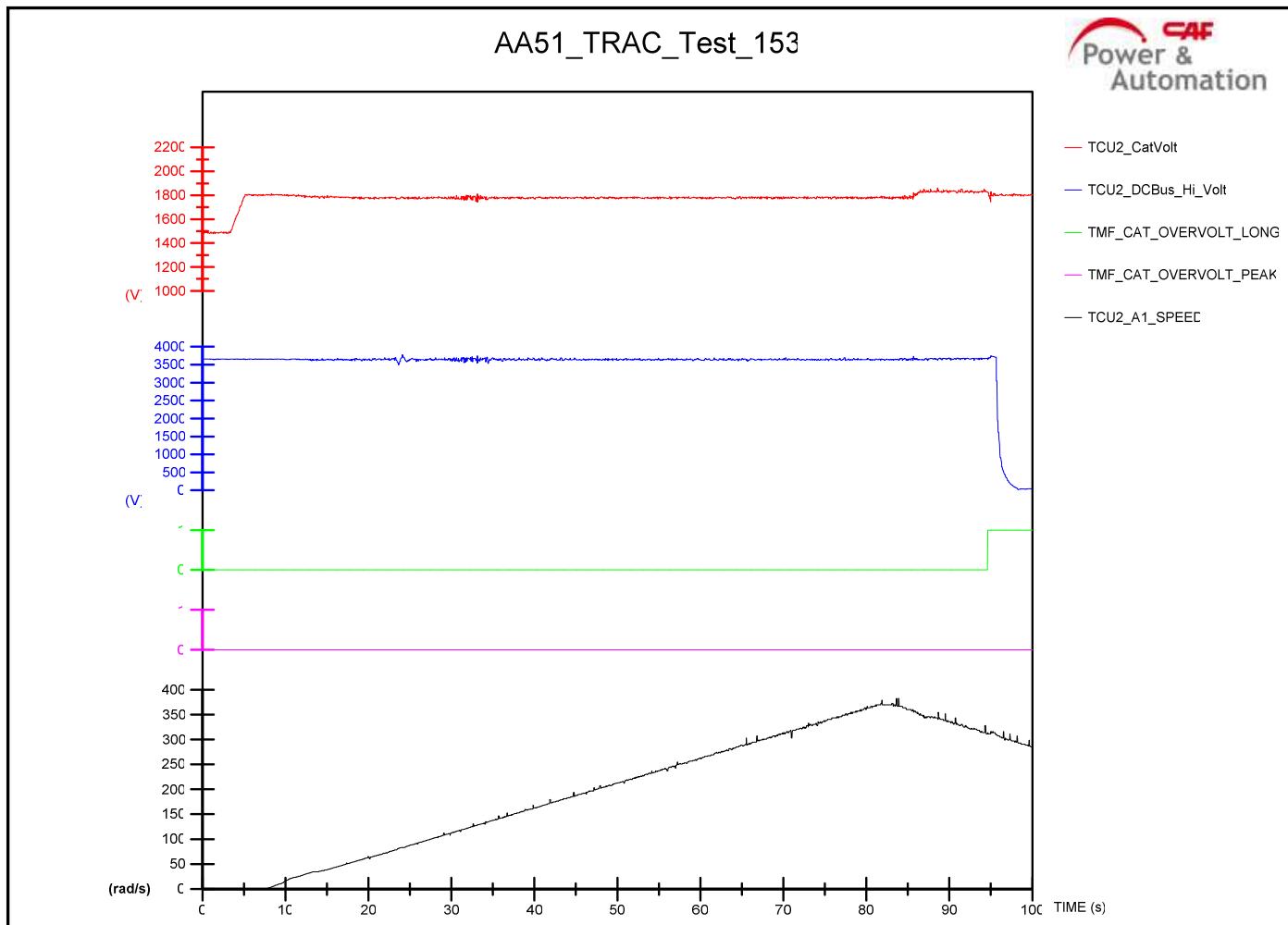
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 39 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 40 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_20

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte variabile a 1500 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V.

#### Procedura di Prova

Ridurre il valore della tensione d'ingresso fino a un valore superiore a RSIS\_1500V\_UMIN.

Ordinare trazione massima al sistema in tutto il range di velocità.

Mantenere la velocità.

Ordinare frenatura massima al sistema in tutto il range di velocità durante la prova.

#### Risultati Attesi:

Verificare che non si presentino errori durante l'esecuzione della prova

#### Risultato

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Si programma un valore di 1400 V di linea aerea di contatto, e si applica trazione massima fino alla velocità. Poi si applica la frenatura massima fino all'arresto dell'unità. Non si presenta nessun guasto per sottotensione e l'apparecchiatura mette in trazione e frena con normalità.

#### Data e Luogo:

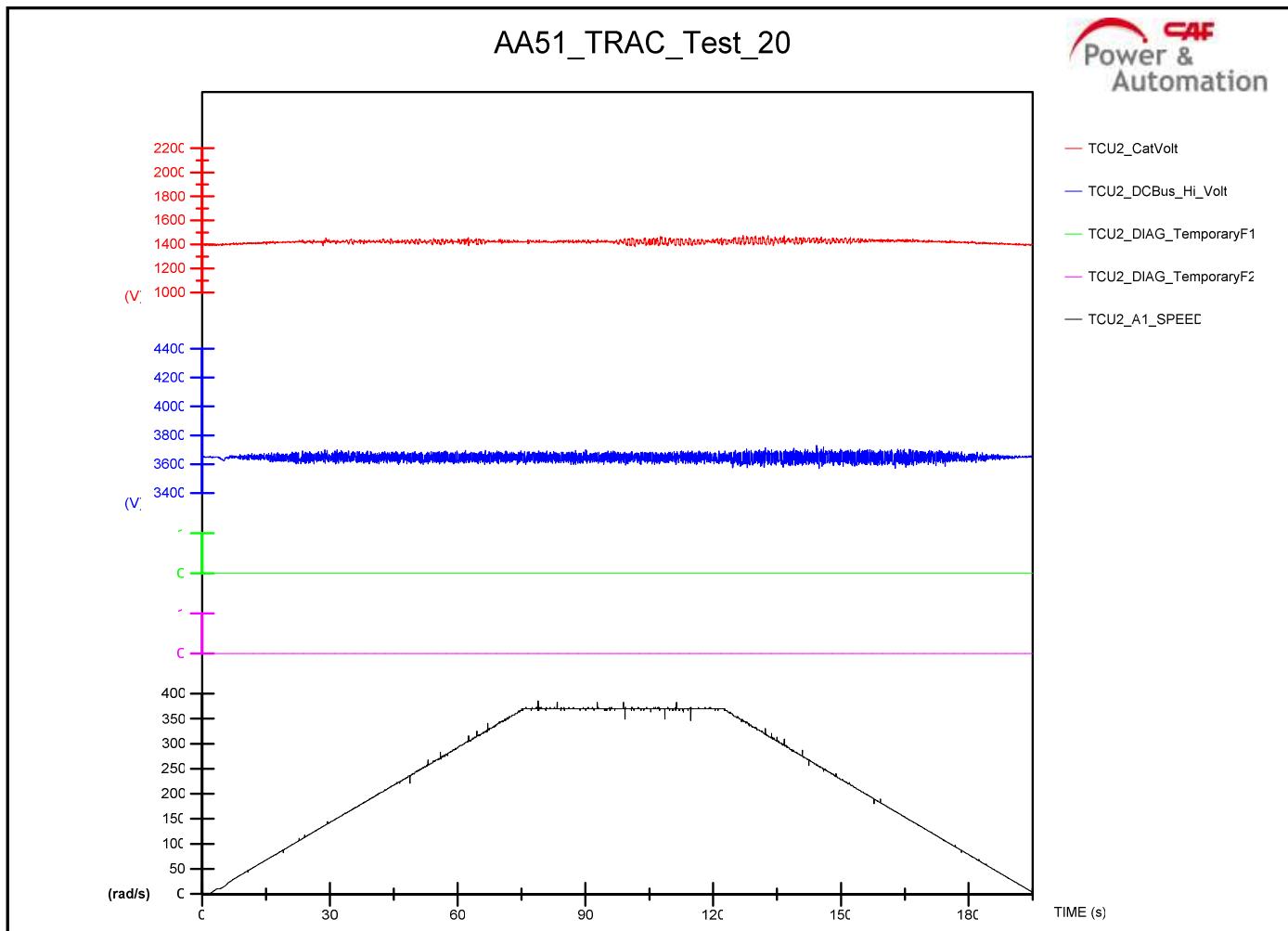
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 41 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 42 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_22

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte variabile a 1500 V collegata al sistema.

High-DCLink=3600-4200V.

#### Procedura di Prova

Ridurre il valore della tensione d'ingresso fino a un valore inferiore a RSIS\_1500V\_UMIN.

Ordinare trazione massima al sistema in tutto il range di velocità.

Mantenere la velocità.

Ordinare frenatura massima al sistema in tutto il range di velocità durante la prova.

#### Risultati Attesi:

Verificare che si verifichi la relativa sottotensione nella protezione del Low-DCLink.

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Si programma la protezione contro sottotensioni su 1300V e durante la prova si applica una tensione di 1200 V alla linea aerea di contatto.

L'allarme di sottotensione del bus in ingresso si attiva immediatamente. La prova si esegue da fermo.

#### Data e Luogo:

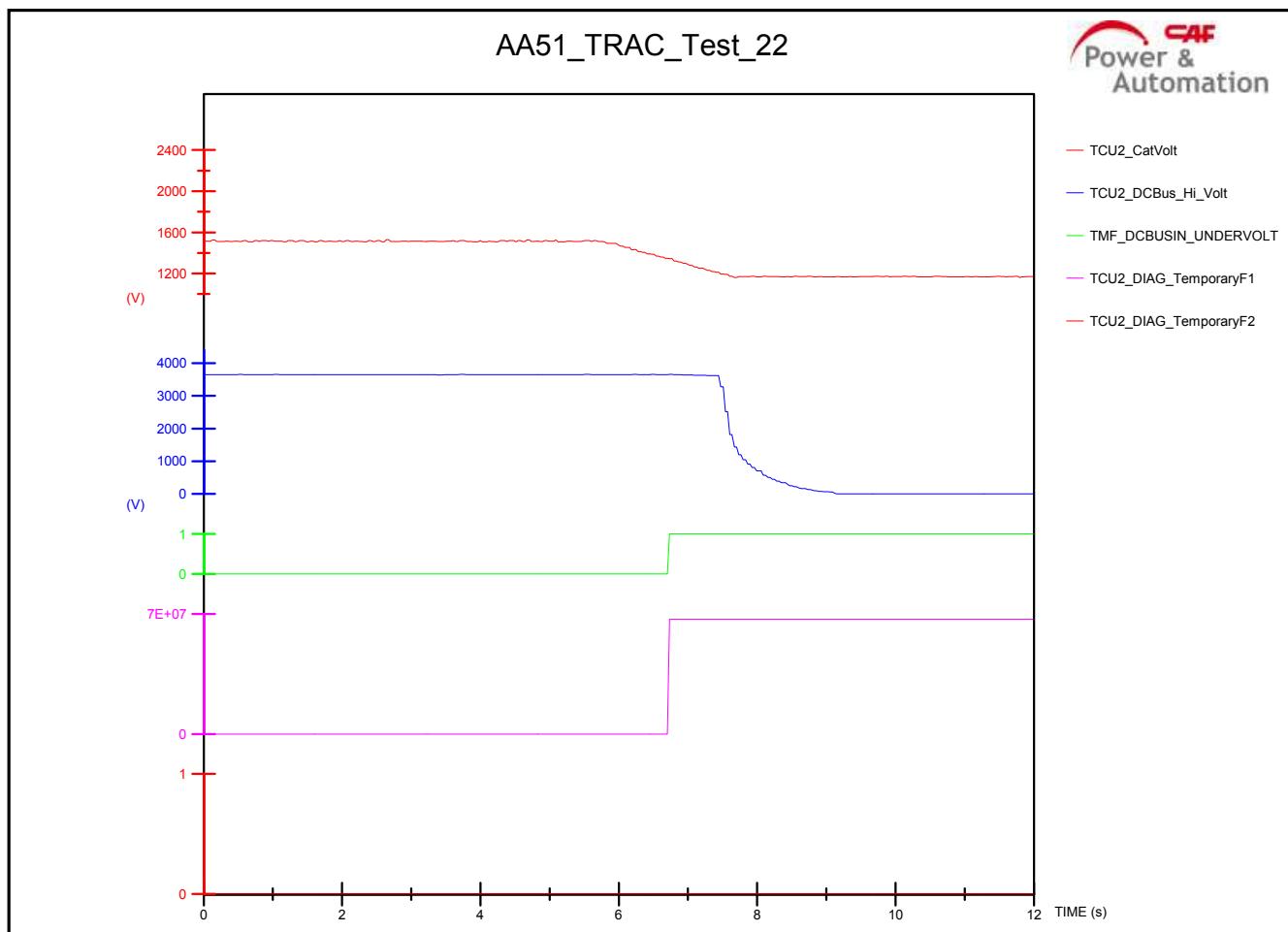
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 43 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 44 di 161

#### 5.1.1.1. Prova di Collegamento HV delle Catene di Trazione

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_33

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Sistema collegato alla rete disponibile.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Forzare dal treno una richiesta di isolamento per ogni catena di trazione.	
<u>Risultati Attesi:</u> Verificare che lo scollegamento dal HV ha luogo (High DCLink uguale a 0+- 15V) quando viene attivata la corrispondente richiesta d'isolamento.	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<u>Variabili da registrare:</u> V1-CCU V2-STATUS V4-PW V6-DIAG	
<u>Commenti:</u> Dopo l'attivazione del segnale di isolamento, si scarica il bus HV in meno di tre secondi.	
<u>Data e Luogo:</u>	

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

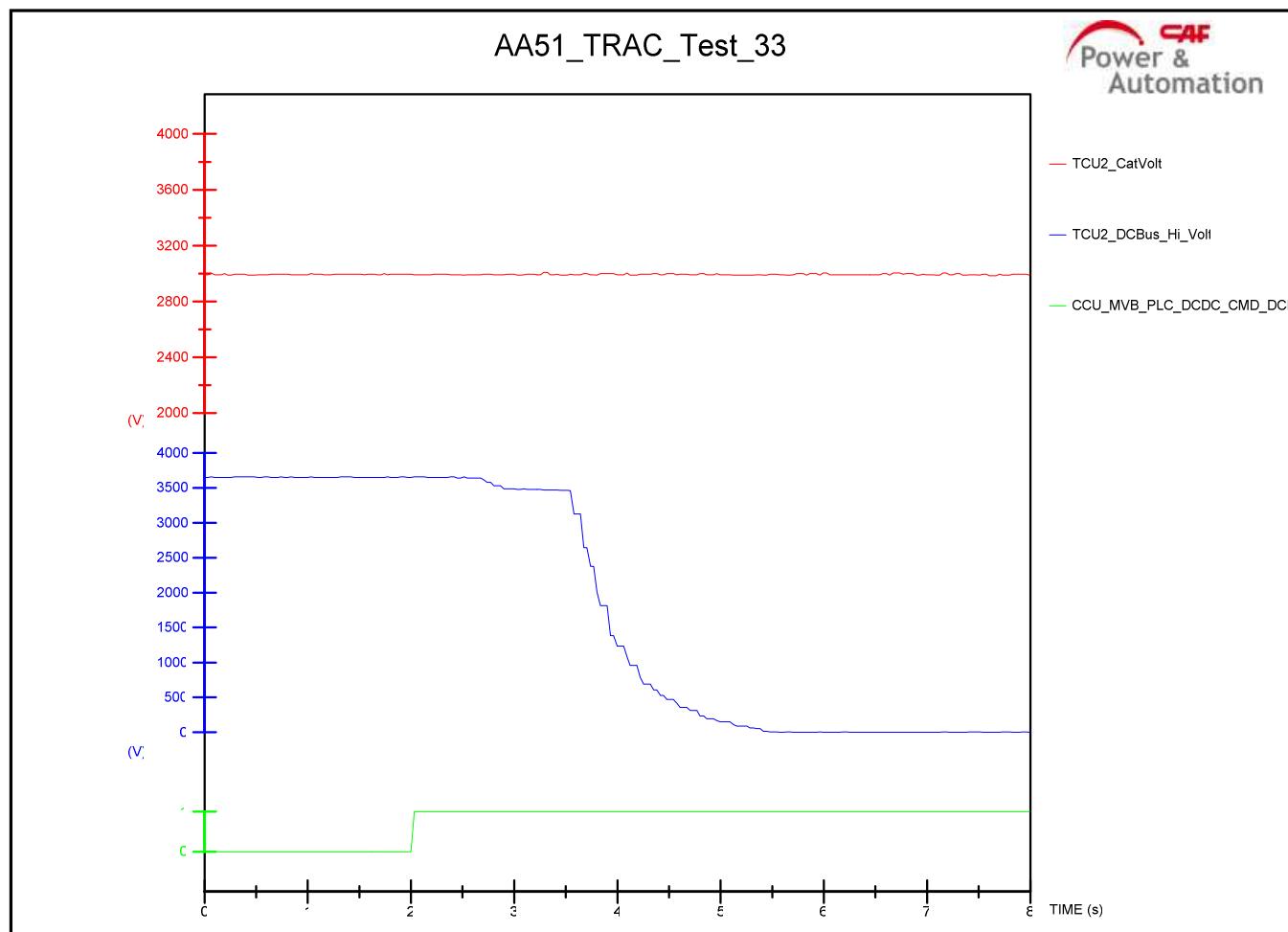
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 45 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 46 di 161

#### 5.1.2 Requisiti di Trazione

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_60

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il parametro RSIS\_JERK\_LIMIT sul suo valore minimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo avanti selezionato.
5. La locomotiva è pronta per la trazione.

Procedura di Prova	Risultato
Impostare la richiesta di trazione massima. Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.	
<u>Risultati Attesi:</u> Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<u>Variabili da registrare:</u> V3-EFFORT	
<u>Commenti:</u> Questa prova verrà eseguita in linea.	
<u>Data e Luogo:</u>	



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 47 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_511

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il parametro RSIS\_JERK\_LIMIT sul suo valore massimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo avanti selezionato.
5. La locomotiva è pronta per la trazione.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Impostare la richiesta di trazione massima. Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<b>Risultati Attesi:</b> Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.	
<b>Variabili da registrare:</b> V3-EFFORT	
<b>Commenti:</b> Questa prova verrà eseguita in linea.	
<b>Data e Luogo:</b>	



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 48 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_61

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il parametro RSIS\_JERK\_LIMIT sul suo valore minimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo indietro selezionato.
5. La locomotiva è pronta per la trazione.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Impostare la richiesta di trazione massima. Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.	
<u>Risultati Attesi:</u> Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<u>Variabili da registrare:</u> V3-EFFORT	
<u>Commenti:</u> Questa prova verrà eseguita in linea	
<u>Data e Luogo:</u>	



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 49 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_512

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il parametro RSIS\_JERK\_LIMIT sul suo valore massimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo indietro selezionato.
5. La locomotiva è pronta per la trazione.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Impostare la richiesta di trazione massima. Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.	
<u>Risultati Attesi:</u> Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<u>Variabili da registrare:</u> V3-EFFORT	
<u>Commenti:</u> Questa prova verrà eseguita in linea	
<u>Data e Luogo:</u>	



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 50 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_64

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il parametro RSIS\_JERK\_LIMIT sul suo valore minimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo avanti selezionato.
5. La locomotiva è pronta per la trazione.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Impostare la richiesta di trazione massima.</li><li>2. Raggiungere minimo i 50 km/h</li><li>3. Impostare la richiesta di trazione su zero.</li></ol>	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO

Risultati Attesi:

Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

**Commenti:**

Questa prova verrà eseguita in linea

**Data e Luogo:**



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 51 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_513

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il parametro RSIS\_JERK\_LIMIT sul suo valore massimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo avanti selezionato.
5. La locomotiva è pronta per la trazione.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Impostare la richiesta di trazione massima.</li><li>2. Raggiungere minimo i 50 km/h</li><li>3. Impostare la richiesta di trazione su zero.</li></ol>	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO

Risultati Attesi:

Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

**Commenti:**

Questa prova verrà eseguita in linea

**Data e Luogo:**



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 52 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_65

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il limite di jerk minimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo indietro selezionato.
5. La locomotiva è pronta per la trazione.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
1. Impostare la richiesta di trazione massima. 2. Raggiungere minimo i 50 km/h 3. Impostare la richiesta di trazione su zero.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO

Risultati Attesi:

Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

**Commenti:**

Questa prova verrà eseguita in linea

Data e Luogo:



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 53 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_514

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il limite di jerk massimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo indietro selezionato.
5. La locomotiva è pronta per la trazione.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Impostare la richiesta di trazione massima.</li><li>2. Raggiungere minimo i 50 km/h</li><li>3. Impostare la richiesta di trazione su zero.</li></ol>	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO

Risultati Attesi:

Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

**Commenti:**

Questa prova verrà eseguita in linea

**Data e Luogo:**



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 54 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_75

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Sistema collegato a 3000V.
2. Il convertitore boost è attivato.
3. La locomotiva è pronta per la trazione

Procedura di Prova	Risultato
Impostare la fonte di alimentazione al di sopra di 3200V. Impostare i punti PT1, PT5 e PT6.	
<u>Risultati Attesi:</u> Verificare che lo sforzo di trazione raggiunga il massimo entro una tolleranza del 3%.	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<u>Variabili da registrare:</u> V1-CCU V3-EFFORT	
<u>Commenti:</u> Nel grafico si visualizzano le curve di trazione a 3200V. Trazione disponibile, trazione ordinata e trazione applicata per richiesta massima di trazione.	
<u>Data e Luogo:</u>	

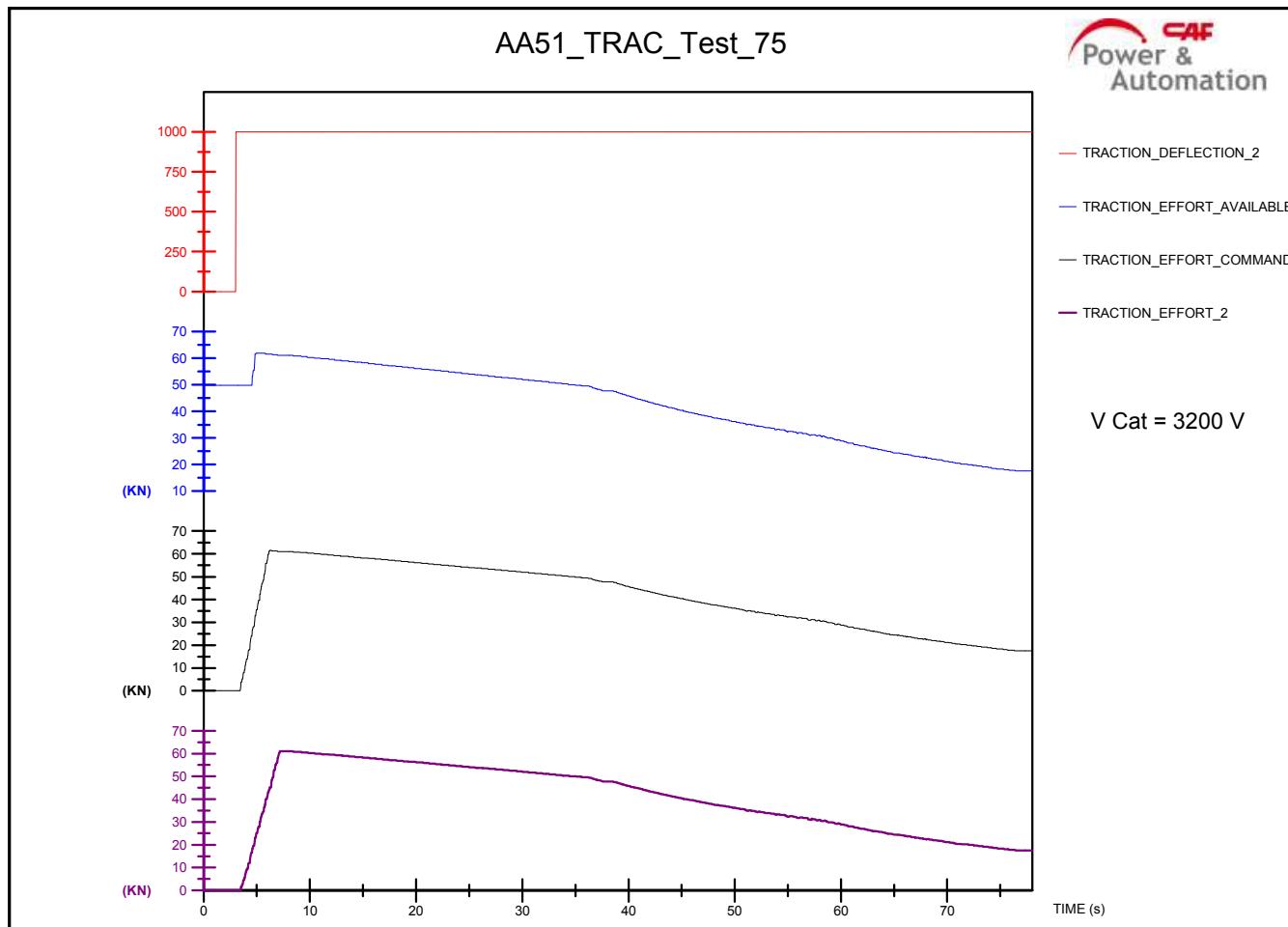
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 55 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 56 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_545

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Sistema collegato a 3000V.
2. Il convertitore boost è attivato.
3. La locomotiva è pronta per la trazione

Procedura di Prova	Risultato
Effettuare un ciclo da velocità zero al punto di funzionamento di velocità massima e poi tornare a zero.	
<u>Risultati Attesi:</u>  La corrente seguente verrà commutata senza danni ai componenti. Corrente in uscita della fase U: 150A. Corrente in uscita della fase V: 150A. Corrente DC/DC: 80A.	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
Lo scopo è quello di testare la protezione, quindi la stessa viene impostata su un valore raggiungibile durante il normale funzionamento.	
<u>Variabili da registrare:</u>  V1-CCU V3-EFFORT	

**Commenti:**

Le protezioni contro le sovraccorrenti vengono verificate nelle prove AA51\_TRAC\_Test\_582, AA51\_TRAC\_Test\_584, e AA51\_TRAC\_Test\_607. Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

**Data e Luogo:**



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 57 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_76

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Sistema collegato a 3000V.
2. Il convertitore boost è attivato.
3. La locomotiva è pronta per la trazione

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Impostare la fonte di alimentazione sul massimo. Impostare i punti di funzionamento PT1, PT5 e PT6.	
<b>Risultati Attesi:</b> Verificare che lo sforzo di trazione raggiunga il massimo entro una tolleranza del 3%.	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<b>Variabili da registrare:</b> V1-CCU V3-EFFORT	
<b>Commenti:</b> <b>Data e Luogo:</b> Nel grafico si visualizzano le curve di trazione a 3900V. Trazione disponibile, trazione ordinata e trazione applicata per richiesta massima di trazione.	

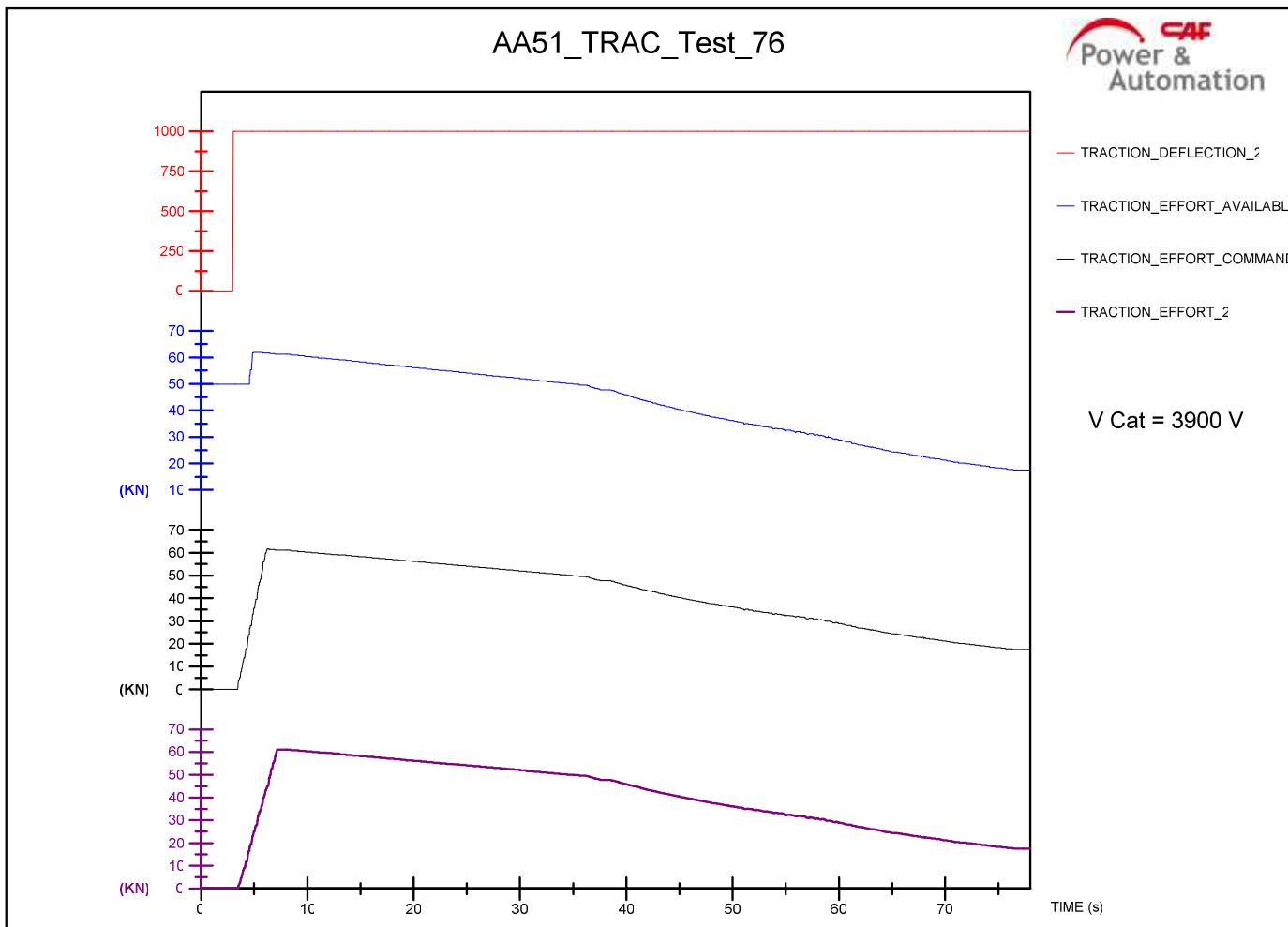
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 58 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 59 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_79

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Sistema collegato a 3000V.
2. Il convertitore boost è attivato.
3. La locomotiva è pronta per la trazione

Procedura di Prova	Risultato
Impostare la fonte di alimentazione al di sopra di 3200V. Impostare i punti di funzionamento PT1, PT5 e PT6.	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO

Risultati Attesi:

Verificare che lo sforzo di trazione raggiunga lo sforzo nominale entro una tolleranza del 3%.

Verrà svolta durante una prova di riscaldamento di minimo 20 ore consecutive o 10.000km.

Variabili da registrare:

V1-CCU  
V3-EFFORT  
V4-PW  
V5-TEMP

**Commenti:** In base alle prove di trazione a 3000 V (AA51\_TRAC\_Test\_509) e 3200 V (AA51\_TRAC\_Test\_75), gli sforzi con linea aerea di contatto a 3200 V sono esattamente uguali agli sforzi a 3000 V, pertanto si ammette la prova di rodaggio a 3000V come test di validazione per questa prova.

Data e Luogo:



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 60 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_544

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Sistema collegato a 3000V.
2. Il convertitore boost è attivato.
3. La locomotiva è pronta per la trazione
4. I sistemi di raffreddamento e ventilazione sono accesi.

#### Procedura di Prova

Impostare il punto di funzionamento PT1.

Mantenere il convertitore su questo punto di funzionamento finché l'aumento di temperatura in tutti i componenti non sia inferiore a 1°C in 30 minuti.

#### Risultato

#### Risultati Attesi:

Questa prova viene considerata superata positivamente quando l'aumento della temperatura di tutti i componenti è uguale a o inferiore a:

Induttanza L1: 180°

Induttanza L2/L3: 180°

DCDC: 85°

Inverter: 85°

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V5-TEMP

**Commenti:** Si veda prova AA51\_TRAC\_Test\_408

**Data e Luogo:**



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 61 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_255

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Sistema collegato a 3000V.
2. Il convertitore boost è attivato.
3. La locomotiva è pronta per la trazione

Procedura di Prova	Risultato
Impostare la fonte di alimentazione sul massimo. Impostare i punti di funzionamento PT1, PT5 e PT6.	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO

Risultati Attesi:

Verificare che lo sforzo di trazione raggiunga lo sforzo nominale entro una tolleranza del 3%.

Verrà svolta durante una prova di riscaldamento di minimo 20 ore consecutive o 10.000km.

Variabili da registrare:

V1-CCU  
V3-EFFORT  
V4-PW  
V5-TEMP

**Commenti:** In base alle caratteristiche delle prove di trazione a 3000 V (AA51\_TRAC\_Test\_509) e 3900 V (AA51\_TRAC\_Test\_76), gli sforzi con linea aerea di contatto a 3900 V sono esattamente uguali agli sforzi a 3000 V, pertanto si ammette la prova di rodaggio a 3000V come test di validazione per questa prova.

Data e Luogo:



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 62 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_611

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Motore a freddo.

**Procedura di prova**

La coppia caratteristica deve percorrere tutto il range di velocità in accelerazione.

**Risultato**

**Risultati attesi:**

La coppia non dovrà discostarsi più del 5% dal target o dal valore di riferimento.

OK     KO

**Variabili da registrare:**

V3-EFFORT

V4-PW

V5-TEMP

EXT

**Commenti:**

Nella registrazione si visualizza la curva dello sforzo di trazione applicato da riposo a velocità massima.

**Data e Luogo:**

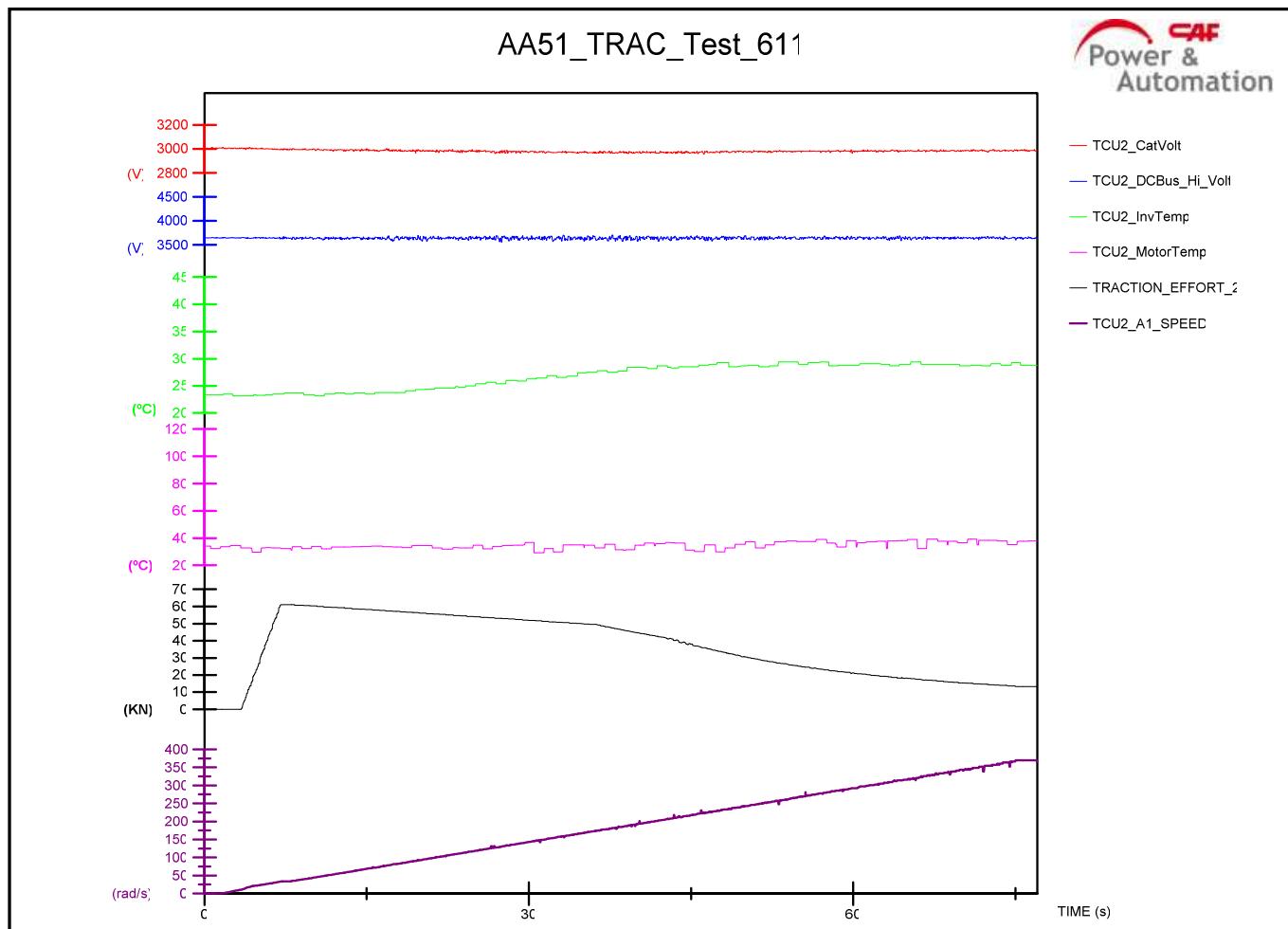
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 63 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 64 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_612

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Motore a caldo

#### Procedura di Prova

La coppia caratteristica deve percorrere tutto il range di velocità in accelerazione.

#### Risultati Attesi:

La coppia non dovrà discostarsi più del 5% dal target o dal valore di riferimento.

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V5-TEMP

EXT

#### Risultato

OK     KO

#### Commenti:

Nella registrazione si visualizza la curva dello sforzo di trazione applicato da riposo a velocità massima

#### Data e Luogo:

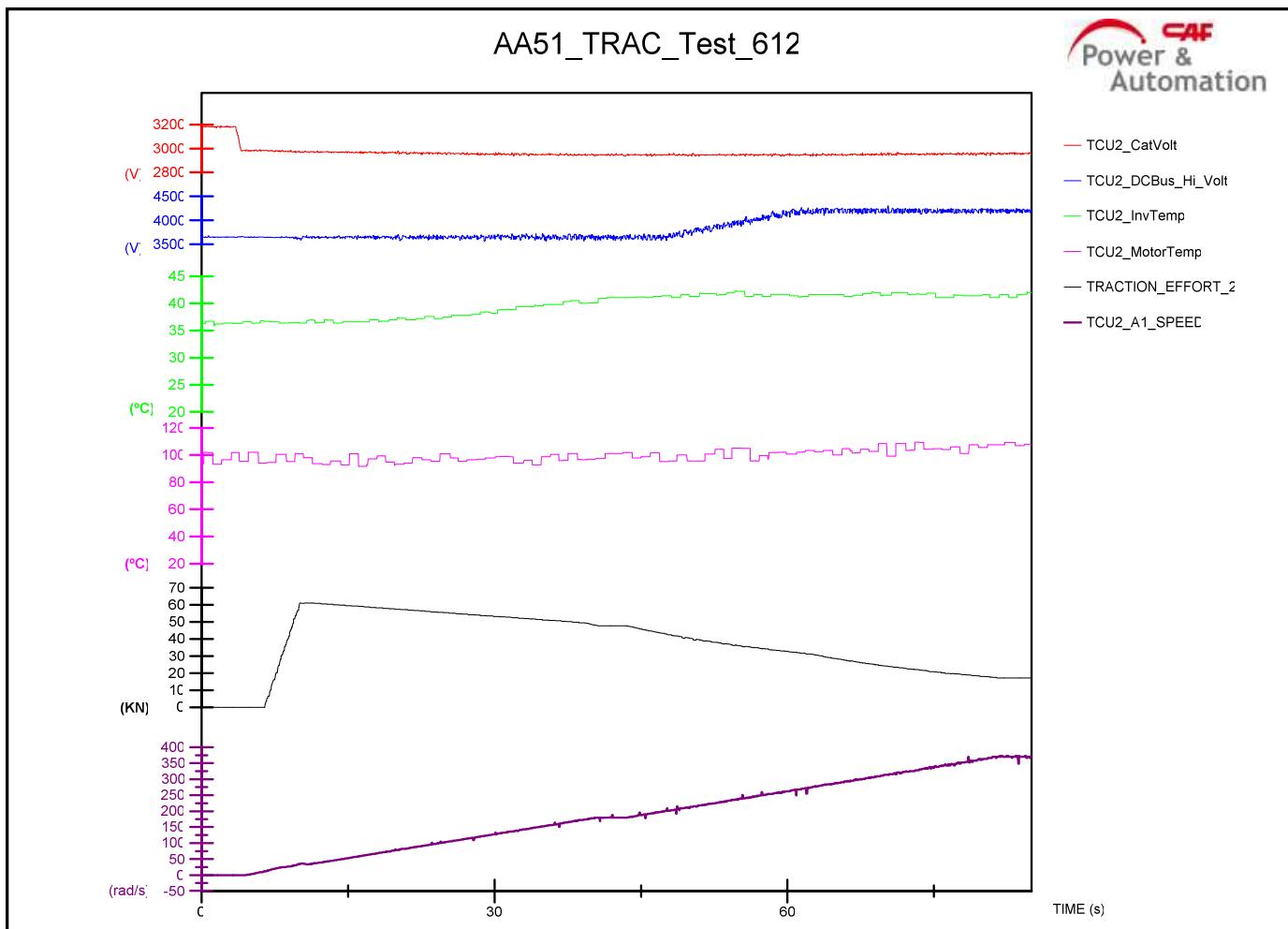
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 65 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 66 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_616

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Sistema collegato alla rete disponibile.
2. Convertitore boost attivato.
3. Locomotiva pronta per la trazione.

Procedura di Prova	Risultato
Impostare il punto di funzionamento PT1. Variare la tensione di linea.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO

**Risultati Attesi:**

Verificare che il sistema di controllo funzioni correttamente e che nessuna protezione sospenda la prova.

La coppia non dovrà discostarsi più del 5% dal target o dal valore di riferimento.

**Variabili da registrare:**

V3-EFFORT

V4-PW

V5-TEMP

EXT

**Commenti:**

Nella prova si inizia con una tensione di linea di 3000 V e poi si riduce la tensione a 2100 V e si aumenta a 3900 V.

Durante la prova non si presenta nessun allarme che impedisca di applicare trazione. Tuttavia, a 2100 V si applica riduzione delle prestazioni per via del derating di tensione, attivo al di sotto dei 2700V.

**Data e Luogo:**

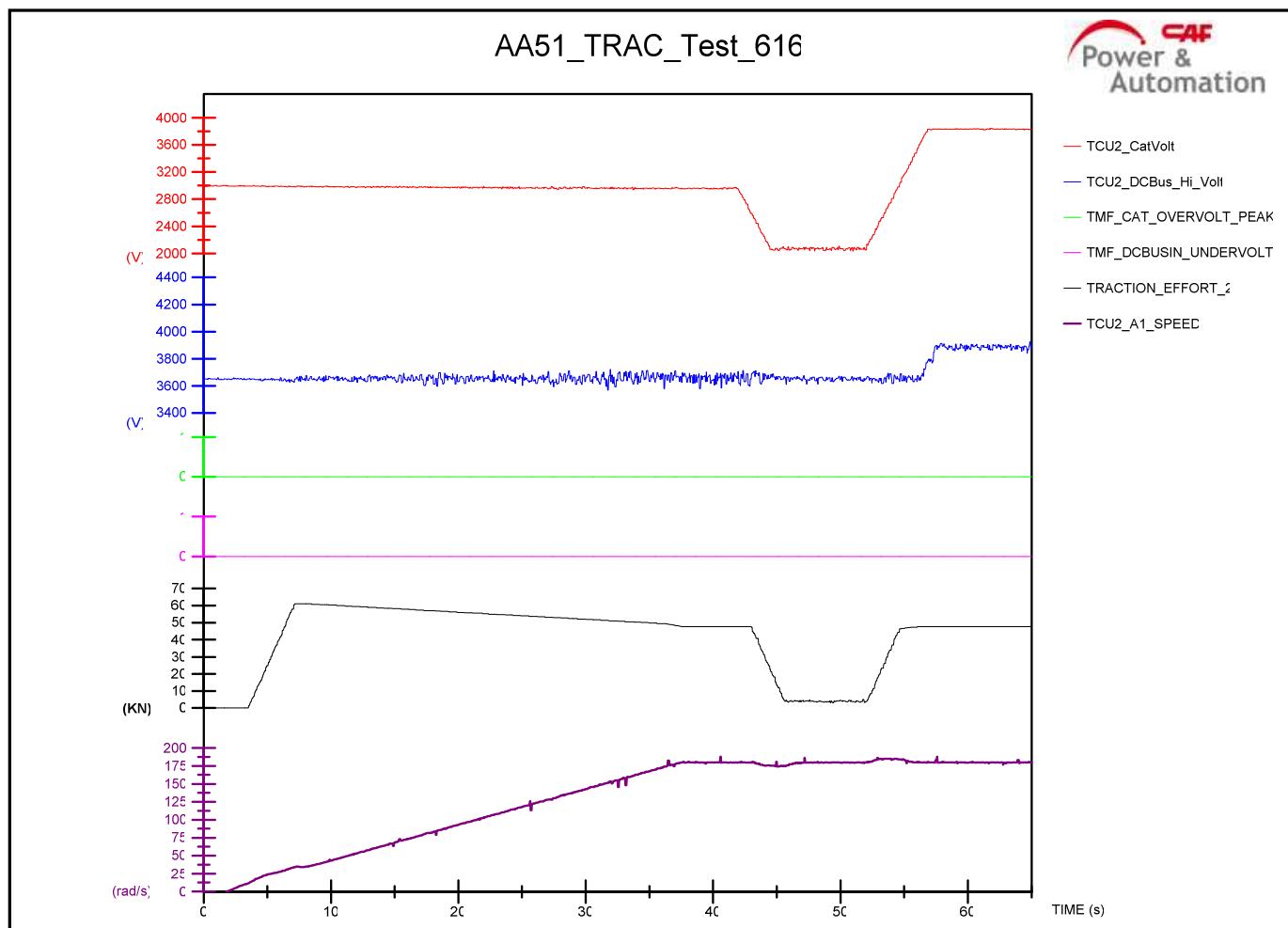
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 67 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 68 di 161

#### 5.1.3 Requisiti del freno elettrodinamico

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_98

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il limite di jerk minimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo avanti selezionato.
5. Dopo una richiesta di trazione raggiungere almeno una velocità superiore alla disattivazione del fade.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Impostare la richiesta di frenatura massima. Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.	
<u>Risultati Attesi:</u> Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<u>Variabili da registrare:</u> V3-EFFORT	
<b>Commenti:</b> Questa prova verrà eseguita in linea	
<b>Data e Luogo:</b>	



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 69 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_515

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il limite di jerk massimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo avanti selezionato.
5. Dopo una richiesta di trazione raggiungere almeno una velocità superiore alla disattivazione del fade.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Impostare la richiesta di frenatura massima. Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.	
<u>Risultati Attesi:</u> Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<u>Variabili da registrare:</u> V3-EFFORT	
<u>Commenti:</u> Questa prova verrà eseguita in linea	
<u>Data e Luogo:</u>	



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 70 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_99

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il limite di jerk minimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo indietro selezionato.
5. Dopo una richiesta di trazione raggiungere almeno una velocità superiore alla disattivazione del fade.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Impostare la richiesta di frenatura massima. Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.	
<u>Risultati Attesi:</u> Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<u>Variabili da registrare:</u> V3-EFFORT	
<u>Commenti:</u> Questa prova verrà eseguita in linea	

**Data e Luogo:**



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 71 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_516

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il limite di jerk massimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo indietro selezionato.
5. Dopo una richiesta di trazione raggiungere almeno una velocità superiore alla disattivazione del fade.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Impostare la richiesta di frenatura massima. Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.	
<u>Risultati Attesi:</u> Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<u>Variabili da registrare:</u> V3-EFFORT	
<u>Commenti:</u> Questa prova verrà eseguita in linea	
<u>Data e Luogo:</u>	



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 72 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_517

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il limite di jerk minimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo avanti selezionato.
5. Dopo una richiesta di trazione raggiungere almeno una velocità superiore alla disattivazione del fade.
6. Impostare la richiesta di frenatura massima.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Impostare la modalità neutro prima di raggiungere la velocità di attivazione del fade. Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<b>Risultati Attesi:</b> Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.	
<b>Variabili da registrare:</b> V3-EFFORT	
<b>Commenti:</b> Questa prova verrà eseguita in linea	
<b>Data e Luogo:</b>	



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 73 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_518

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il limite di jerk massimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo avanti selezionato.
5. Dopo una richiesta di trazione raggiungere almeno una velocità superiore alla disattivazione del fade.
6. Impostare la richiesta di frenatura massima.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Impostare la modalità neutro prima di raggiungere la velocità di attivazione del fade. Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<b>Risultati Attesi:</b> Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.	
<b>Variabili da registrare:</b> V3-EFFORT	
<b>Commenti:</b> Questa prova verrà eseguita in linea	
<b>Data e Luogo:</b>	



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 74 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_519

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il limite di jerk minimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo indietro selezionato.
5. Dopo una richiesta di trazione raggiungere almeno una velocità superiore alla disattivazione del fade.
6. Impostare la richiesta di frenatura massima.

**Procedura di Prova**

Impostare la modalità neutro prima di raggiungere la velocità di attivazione del fade.

Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.

**Risultato**

OK     KO

Risultati Attesi:

Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

Commenti:

Questa prova verrà eseguita in linea

Data e Luogo:



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 75 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_520

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Caricare il software con il limite di jerk massimo.
2. Sistema collegato alla rete disponibile.
3. Il convertitore boost è attivato.
4. Modo indietro selezionato.
5. Dopo una richiesta di trazione raggiungere almeno una velocità superiore alla disattivazione del fade.
6. Impostare la richiesta di frenatura massima.

<b>Procedura di Prova</b>	<b>Risultato</b>
Impostare la modalità neutro prima di raggiungere la velocità di attivazione del fade. Tener presente che si dovrà normalizzare il software con detto parametro sul suo valore prefissato.	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<b>Risultati Attesi:</b> Verificare che il jerk della rampa non superi il limite. Il jerk verrà calcolato dai registri e Diadem.	
<b>Variabili da registrare:</b> V3-EFFORT	
<b>Commenti:</b> Questa prova verrà eseguita in linea	
<b>Data e Luogo:</b>	



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 76 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_102

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Sistema collegato a 3000V.
2. Il convertitore boost è attivato.
3. La locomotiva è pronta per la frenatura quindi viene raggiunta una certa velocità in funzione dei punti di funzionamento definiti.

Procedura di Prova	Risultato
Impostare la fonte di alimentazione su 3.9KV + - Percentage_tolerance Impostare i punti di funzionamento definiti PF1, PF5 e PF6.	
<u>Risultati Attesi:</u> Verificare che lo sforzo di frenatura raggiunga il massimo entro una tolleranza del 3%.	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<u>Variabili da registrare:</u> V1-CCU V3-EFFORT V4-PW	

**Commenti:**

Gli sforzi applicati rientrano nel range e sono simili a quelli applicati nelle prove AA51\_TRAC\_Test\_613 o AA51\_TRAC\_Test\_614, che caratterizzano la frenatura. Per arrivare al punto PF6, si applica una richiesta inferiore di sforzo (94,4%) per simulare un diametro minimo di ruota.

**Data e Luogo:**

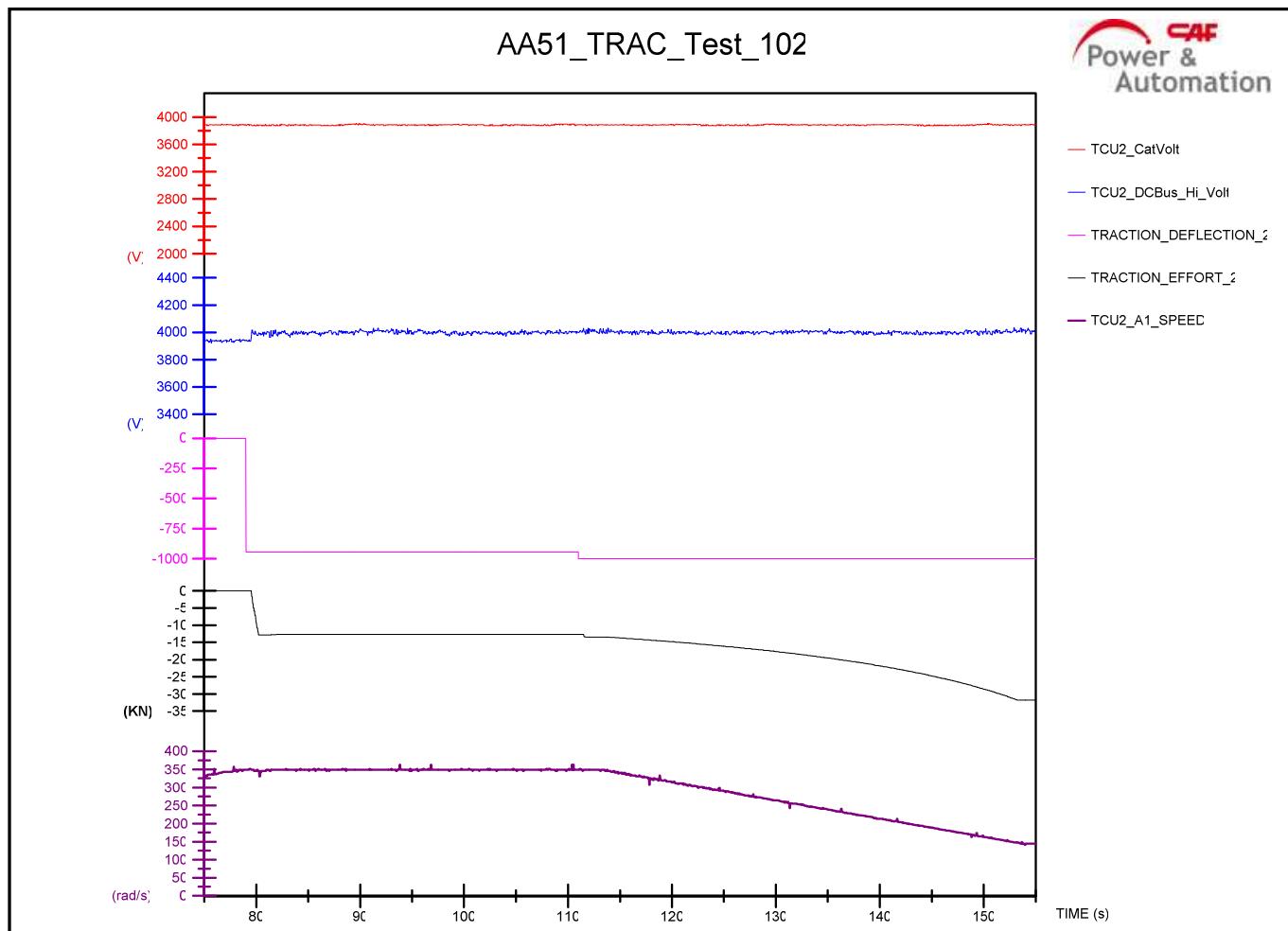
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 77 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 78 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_104

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

3000V.

2. Il convertitore boost è attivato.

3. La locomotiva è pronta per la frenatura quindi viene raggiunta una certa velocità in funzione dei punti di funzionamento definiti.

#### Procedura di Prova

Impostare la fonte di alimentazione su 3.9KV + - Percentage\_tolerance

Impostare i punti di funzionamento definiti PF1, PF5 e PF6.

#### Risultato

#### Risultati Attesi:

Verificare che lo sforzo di frenatura raggiunga lo sforzo nominale entro una tolleranza del 3%.

OK     KO

#### Variabili da registrare:

V1-CCU

V3-EFFORT

V4-PW

#### Commenti:

Prova simile alla AA51\_TRAC\_Test\_102.

#### Data e Luogo:



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 79 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_613

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Motore a freddo.

#### Procedura di Prova

La coppia caratteristica deve percorrere tutto il range di velocità in frenatura.

#### Risultati Attesi:

La coppia non dovrà discostarsi più del 5% dal target o dal valore di riferimento.

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V5-TEMP

EXT

#### Risultato

OK     KO

#### Commenti:

Nella registrazione si visualizza la curva dello sforzo di frenatura elettrica applicato da velocità massima fino ad una velocità inferiore al fading.

#### Data e Luogo:

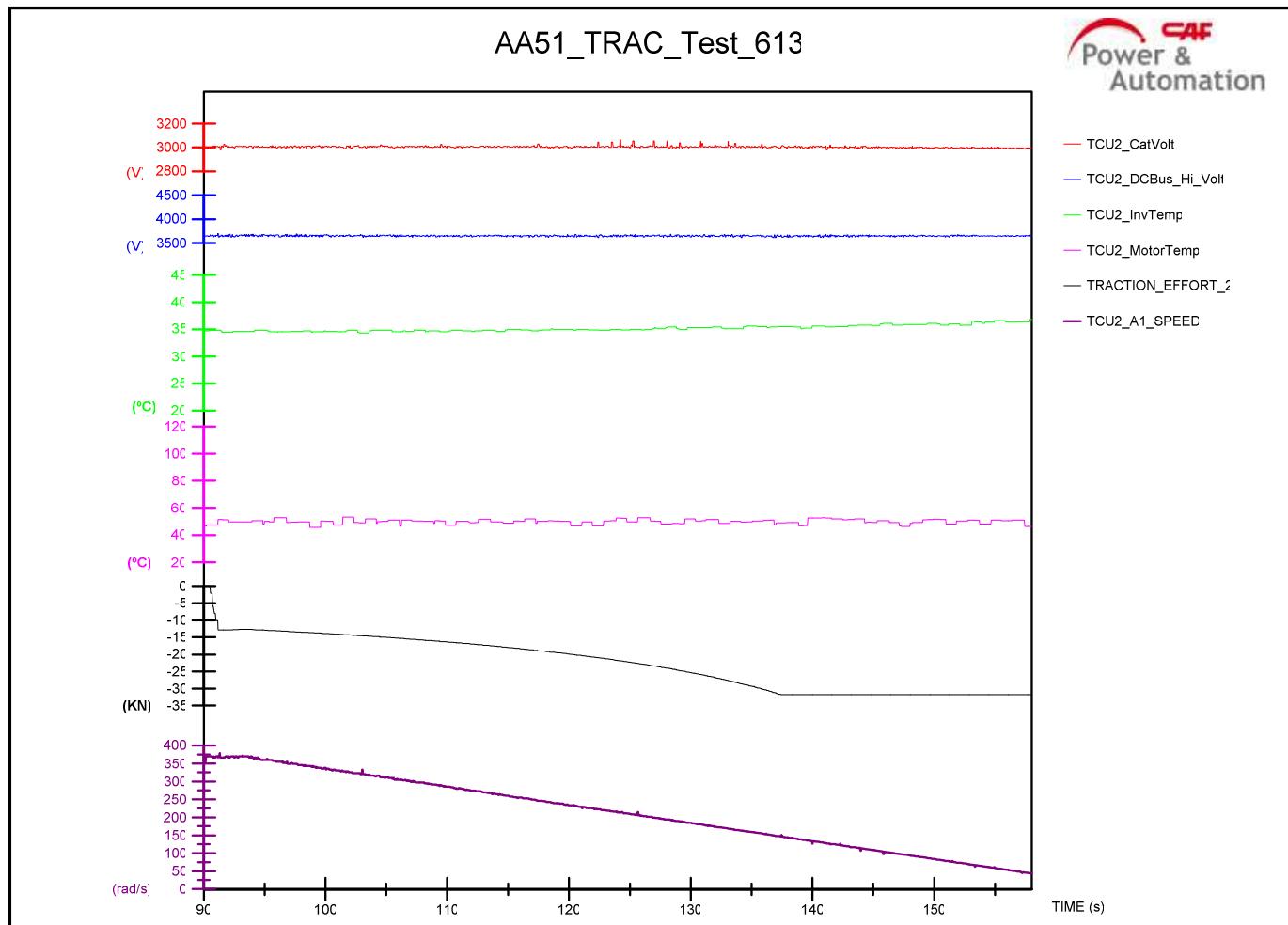
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 80 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 81 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_614

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Motore a caldo

#### Procedura di Prova

La coppia caratteristica deve percorrere tutto il range di velocità in frenatura.

#### Risultato

#### Risultati Attesi:

La coppia non dovrà discostarsi più del 5% dal target o dal valore di riferimento.

OK     KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V5-TEMP

EXT

#### Commenti:

Nella registrazione si visualizza la curva dello sforzo di frenatura elettrica applicato da velocità massima fino ad una velocità inferiore al fading

#### Data e Luogo:

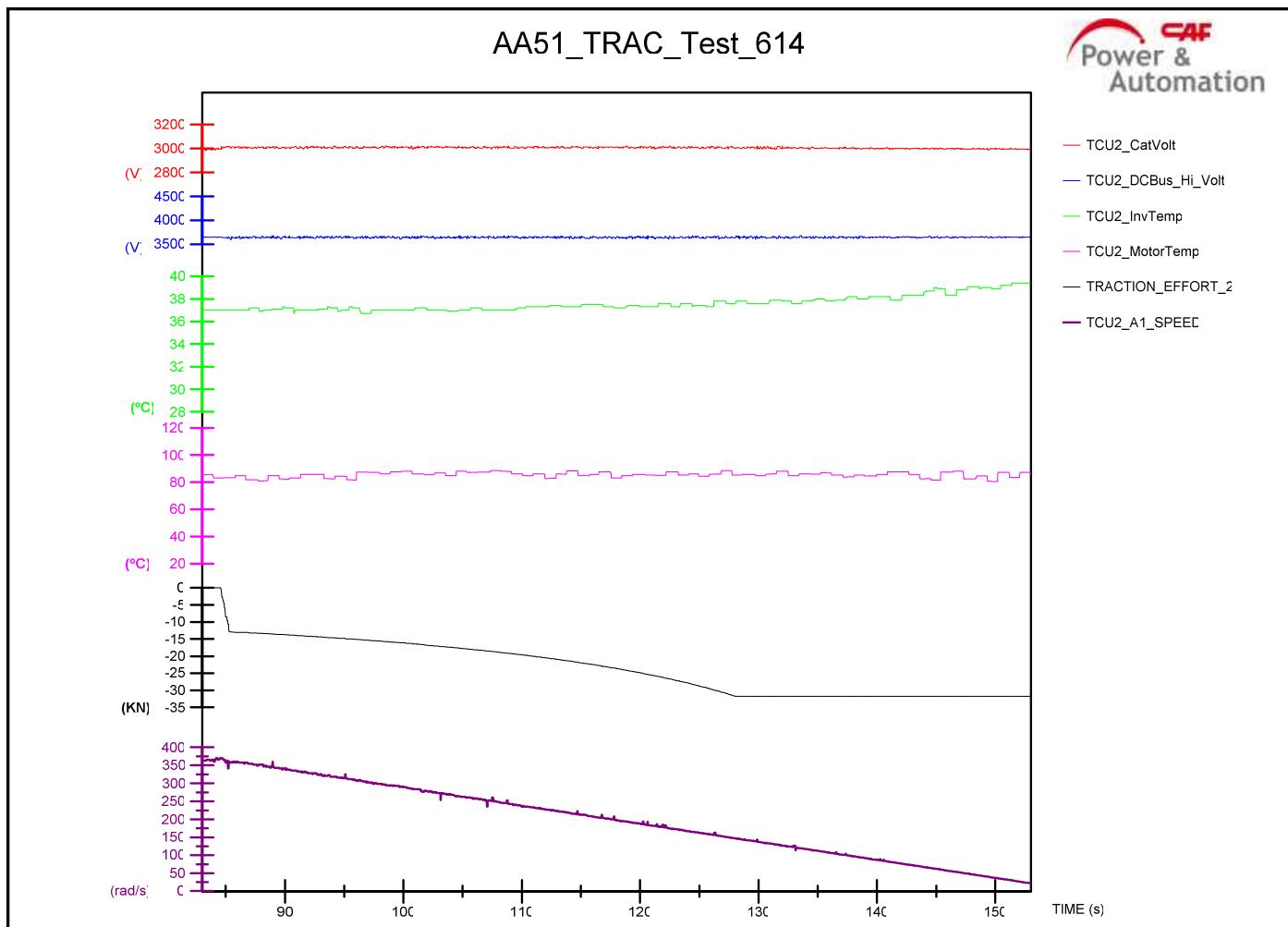
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 82 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 83 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_617

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

1. Sistema collegato alla rete disponibile.
2. Convertitore boost attivato.
3. Locomotiva pronta per la trazione.

Procedura di Prova	Risultato
Impostare il punto di funzionamento PF1. Variare la tensione di linea.	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO

Risultati Attesi:

Verificare che il sistema di controllo funzioni correttamente e che nessuna protezione sospenda la prova.  
La coppia non dovrà discostarsi più del 5% dal target o dal valore di riferimento.

Variabili da registrare:

V3-EFFORT  
V4-PW  
V5-TEMP  
EXT

**Commenti:**

Nel grafico si visualizza lo sforzo applicato in base alla tensione della linea aerea di contatto programmata caso per caso. Non si presenta nessun allarme per sovratensioni o sottotensioni che impedisca di applicare gli sforzi elettrici.

Quando la tensione della linea aerea di contatto è molto bassa (al di sotto dei 2700V), si applica una riduzione lineare nello sforzo elettrico applicato.

Data e Luogo:

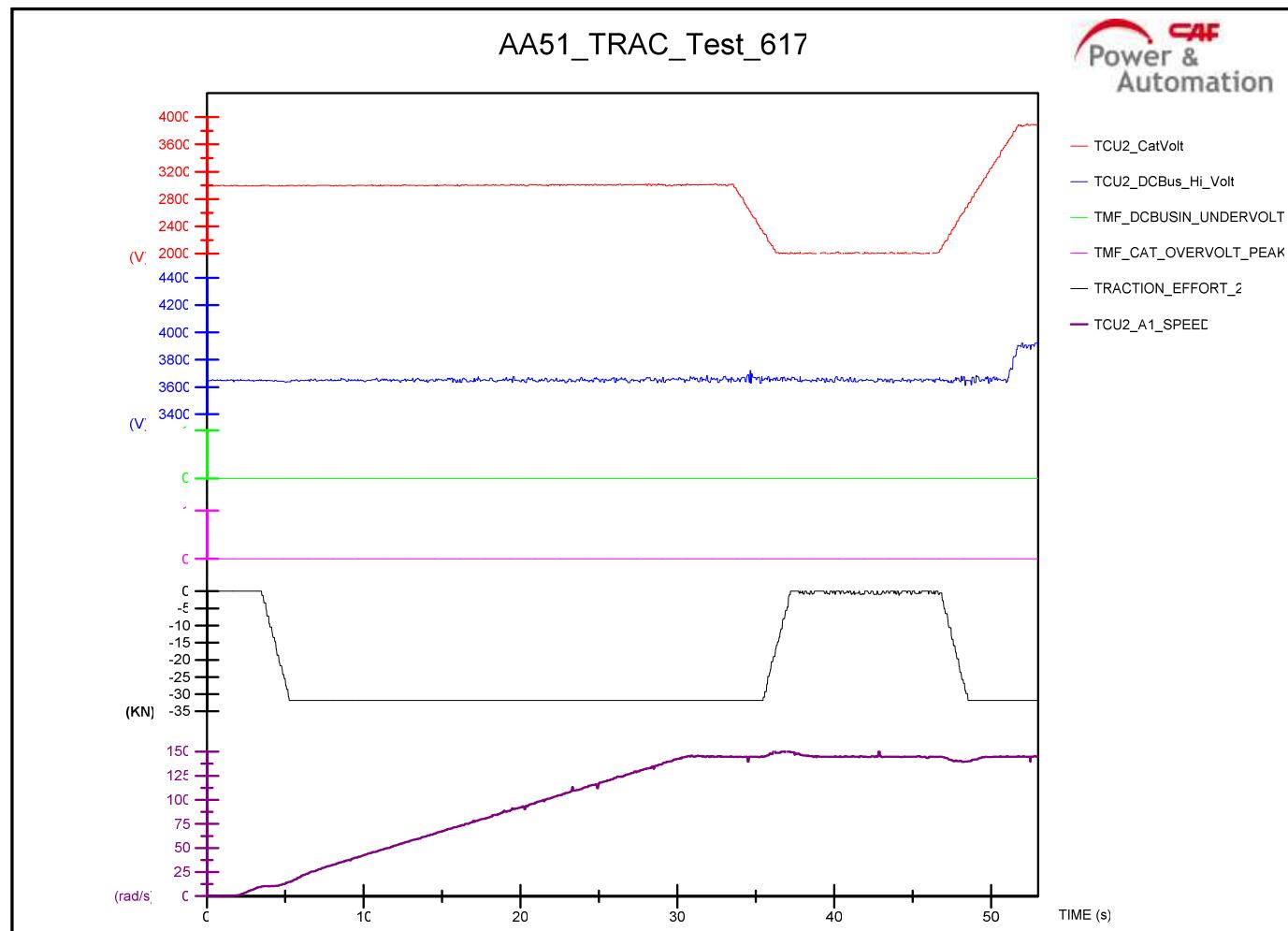
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 84 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 85 di 161

## 5.2. Requisiti Non-Funzionali

### 5.2.1 Requisiti di sicurezza elettrica

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_437

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonc a 3000 V collegata al sistema.

#### Procedura di Prova

Viene seguita la seguente sequenza:

1. Regolare l'alimentazione e caricare il DC-Link a 4200Vdc
2. Ordinare una sequenza di scarica del bus.

#### Risultati Attesi:

La tensione del condensatore deve essere scaricata da 4200V<sub>dc</sub> a 50V in meno di 6 secondi

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V4-PW

#### Commenti:

La tensione di bus scende da 4200V a meno di 50V in 3 secondi circa.

#### Data e Luogo:

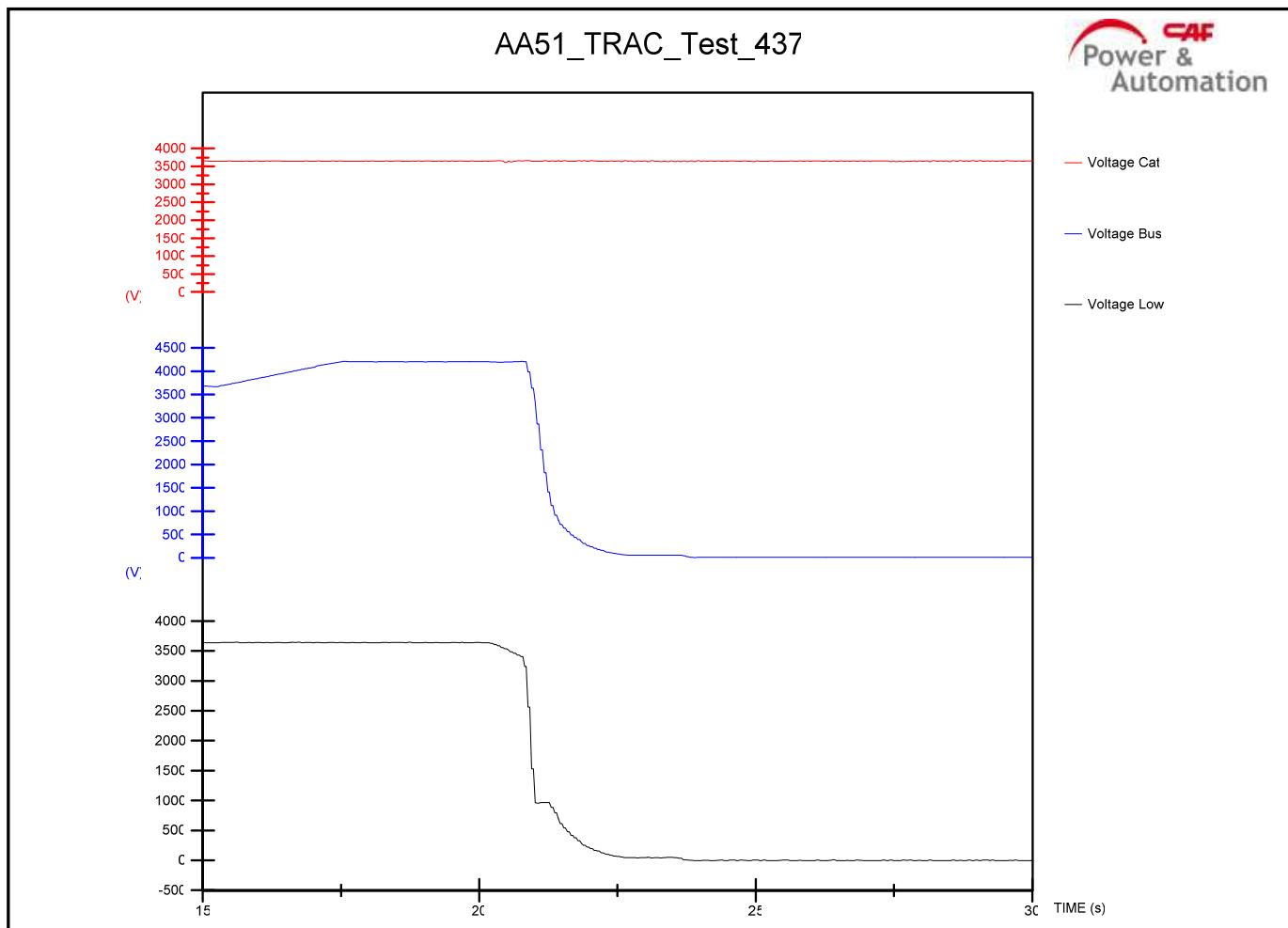
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 86 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 87 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_543

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Fonte di alimentazione a 3000 V collegata al sistema.

#### Procedura di Prova

Viene seguita la seguente sequenza:

1. Scollegare il reostato di frenatura.
2. Regolare l'alimentazione e caricare il DC-Link a 4200V<sub>dc</sub>
3. Ordinare una sequenza di scarica del bus.

#### Risultato

OK  KO

#### Risultati Attesi:

La tensione del condensatore deve essere scaricata da 3600V<sub>dc</sub> a 60V in meno di 10 minuti

#### Variabili da registrare:

V4-PW

#### Commenti:

La tensione del condensatore scende da 3600 V a 60 V in 270 secondi circa (meno di 5 minuti).

#### Data e Luogo:

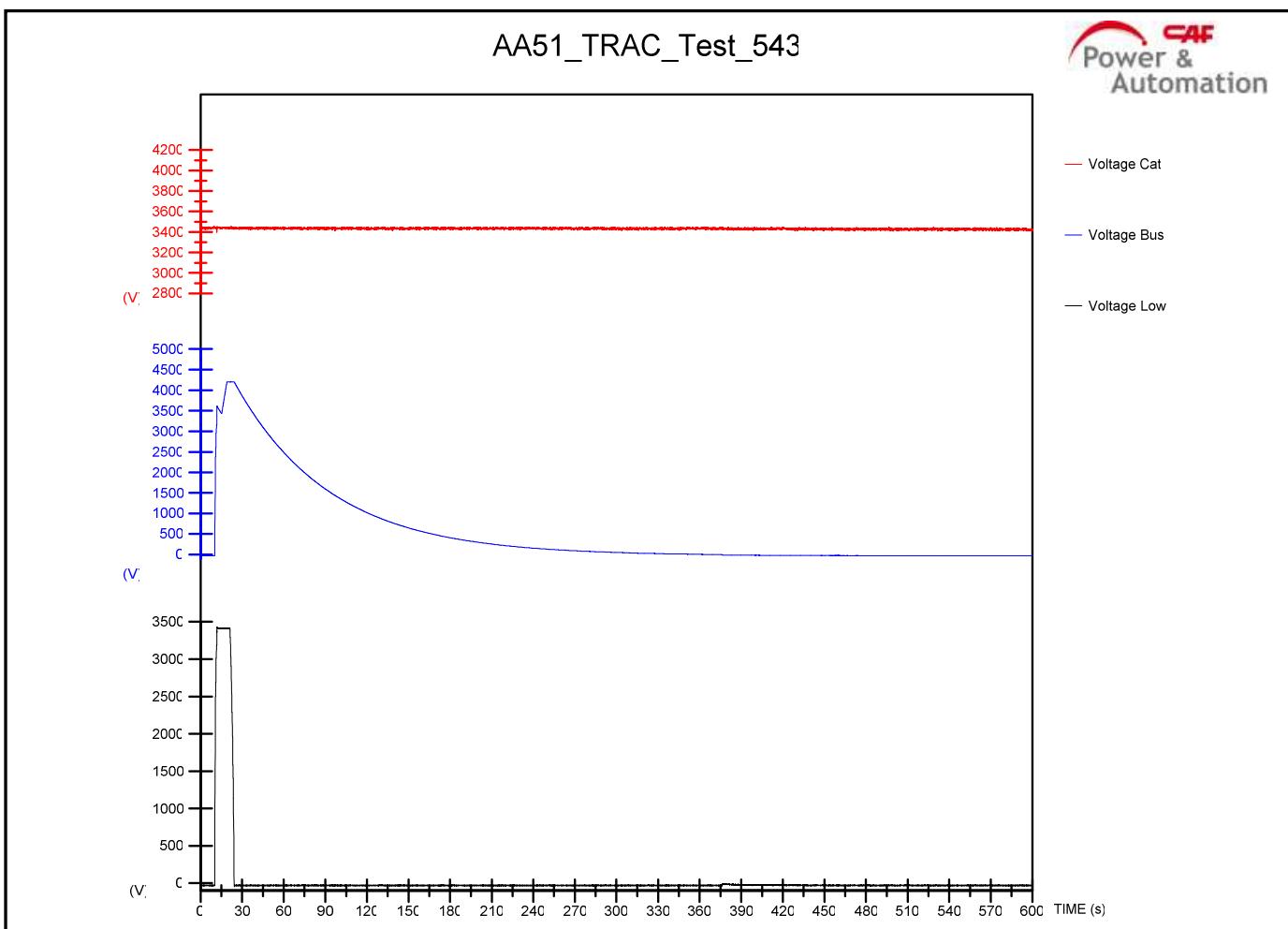
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 88 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 89 di 161

Identificatore del Caso di Prova: AA51\_TRAC\_Test\_615

Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:

Procedura di Prova	Risultato
<p>Impostare I seguenti punti di funzionamento per i vari livelli di tensione della batteria:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- PT3 - Vbat: 24V</li><li>- PT1 - Vbat: 16.8V</li><li>- PT6 - Vbat: 16.8V</li><li>- PT6 - Vbat: 30V</li><li>- PT1 - Vbat: 30V</li></ul>	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO

Risultati Attesi:

La coppia non dovrà discostarsi più del 5% dal target o dal valore di riferimento.

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V5-TEMP

EXT

Commenti:

Si applicano gli sforzi iniziando da PT3, si continua con PT1 e termina in PT6. In PT1 ed in PT6 si cambia la tensione di alimentazione del rack senza che si presentino variazioni rilevanti nello sforzo applicato dall'apparecchiatura di trazione.

Data e Luogo:

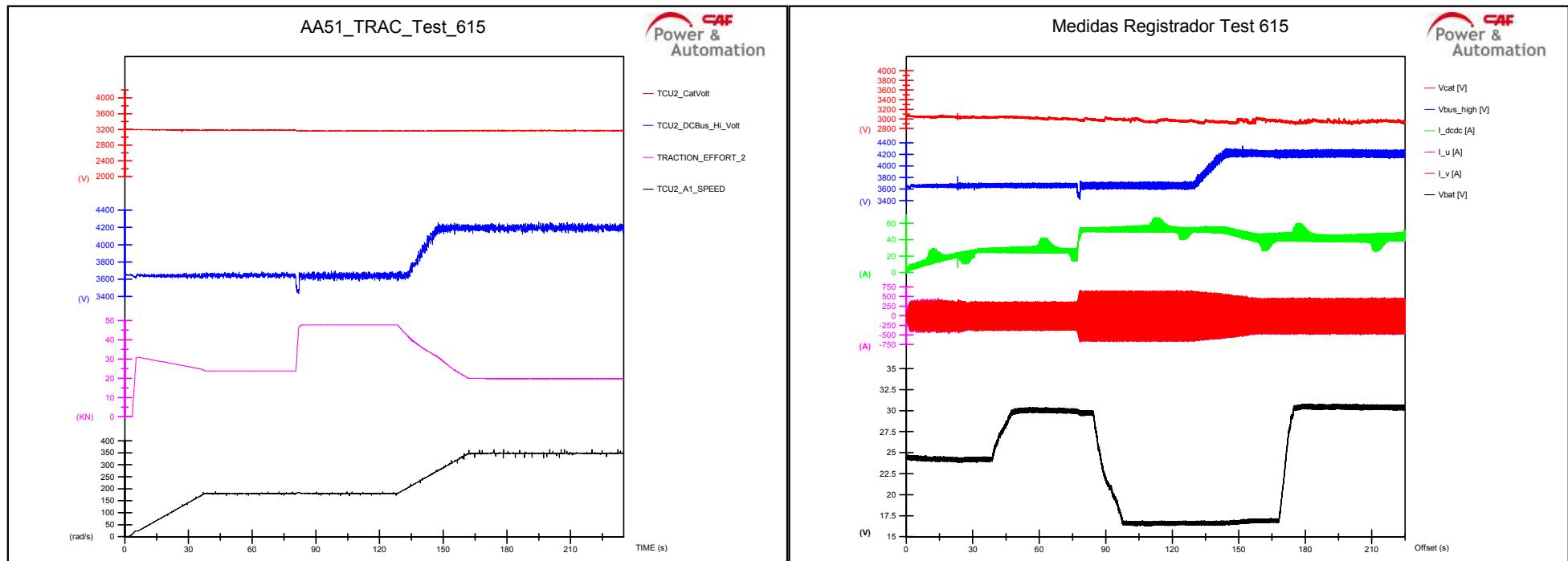
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 90 di 161



### 5.2.2 Requisiti di raffreddamento

Identificatore del Caso di Prova: AA51\_TRAC\_Test\_408



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 91 di 161

#### Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:

Fonte di alimentazione a 3000 V collegata al sistema.

Sistema di raffreddamento acceso.

Sistema di ventilazione acceso.

#### Procedura di Prova

Impostare il seguente punto di funzionamento PT1 finché la temperatura del refrigerante non si stabilizza.  
( $\Delta T < 1^\circ\text{C}$  in 30 minuti).

Si tenga presente che si deve considerare che anche la temperatura ambiente aumenterà.

#### Risultato

#### Risultati Attesi:

Questa prova viene considerata superata positivamente quando tutti i segnali misurati sono entro i range.

Sbalzo di temperatura del refrigerante  $< 6^\circ\text{C}$

Caduta di pressione del circuito  $< 2.5$  bar.

Il livello del refrigerante è superiore al limite visivo minimo.

OK     KO

#### Variabili da registrare:

V5-TEMP

#### Commenti:

Nella registrazione si visualizzano le misurazioni di temperatura dei vari sensori durante il funzionamento dell'apparecchiatura di trazione.

Secondo il grafico, il tempo di stabilizzazione delle temperature è di 90 minuti circa.

#### Data e Luogo:

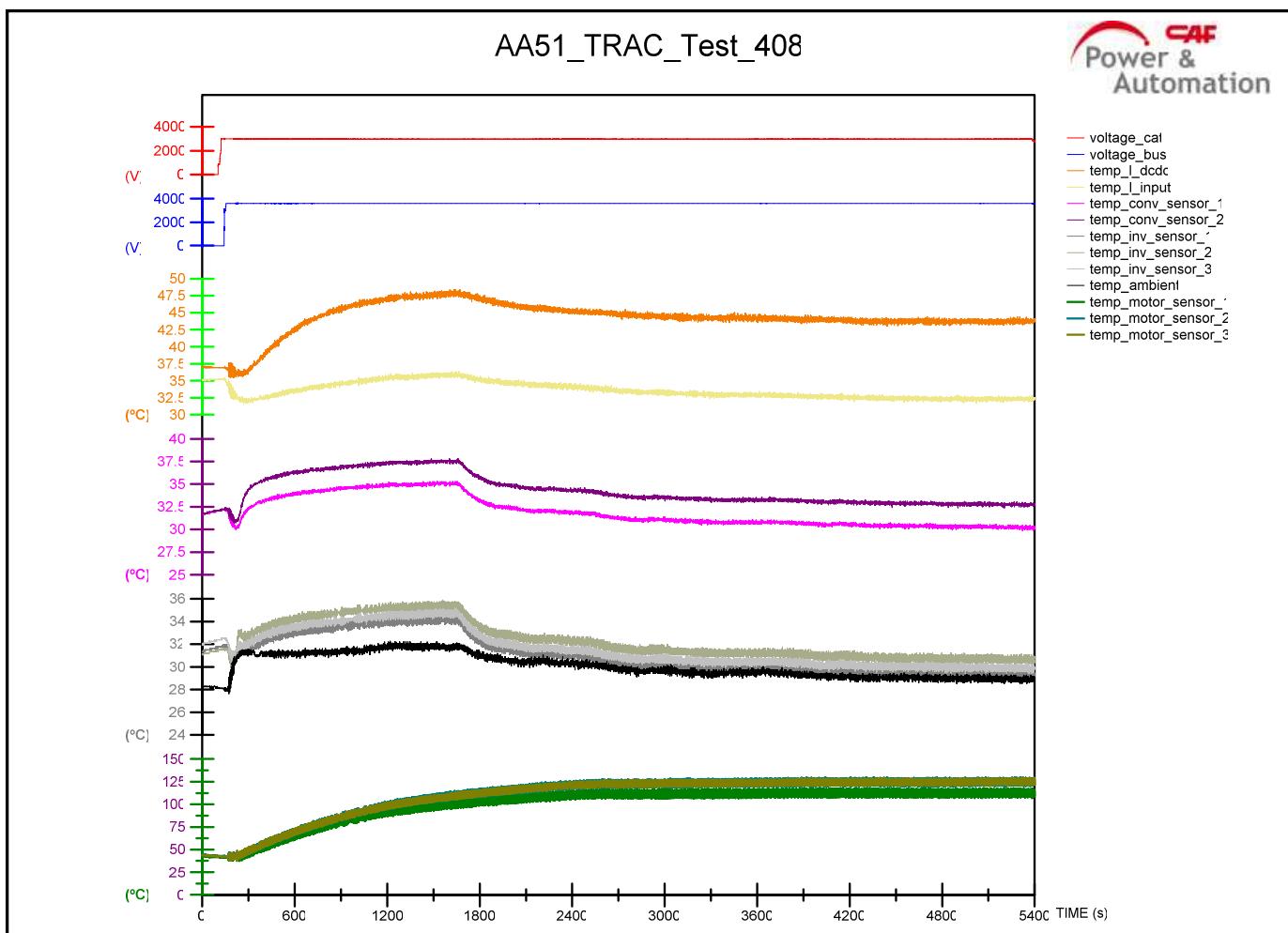
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 92 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 93 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_654

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Alimentazione del ventilatore a 450V e 60Hz o se le condizioni non lo permettono 400V e 60Hz.

#### Procedura di Prova

La temperatura viene misurata in 5 punti diversi:

- Bobina del ventilatore: L1
- Bobina del ventilatore: L2
- Bobina del ventilatore: L3
- cuscinetto NDE (non driving end – lato opposto accoppiamento).
- cuscinetto DE (driving end – lato accoppiamento).

La prova ha una durata tale da stabilizzare la differenza tra le temperature dei sensori delle ventole e dell'ambiente, ma senza superare le 8 ore.

#### Risultato

OK     KO

#### Risultati attesi:

La variazione di temperatura non supera 1°C in 3 minuti.

#### Variabili da registrare:

V5-TEMP

#### Commenti:

Nel grafico si visualizzano le misurazioni di temperatura in gradi centigradi durante un lasso di tempo di 10800 secondi (3 ore), durante prove di rodaggio dei motori.

#### Data e Luogo:

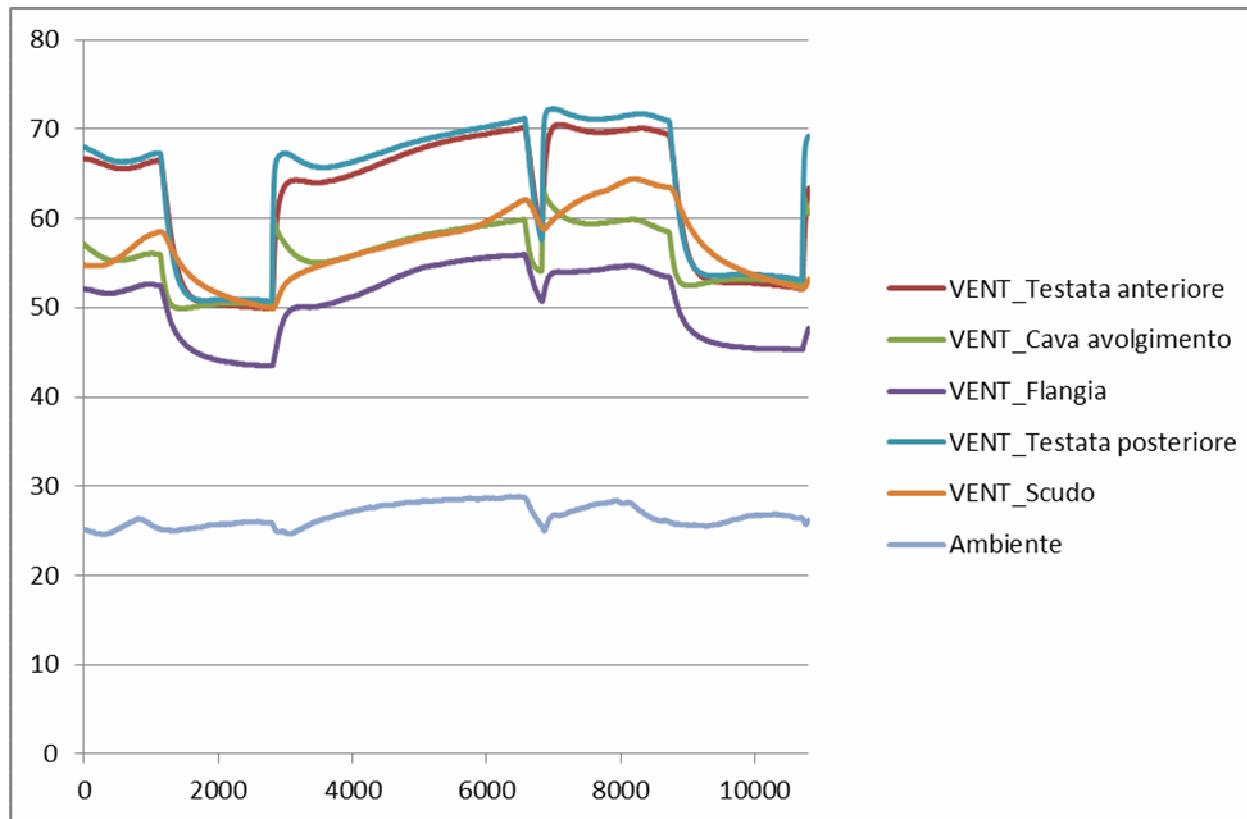
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 94 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 95 di 161

#### 5.2.3 Requisiti delle protezioni

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_146

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il punto di funzionamento PT1

#### Procedura di Prova

Provocare un errore di IGBT dell'inverter via software.

#### Risultati Attesi:

Verificare che la catena di trazione venga isolata aprendo il contattore della catena.

#### Risultato

OK     KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

#### Commenti:

Nel grafico si visualizza l'uscita del inverter dallo stato running ed il suo passaggio a rottura non appena si ha un errore di IGBT inverter. Si visualizzano anche i ritiri di sforzi elettrici disponibile ed applicato.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

#### Data e Luogo:

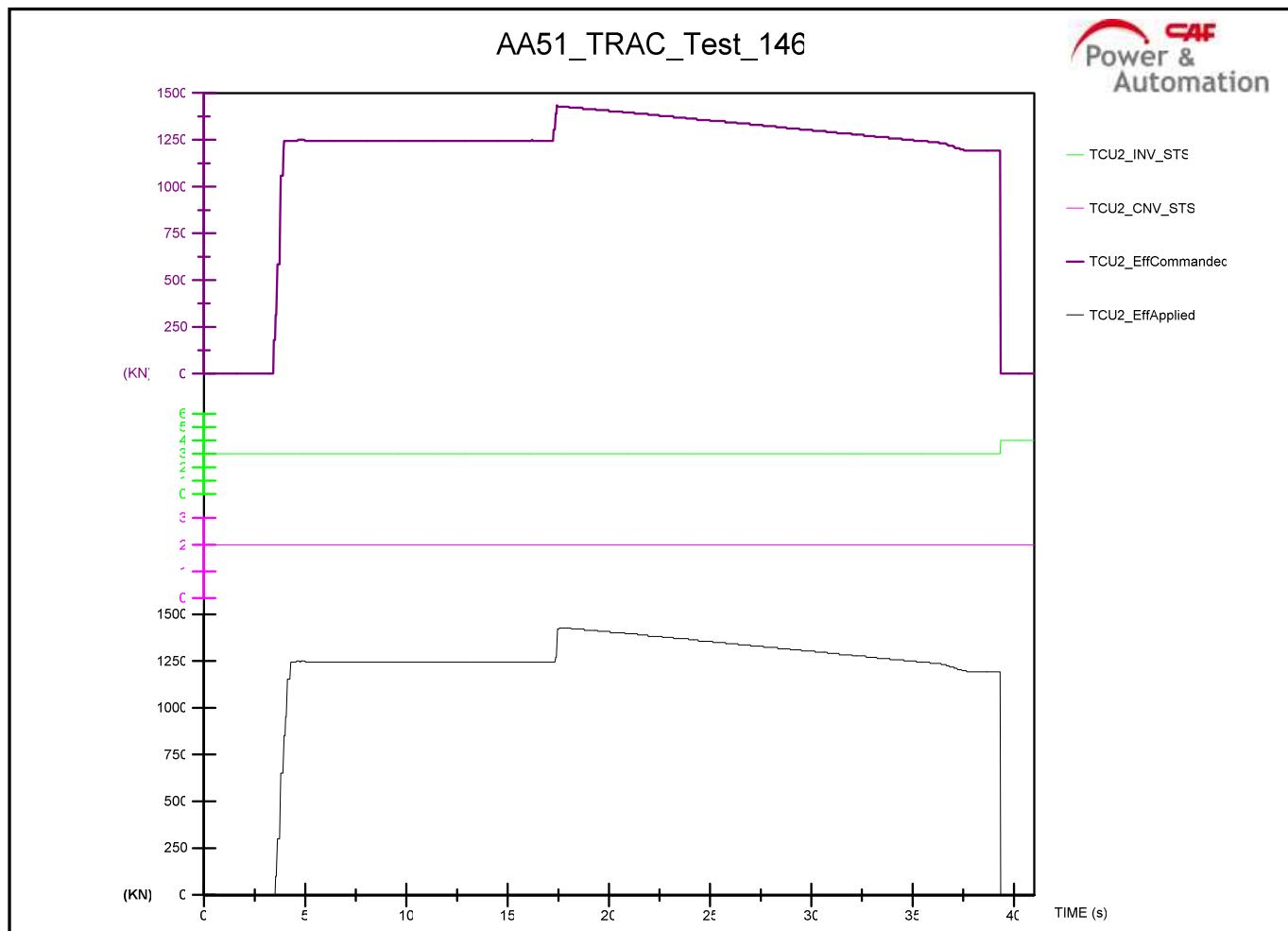
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 96 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 97 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_585

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il punto di funzionamento PT1

**Procedura di Prova**

Provocare un errore di IGBT del DCDC via software.

**Risultato**

**Risultati Attesi:**

Verificare che la catena di trazione venga isolata aprendo il contattore della catena.

OK  KO

**Variabili da registrare:**

V3-EFFORT

**Commenti:**

Quando si provoca l'errore di IGBT nel DCDC, lo stato del convertitore passa ad errore e si smette di applicare sforzo elettrico.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

**Data e Luogo:**

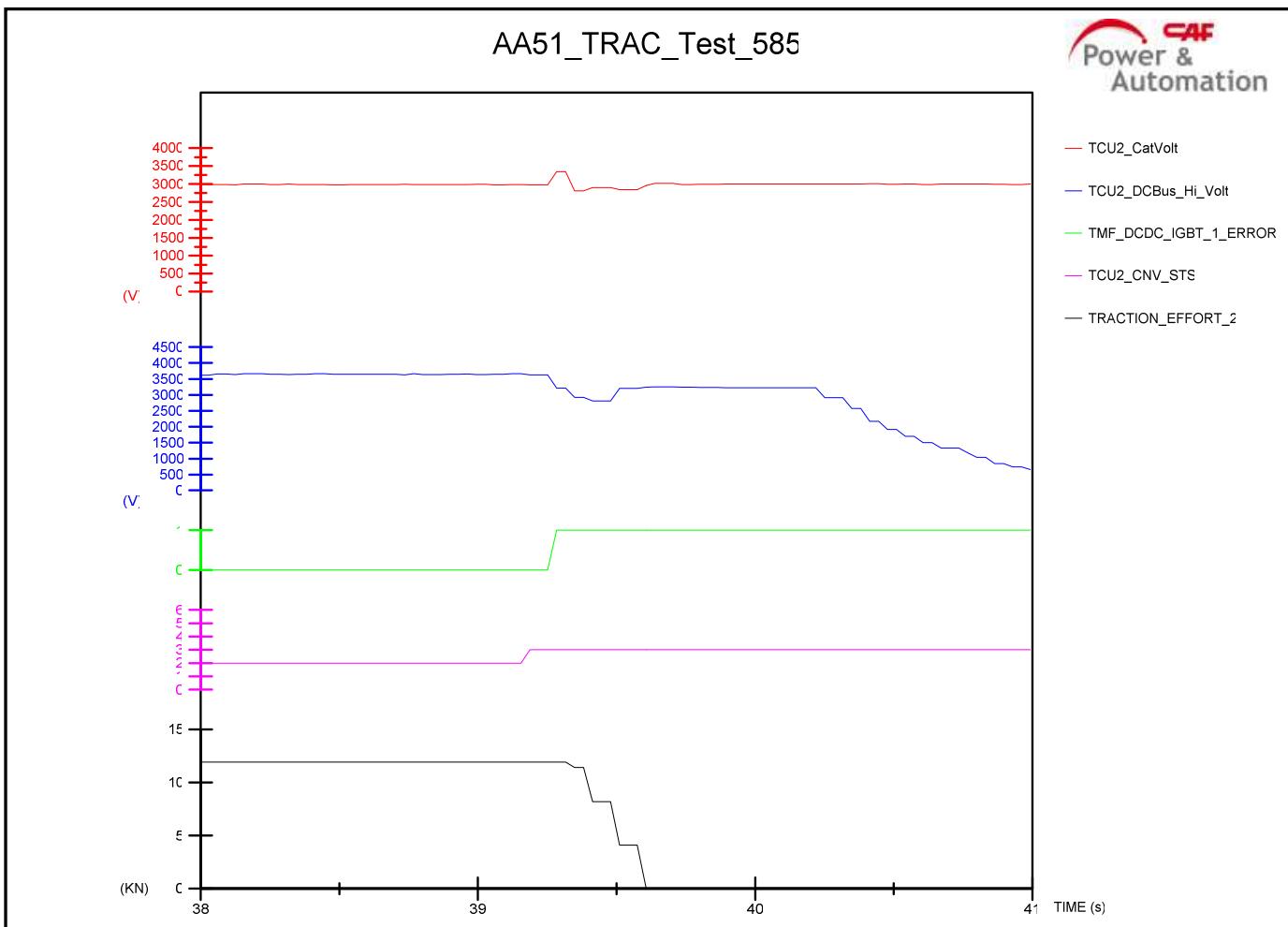
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 98 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 99 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_586

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il punto di funzionamento PT1

**Procedura di Prova**

Provocare un errore di IGBT del chopper di frenatura via software.

Risultati Attesi:

Verificare che la catena di trazione venga isolata aprendo il contattore della catena.

**Risultato**

OK     KO

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

**Commenti:**

Quando si provoca l'errore di IGBT nel chopper di frenatura, lo sforzo disponibile sparisce. Pertanto, anche lo sforzo ordinato si riduce a 0 e non si applica più sforzo elettrico.

**Data e Luogo:**

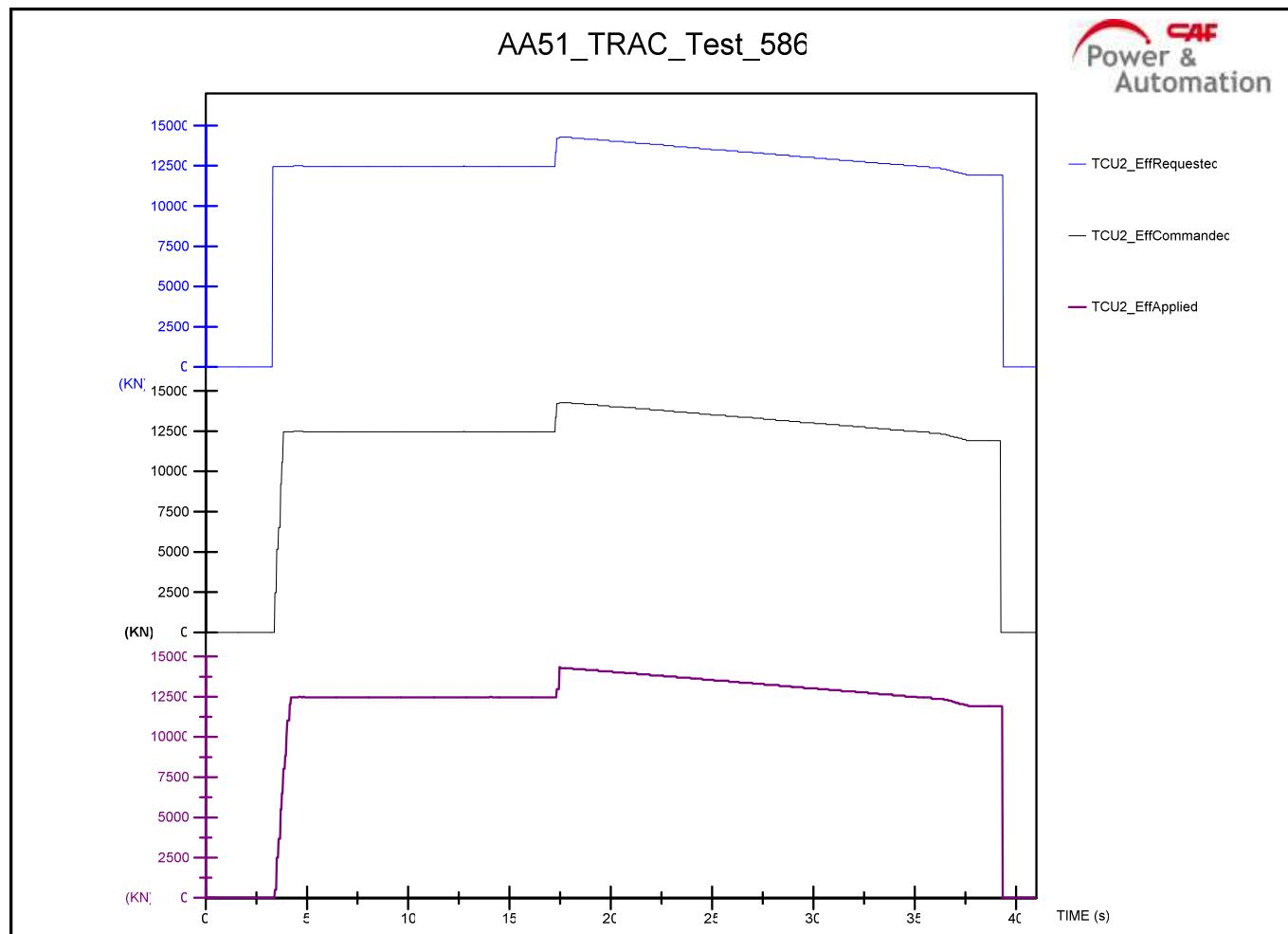
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 100 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 101 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_144

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il punto di funzionamento PT4.

#### Procedura di Prova

Impostare la tensione di ingresso su un valore considerato come sovratensione durante un intervallo di tempo prefissato.

#### Risultato

#### Risultati Attesi:

Verificare che la catena di trazione venga isolata aprendo il contattore della catena.

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Per la prova è stata abbassata la soglia di tensione massima della linea aerea di contatto a 3900V perché la fonte di alimentazione non permette di erogare i 4200V di tensione massima. L'allarme di sovratensione di picco si attiva immediatamente e lo sforzo elettrico si ritira immediatamente.

#### Data e Luogo:

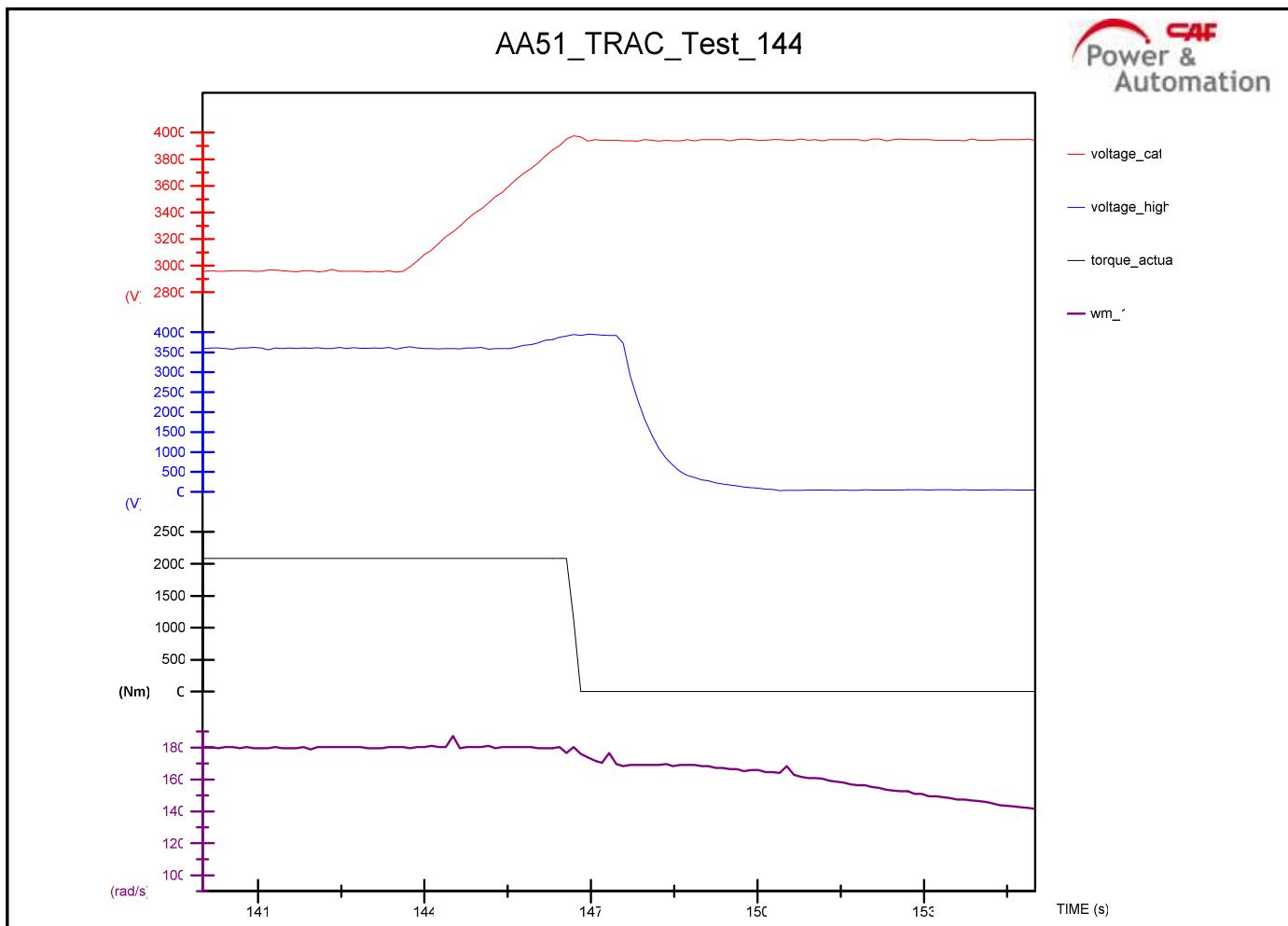
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 102 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 103 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_574

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il punto di funzionamento PT4.

#### Procedura di Prova

Impostare la tensione di ingresso su un valore considerato come sovratensione durante un intervallo di tempo prefissato di lunga durata.

#### Risultati Attesi:

1. Verificare che la catena di trazione venga isolata

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Si programma la soglia di sovratensione su 3900 V per più di 120 secondi. Nella registrazione si vede che dopo aver aumentato la tensione della linea aerea di contatto a 4000V, l'allarme di sovratensione prolungato si attiva circa 120 secondi dopo.

#### Data e Luogo:

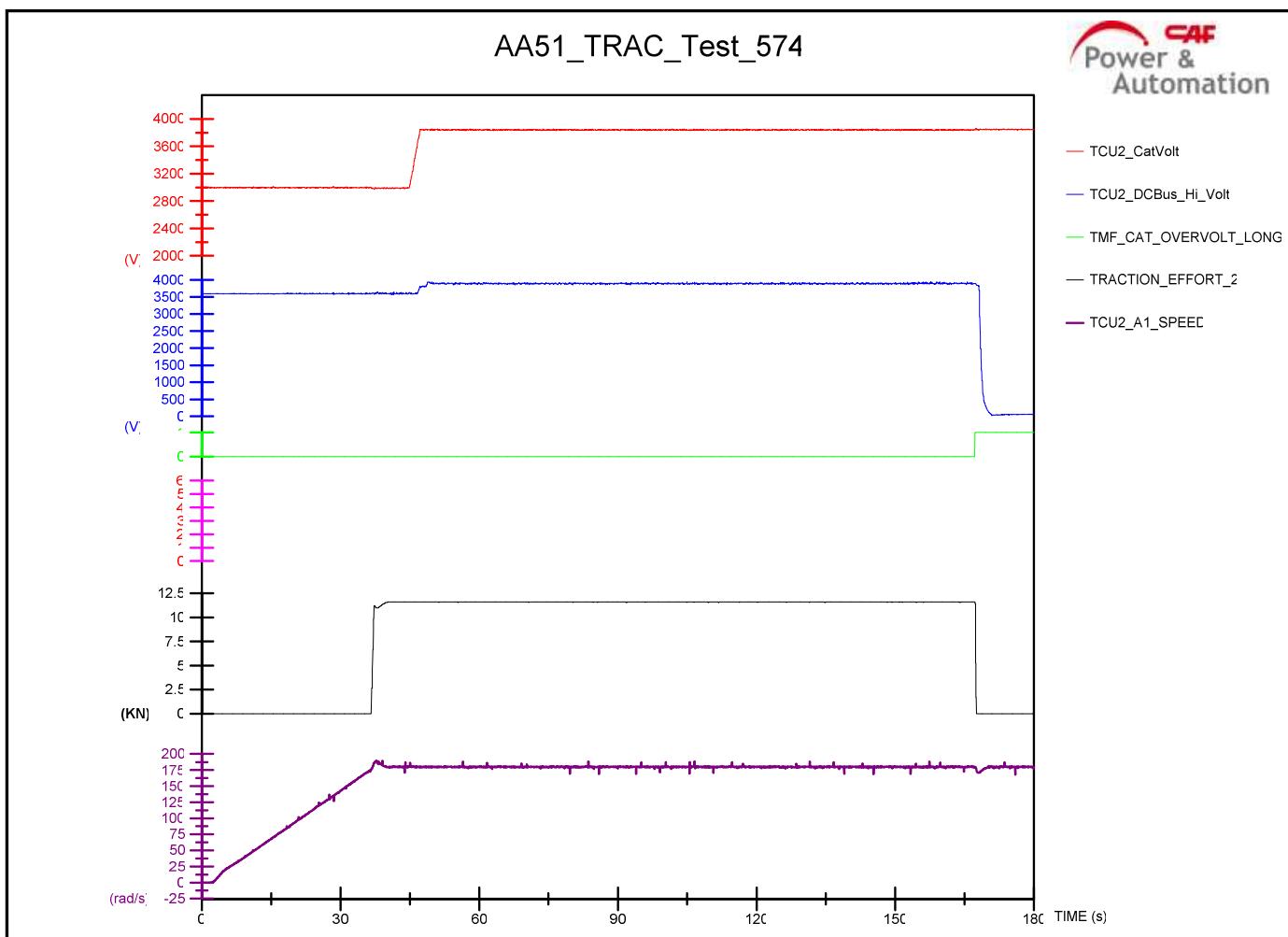
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 104 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 105 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_577

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il punto di funzionamento PT4.

#### Procedura di Prova

Impostare il valore della tensione dell'High-DCLink su un valore di sovratensione

#### Risultato

#### Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK     KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Per semplificare l'esecuzione della prova è stata abbassata la soglia di tensione massima di DC\_LINK a 3700V. L'allarme di sovratensione del DC Link si attiva immediatamente, disattivando il convertitore in ingresso.

#### Data e Luogo:

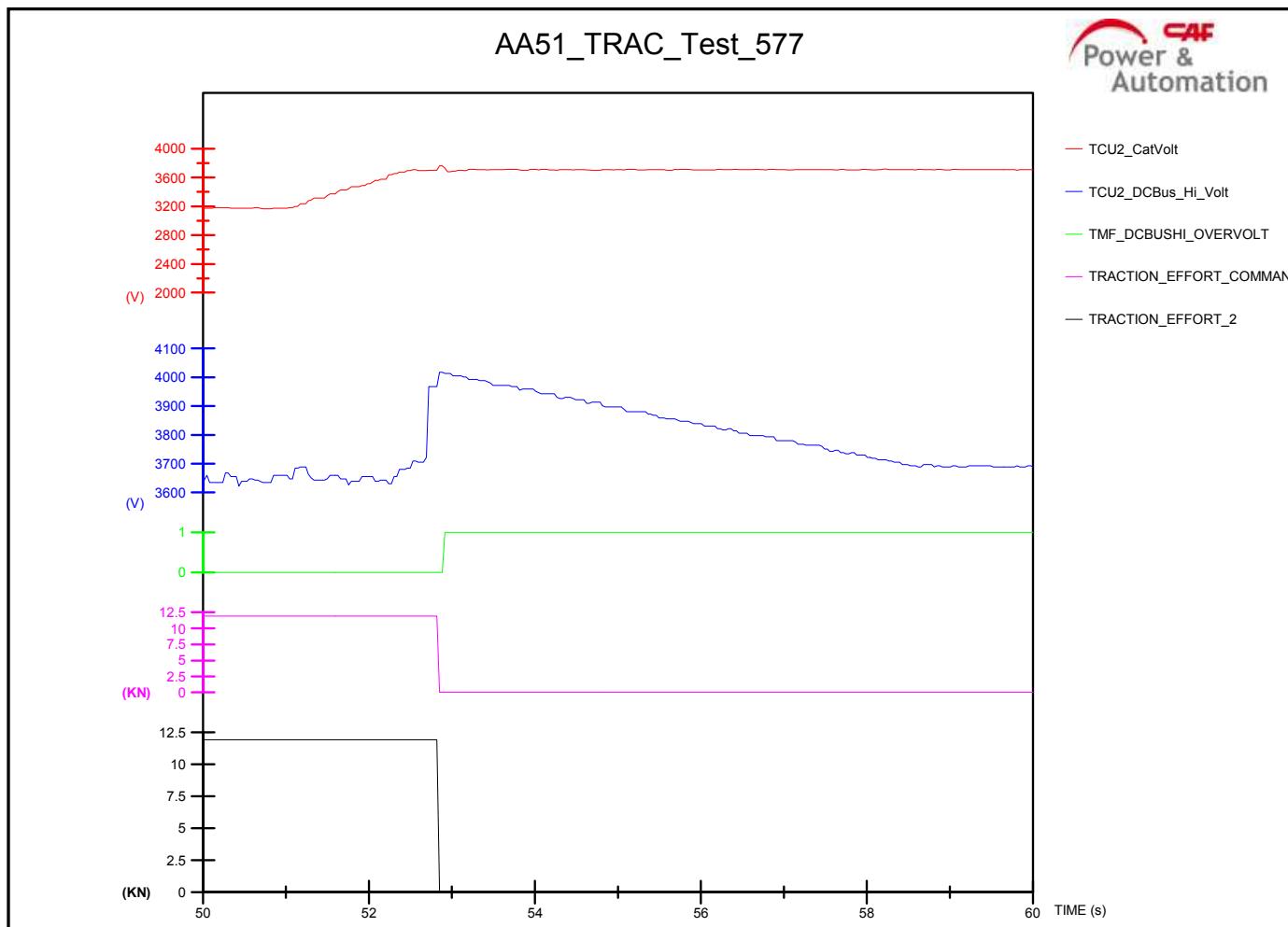
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 106 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 107 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_578

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il punto di funzionamento PT4.

#### Procedura di Prova

Impostare il valore della tensione dell'High-DCLink su un valore di sottotensione

#### Risultati Attesi:

1. Verificare che la catena di trazione venga isolata

OK     KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Per la prova è stata specificamente fissata la soglia di rilevazione di tensione bassa del High-DCLink su 3650V. Nel grafico si vede che non appena la tensione del DC-Link scende al di sotto dei 3650V si attiva l'errore di sottotensione del DC Link, si elimina lo sforzo disponibile, e lo sforzo ordinato ed applicato diventano nulli.

#### Data e Luogo:

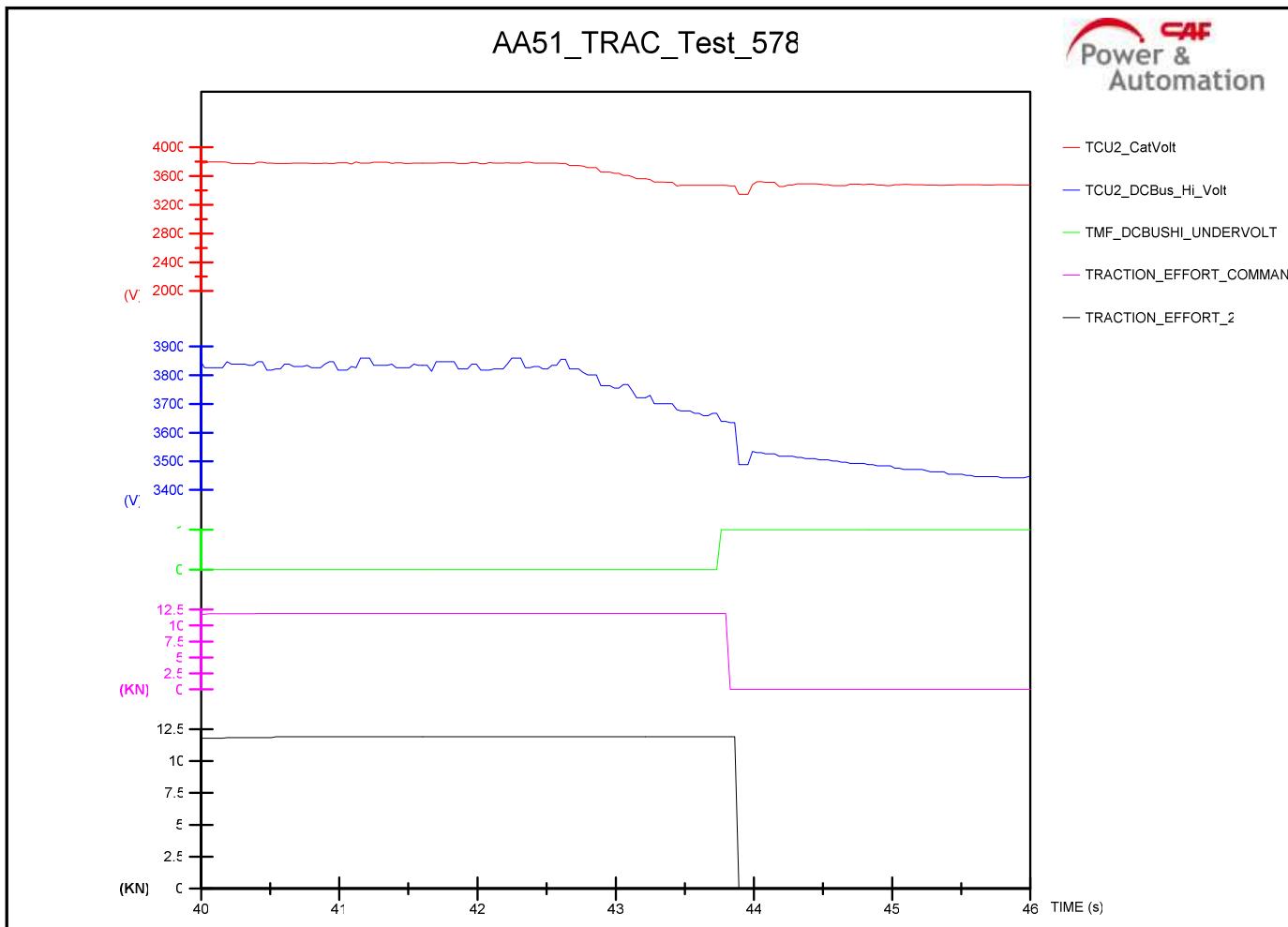
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 108 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 109 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_580

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete. Impostare il limite della protezione della corrente su un valore prefissato di 200A.

#### Procedura di Prova

Impostare il punto di funzionamento PT4.

Una volta stabilitatosi il sistema, impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sovraccorrente nella linea aerea di contatto.

#### Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente
2. Verificare che il sistema mandi un messaggio alla CCU per aprire l'HSCB

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Quando si forza il passaggio da PT4 a PT1, si genera una corrente di linea aerea di contatto superiore ai 200A e si attiva l'errore corrispondente.

#### Data e Luogo:

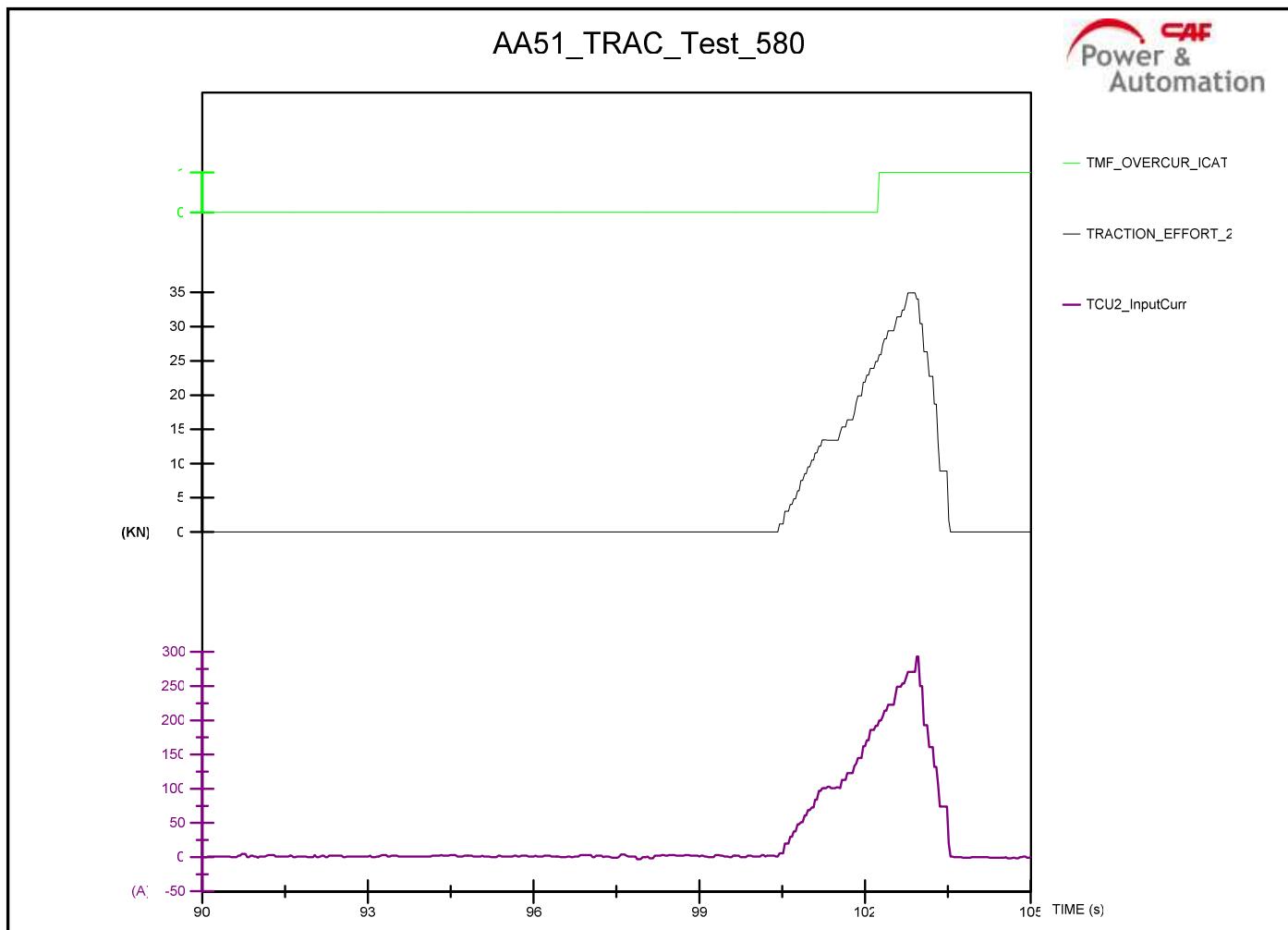
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 110 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 111 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_581

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Procedura di Prova	Risultato
Impostare il punto di funzionamento PT1. Impostare il valore della corrente di ingresso del DCDC su un valore elevato (più elevato della protezione contro sovraccorrenti in ingresso del DCDC) via software.	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<b>Risultati Attesi:</b> 1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente	
<b>Variabili da registrare:</b> V3-EFFORT V4-PW V6-DIAG	

#### Commenti:

Si programma una soglia di sovraccorrente DCDC più bassa, ed il resto delle soglie viene mantenuto. Si genera un cambio brusco nell'applicazione dello sforzo di trazione per forzare la comparsa di sovraccorrenti, attivando così l'allarme di sovraccorrente. E quando si attiva detto allarme forza il ritiro degli sforzi e il deflussaggio dei motori.

#### Data e Luogo:

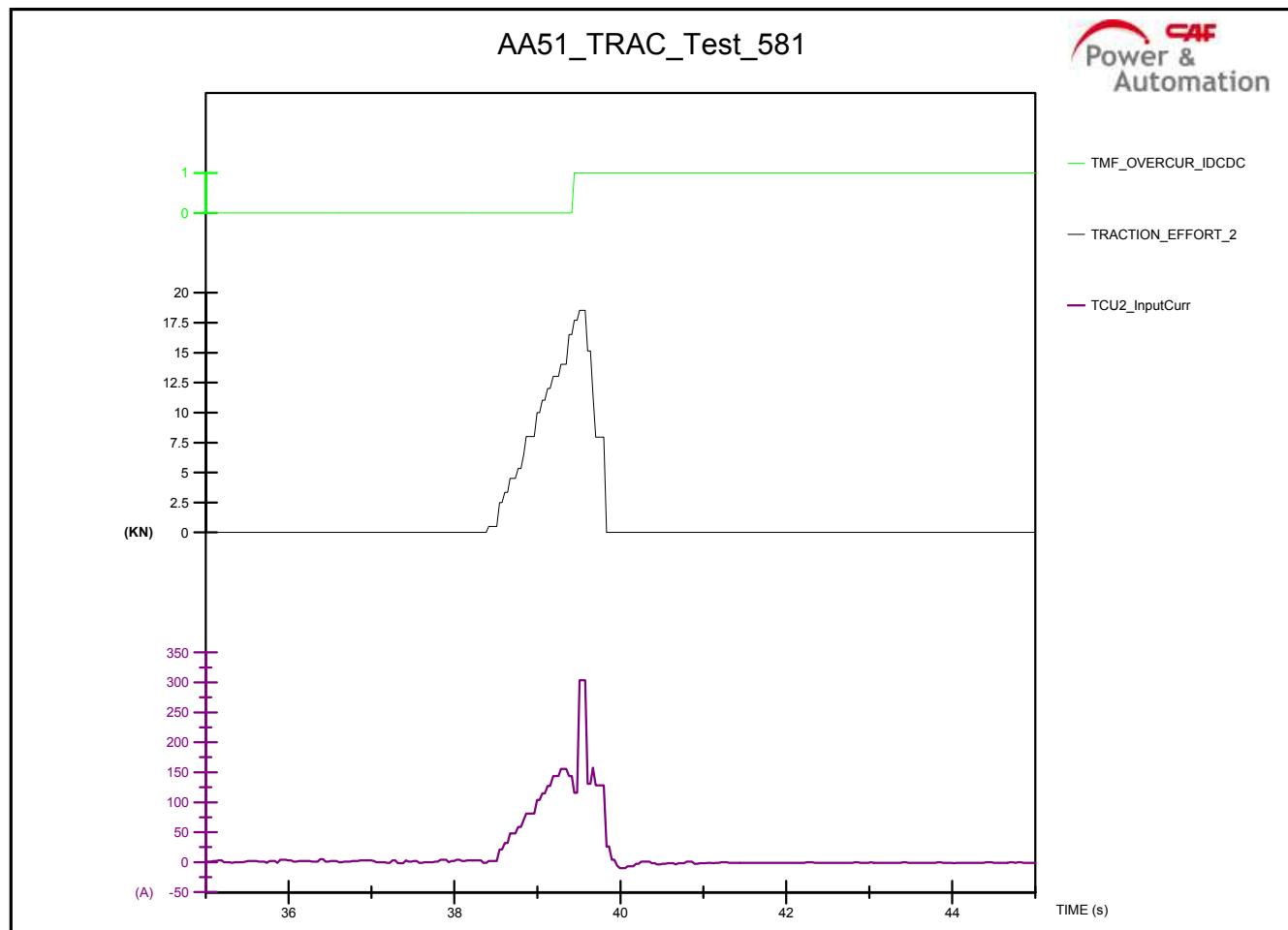
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 112 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 113 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_582

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite della protezione della fase U da sovraccorrenti su un valore prefissato.

#### Procedura di Prova

Impostare il punto di funzionamento PT4.

Passare al punto di funzionamento PT1

#### Risultati Attesi:

Durante il passaggio da PT4 a PT1 viene rilevata una sovraccorrente nella fase U.

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

#### Risultato

OK     KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Si riduce la soglia di sovraccorrente della fase U en un 33%, ed il resto delle soglie viene mantenuto. Si genera un cambio brusco nell'applicazione dello sforzo di trazione per forzare la comparsa di sovraccorrenti, attivando così l'allarme di sovraccorrente. E quando si attiva detto allarme forza il ritiro degli sforzi e il deflussaggio dei motori.

#### Data e Luogo:

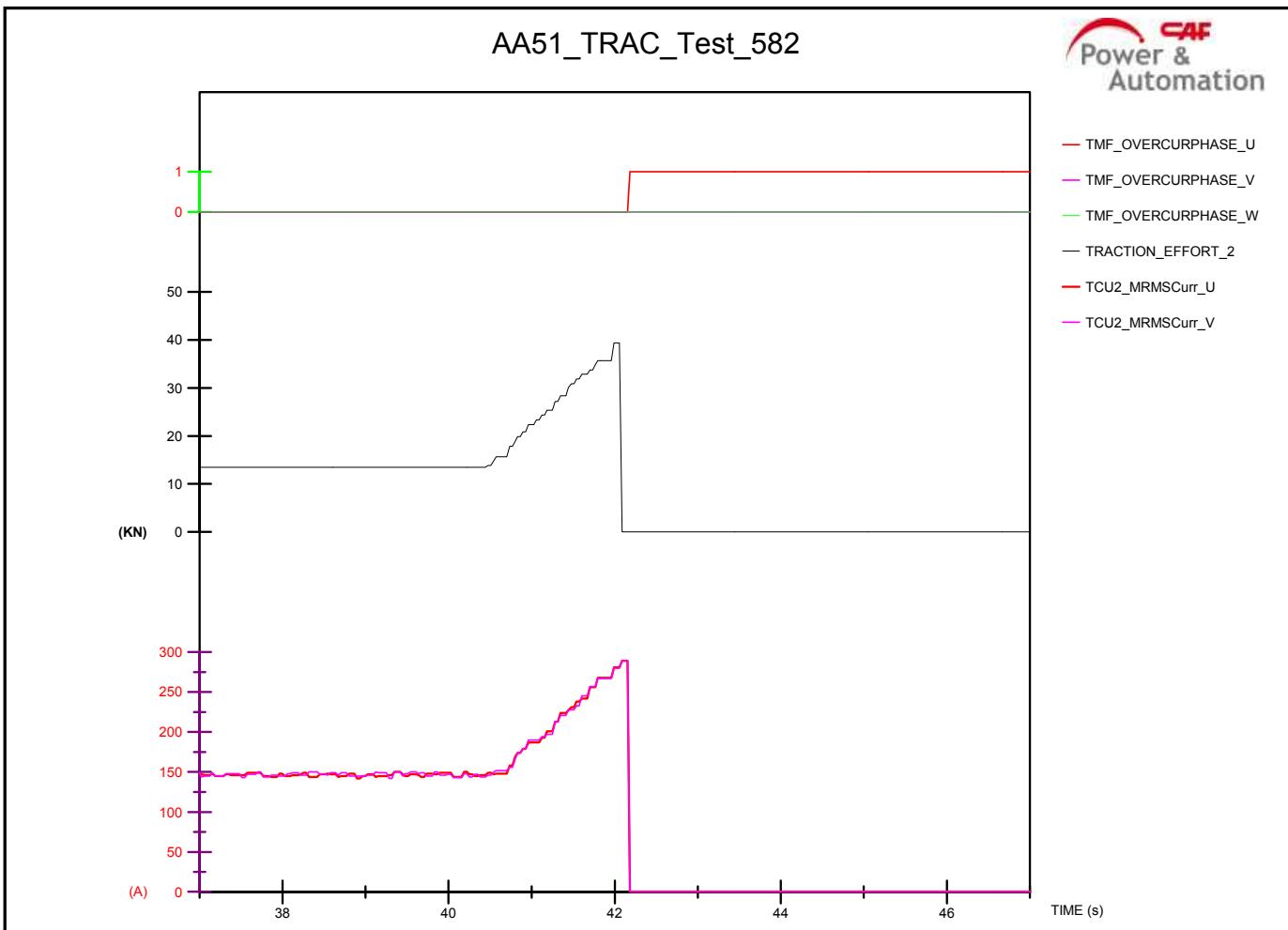
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 114 di 161



Identificatore del Caso di Prova: AA51\_TRAC\_Test\_584



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 115 di 161

#### Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:

Selezionare una rete.

Impostare il limite della protezione della fase V da sovraccorrenti su un valore prefissato.

#### Procedura di Prova

Impostare il punto di funzionamento PT4.

Passare al punto di funzionamento PT1.

#### Risultati Attesi:

Durante il passaggio da PT4 a PT1 viene rilevata una sovraccorrente nella fase V.

- Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

#### Risultato

OK     KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Si riduce la soglia di sovraccorrente della fase V un 33%, ed il resto delle soglie viene mantenuto. Si genera un cambio brusco nell'applicazione dello sforzo di trazione per forzare la comparsa di sovraccorrenti, attivando così l'allarme di sovraccorrente. E quando si attiva detto allarme forza il ritiro degli sforzi e il deflussaggio dei motori.

#### Data e Luogo:

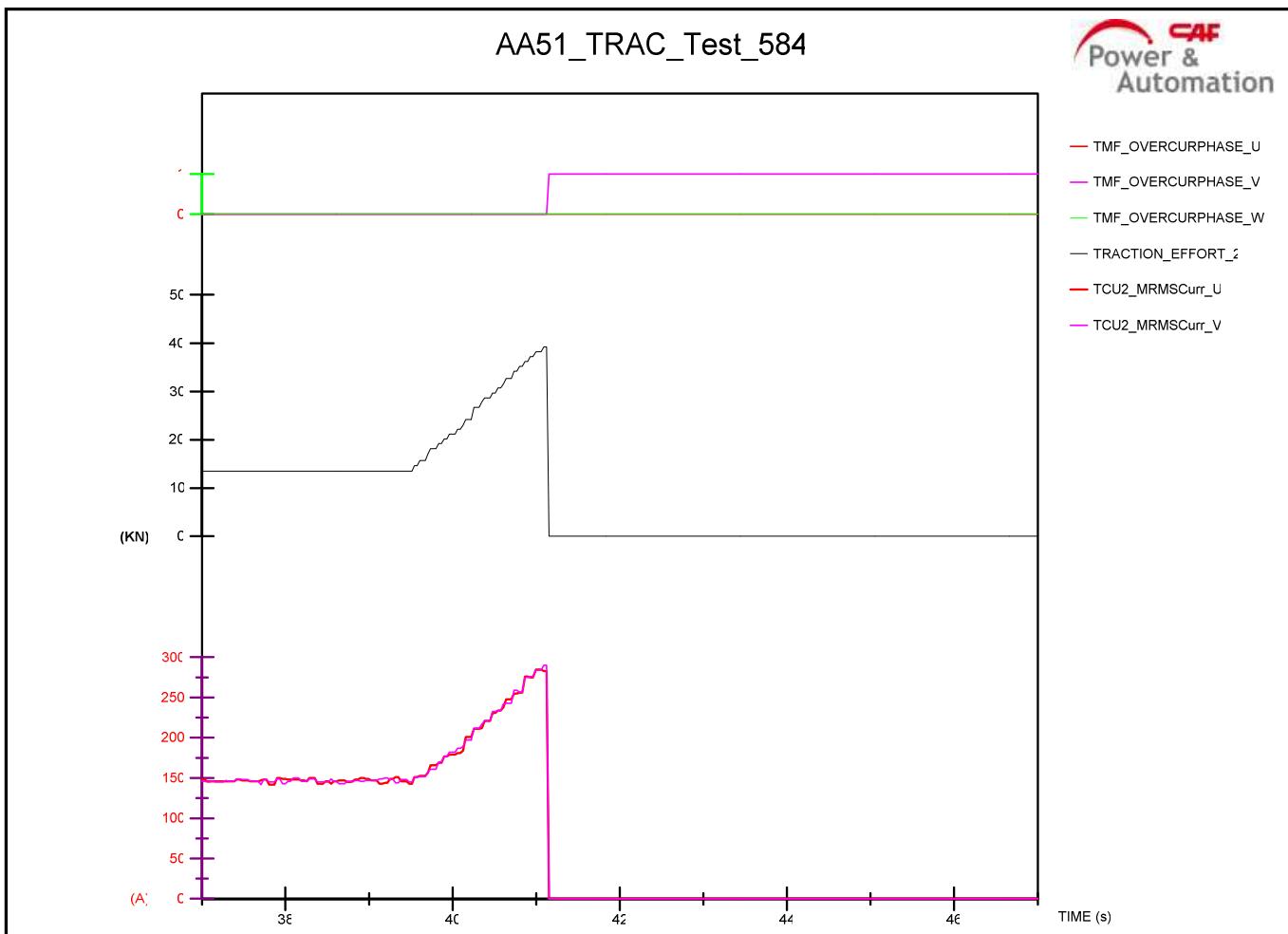
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 116 di 161



Identificatore del Caso di Prova: AA51\_TRAC\_Test\_607



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 117 di 161

#### Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:

Selezionare una rete.

Impostare il limite della protezione della fase W da sovraccorrenti su un valore prefissato.

#### Procedura di Prova

Impostare il punto di funzionamento PT4.

Passare al punto di funzionamento PT1.

#### Risultati Attesi:

Durante il passaggio da PT4 a PT1 viene rilevata una sovraccorrente nella fase W.

- Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

#### Risultato

OK       KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Si riduce la soglia di sovraccorrente della fase W un 33%, ed il resto delle soglie viene mantenuto. Si genera un cambio brusco nell'applicazione dello sforzo di trazione per forzare la comparsa di sovraccorrenti, attivando così l'allarme di sovraccorrente. E quando si attiva detto allarme forza il ritiro degli sforzi e il deflussaggio dei motori.

#### Data e Luogo:

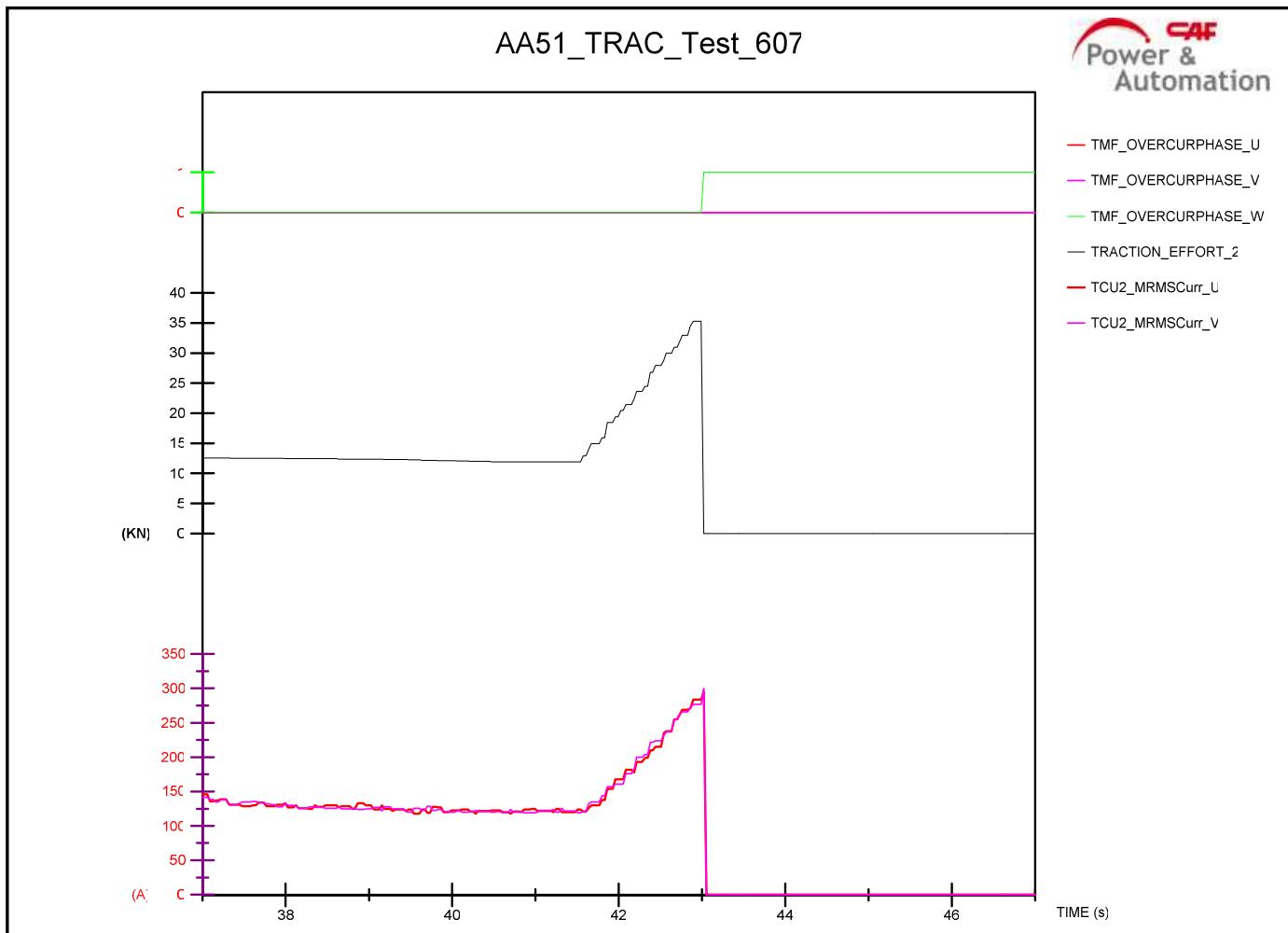
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 118 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 119 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_604

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite di temperatura su 30°C.

#### Procedura di Prova

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sovratesteratura dell'induttanza del convertitore del DCDC

#### Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Per la prova si programma la soglia di sovratesteratura corrispondente a 40 °C per più di 5 secondi.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

#### Data e Luogo:

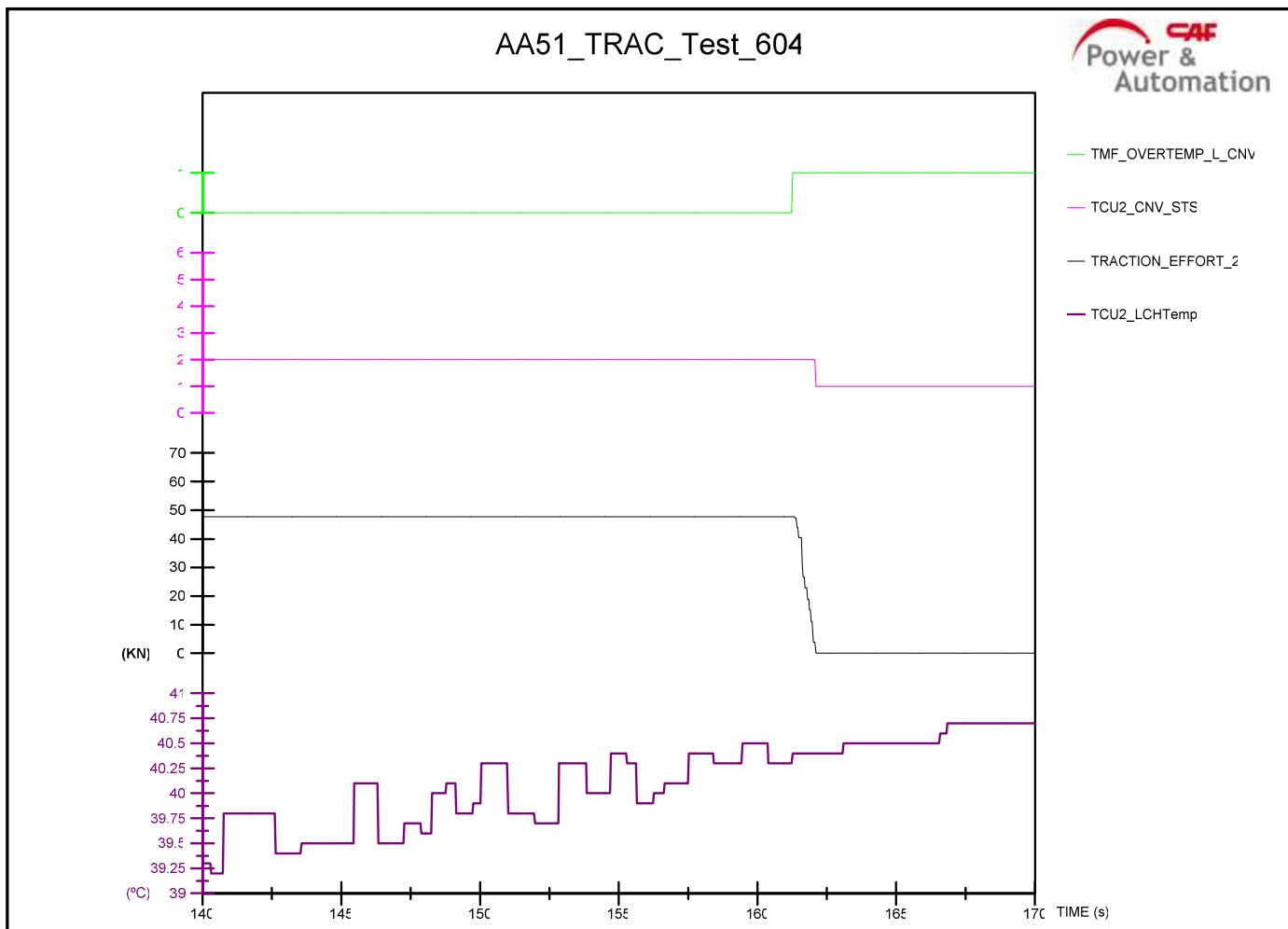
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 120 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 121 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_605

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Impostare il limite di temperatura su 25°C.

Selezionare una rete.

#### Procedura di Prova

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sottotemperatura dell'induttanza del convertitore del DCDC

#### Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

#### Risultato

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

V6-DIAG

#### Commenti:

Per la prova si programma la soglia di temperatura bassa corrispondente a -25 °C per più di 5 secondi.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

#### Data e Luogo:

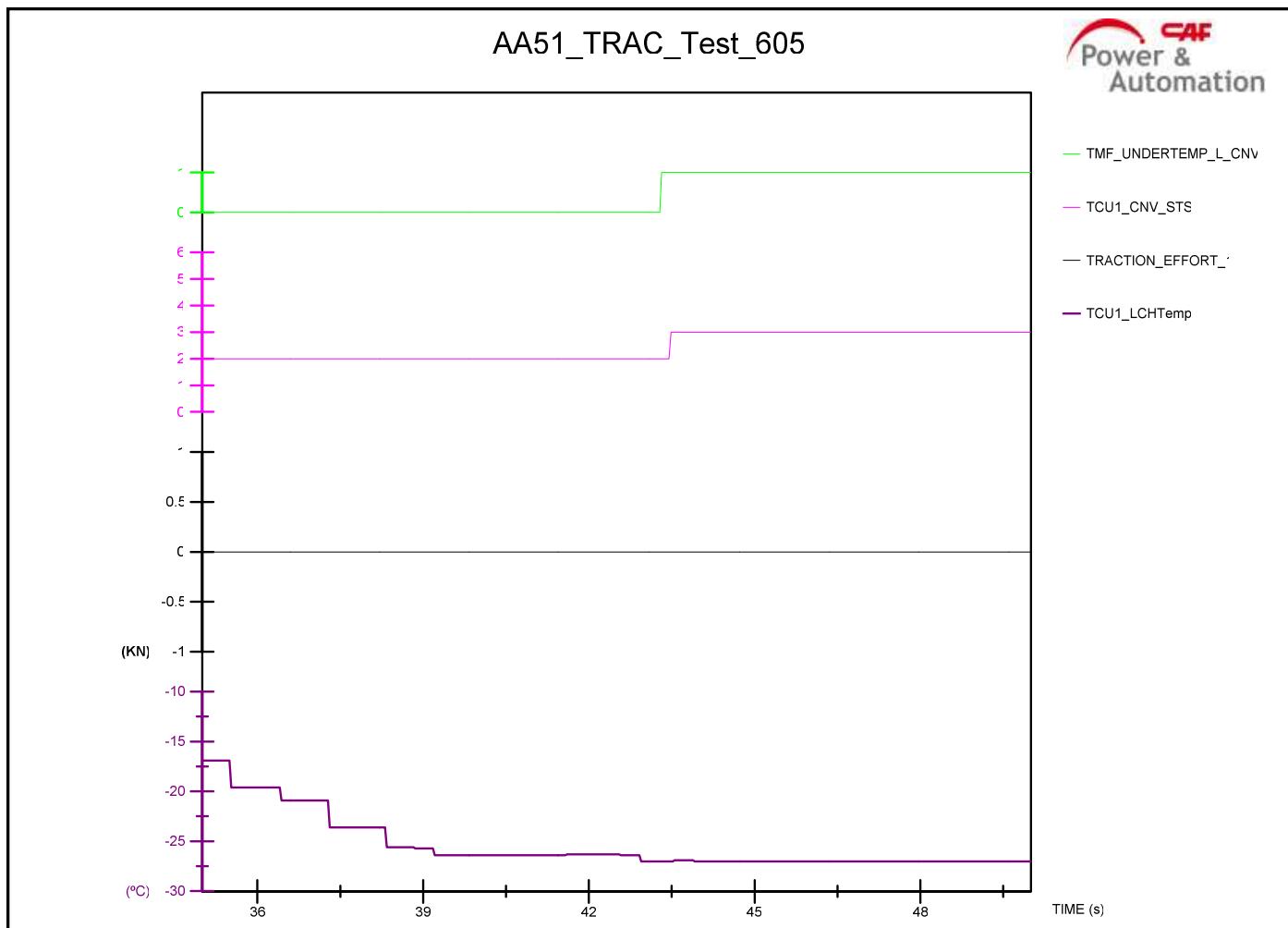
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 122 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 123 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_249

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite di temperatura su 30°C.

**Procedura di Prova**

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sovratemperatura dell'inverter.

Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK  KO

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V5-TEMP

**Commenti:**

Per la prova si programma la soglia di sovratemperatura corrispondente a 38 °C per più di 5 secondi.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

**Data e Luogo:**

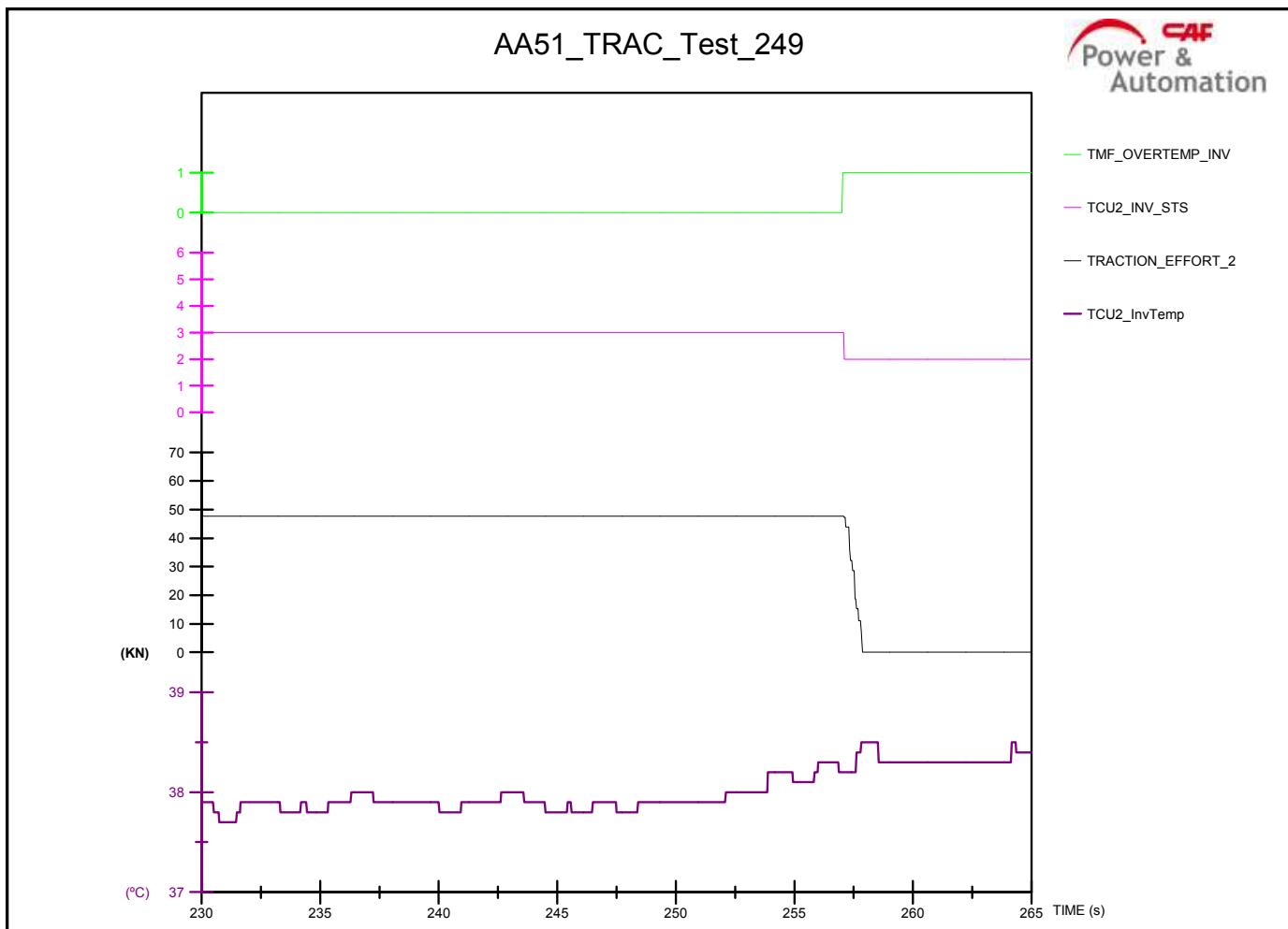
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 124 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 125 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_595

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite di temperatura su 25°C.

**Procedura di Prova**

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sottotemperatura dell'inverter.

**Risultato**

Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK  KO

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V5-TEMP

**Commenti:**

Per la prova si programma la soglia di temperatura bassa corrispondente a -25 °C per più di 5 secondi.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

**Data e Luogo:**

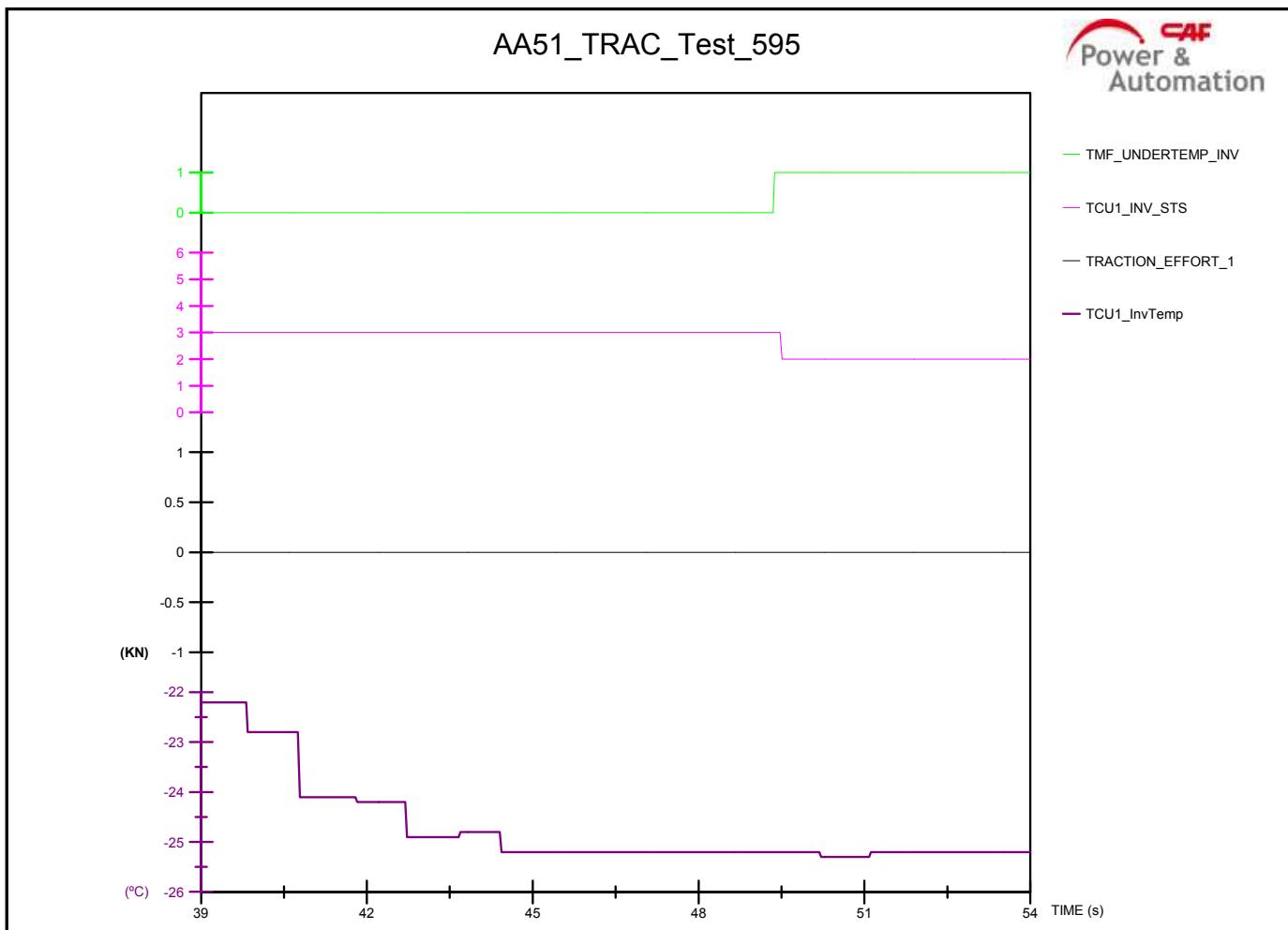
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 126 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 127 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_589

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite di temperatura su 30°C.

**Procedura di Prova**

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sovratesteratura del DCDC

**Risultato**

Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK  KO

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V5-TEMP

**Commenti:**

Per la prova si programma la soglia di temperatura alta corrispondente a 38 °C per più di 5 secondi.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

**Data e Luogo:**

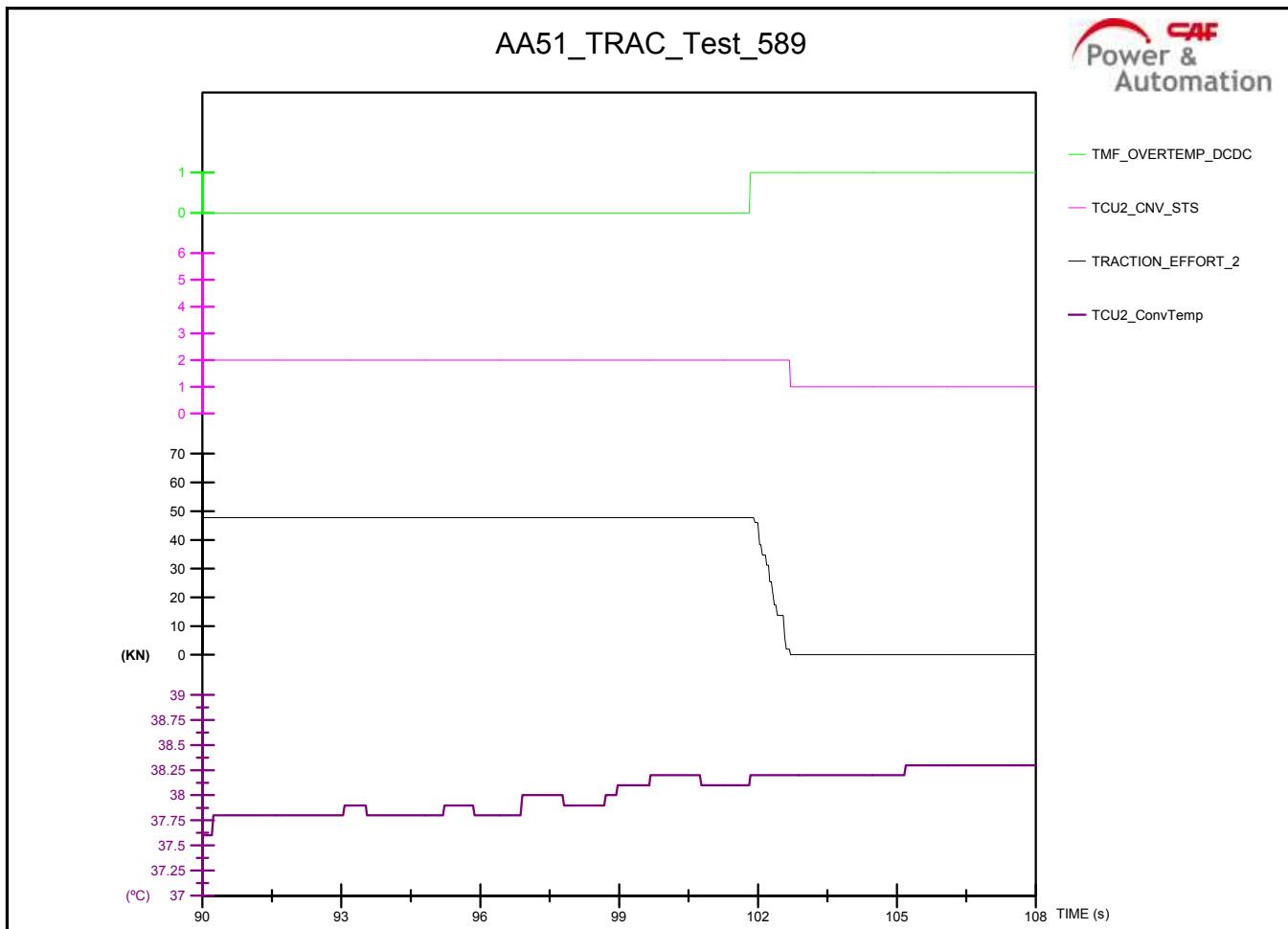
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 128 di 161



Identificatore del Caso di Prova: AA51\_TRAC\_Test\_591



Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 129 di 161

#### Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:

Selezionare una rete.

Impostare il limite di temperatura su 25°C.

#### Procedura di Prova

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sottotemperatura del DCDC.

#### Risultato

#### Risultati Attesi:

- Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V5-TEMP

#### Commenti:

Per la prova si programma la soglia di temperatura bassa corrispondente a -25 °C per più di 5 secondi.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

#### Data e Luogo:

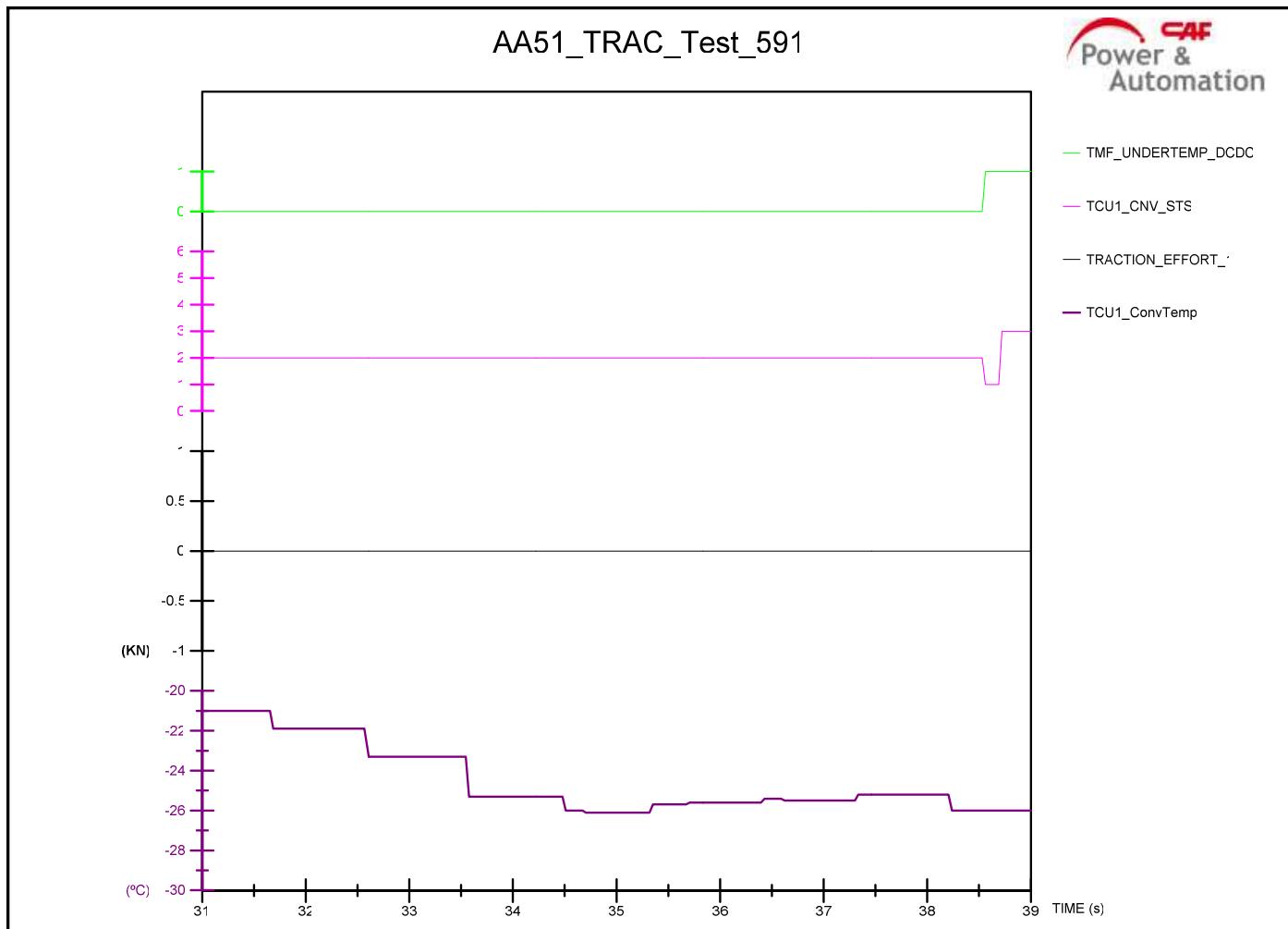
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 130 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 131 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_588

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite di temperatura su 30°C.

#### Procedura di Prova

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sovratesteratura del motore

#### Risultato

Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK  KO

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V5-TEMP

#### Commenti:

Si simula sovratesteratura del motore senza ridurre la soglia di temperatura definita (240 °C per più di 5 secondi). Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

#### Data e Luogo:

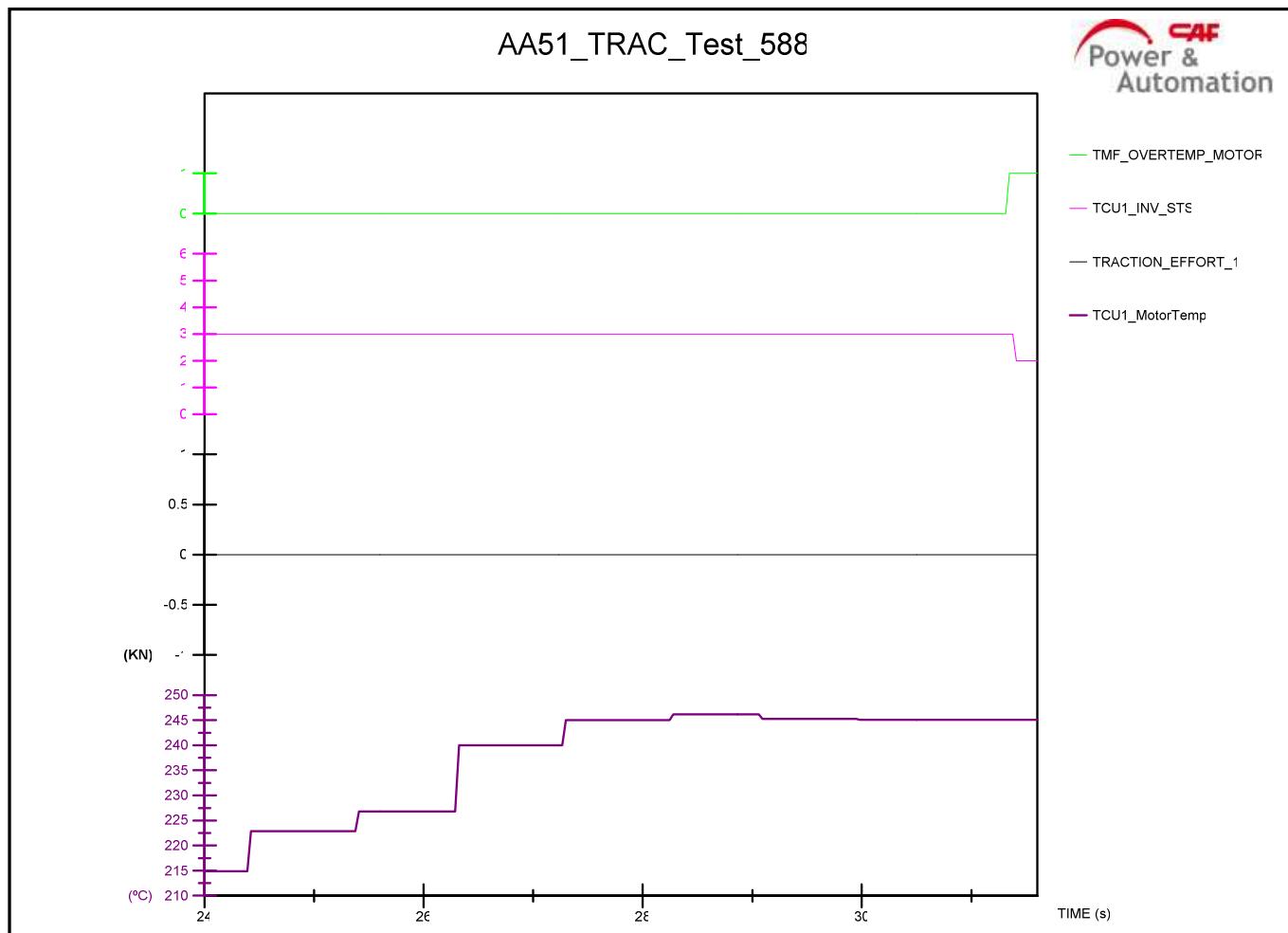
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 132 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 133 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_592

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite di temperatura su 25°C.

**Procedura di Prova**

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sottotemperatura del motore.

**Risultato**

**Risultati Attesi:**

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK  KO

**Variabili da registrare:**

V3-EFFORT

V5-TEMP

**Commenti:**

Si simula temperatura bassa del motore senza ridurre la soglia di temperatura definita (-25 °C per più di 5 secondi).

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

**Data e Luogo:**

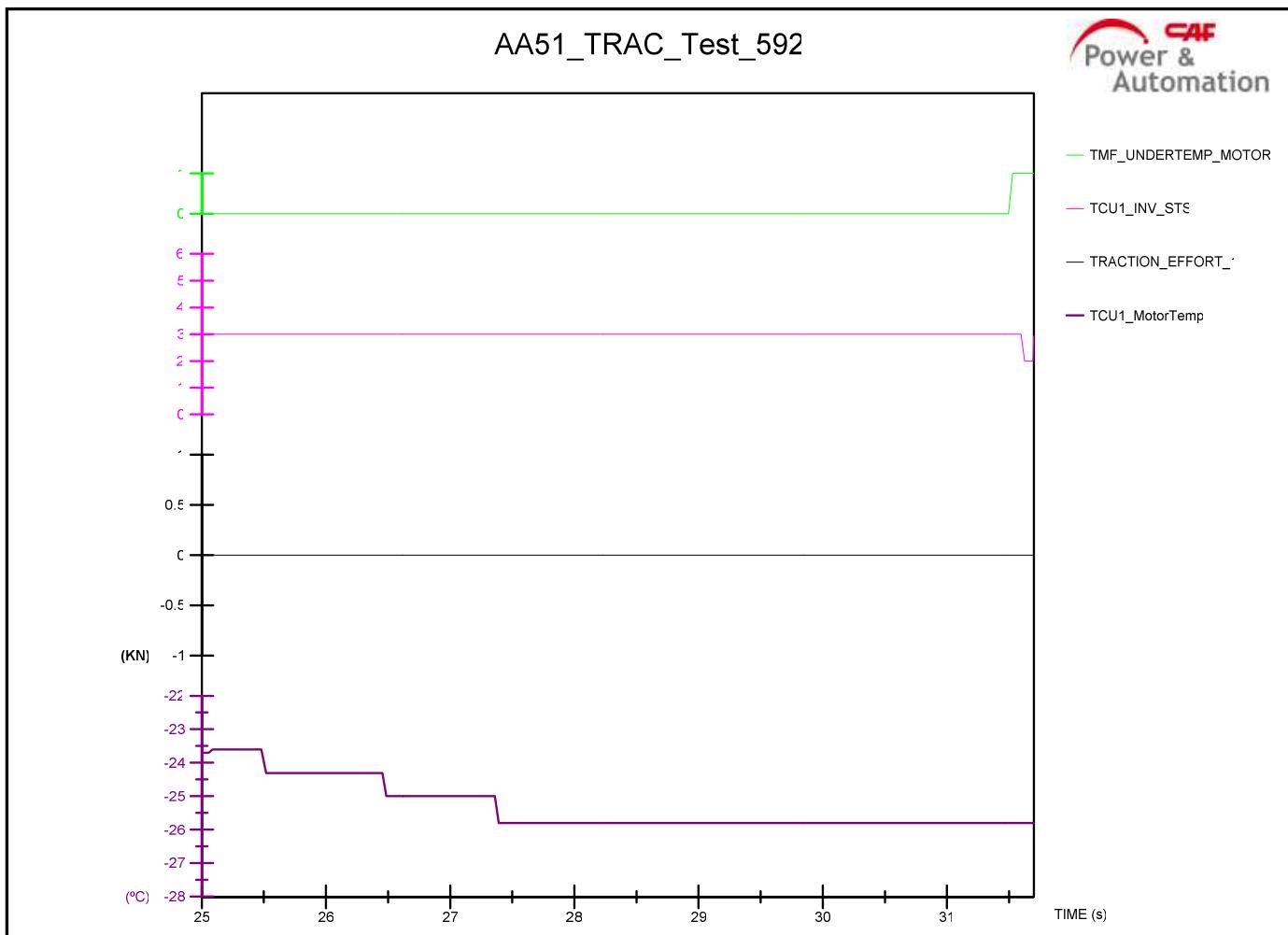
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 134 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 135 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_587

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite di temperatura su 30°C.

**Procedura di Prova**

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sovratemperatura della resistenza di frenatura

**Risultato**

Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK  KO

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V5-TEMP

**Commenti:**

Si simula sovratemperatura della resistenza di frenatura senza ridurre la soglia di temperatura definita (250 °C per più di 5 secondi).

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

**Data e Luogo:**

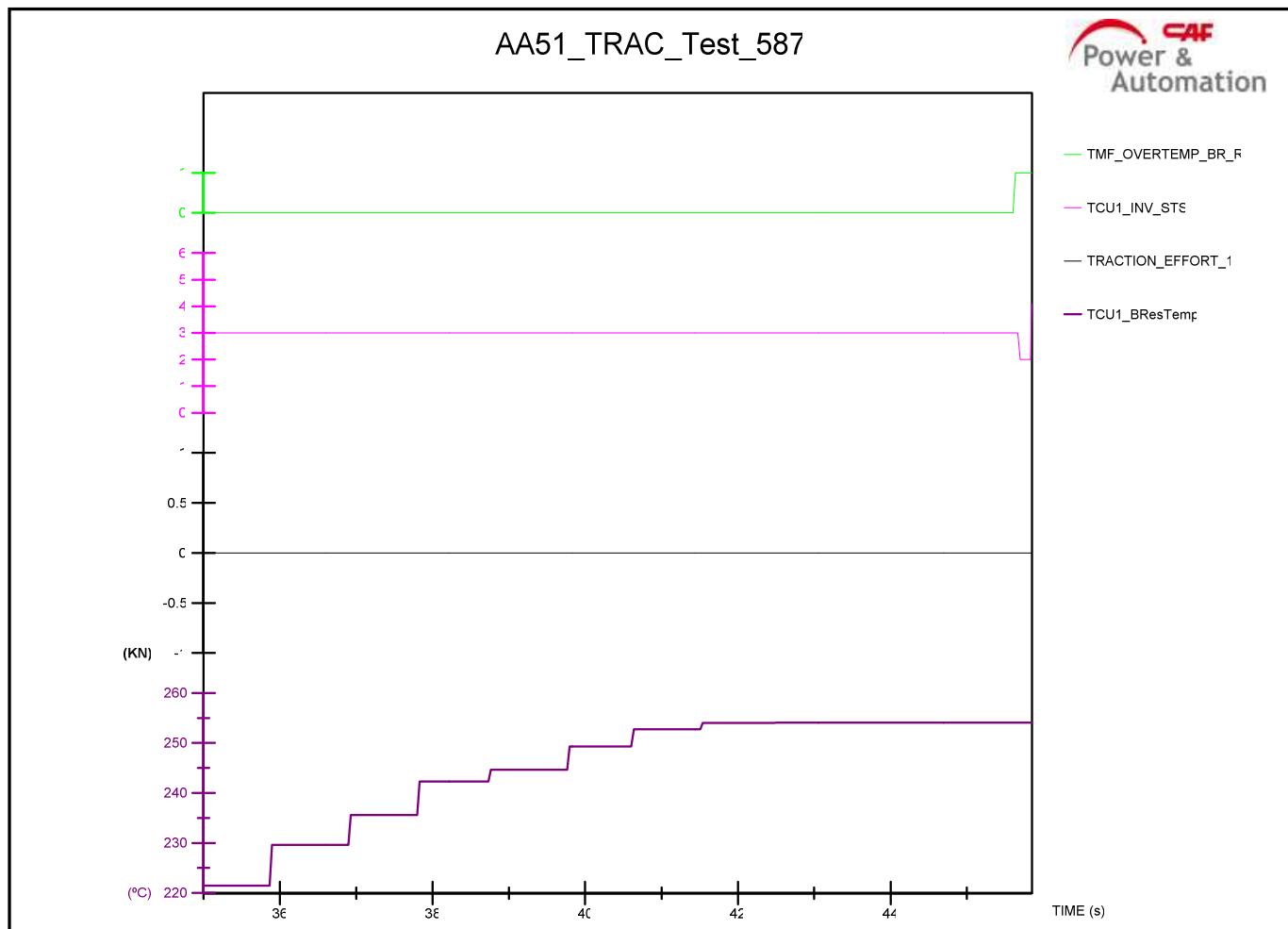
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 136 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 137 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_593

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite di temperatura su 25°C.

**Procedura di Prova**

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sottotemperatura della resistenza di frenatura

**Risultato**

Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK  KO

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V5-TEMP

**Commenti:**

Si simula temperatura bassa della resistenza di frenatura senza ridurre la soglia di temperatura definita (-25 °C per più di 5 secondi).

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

**Data e Luogo:**

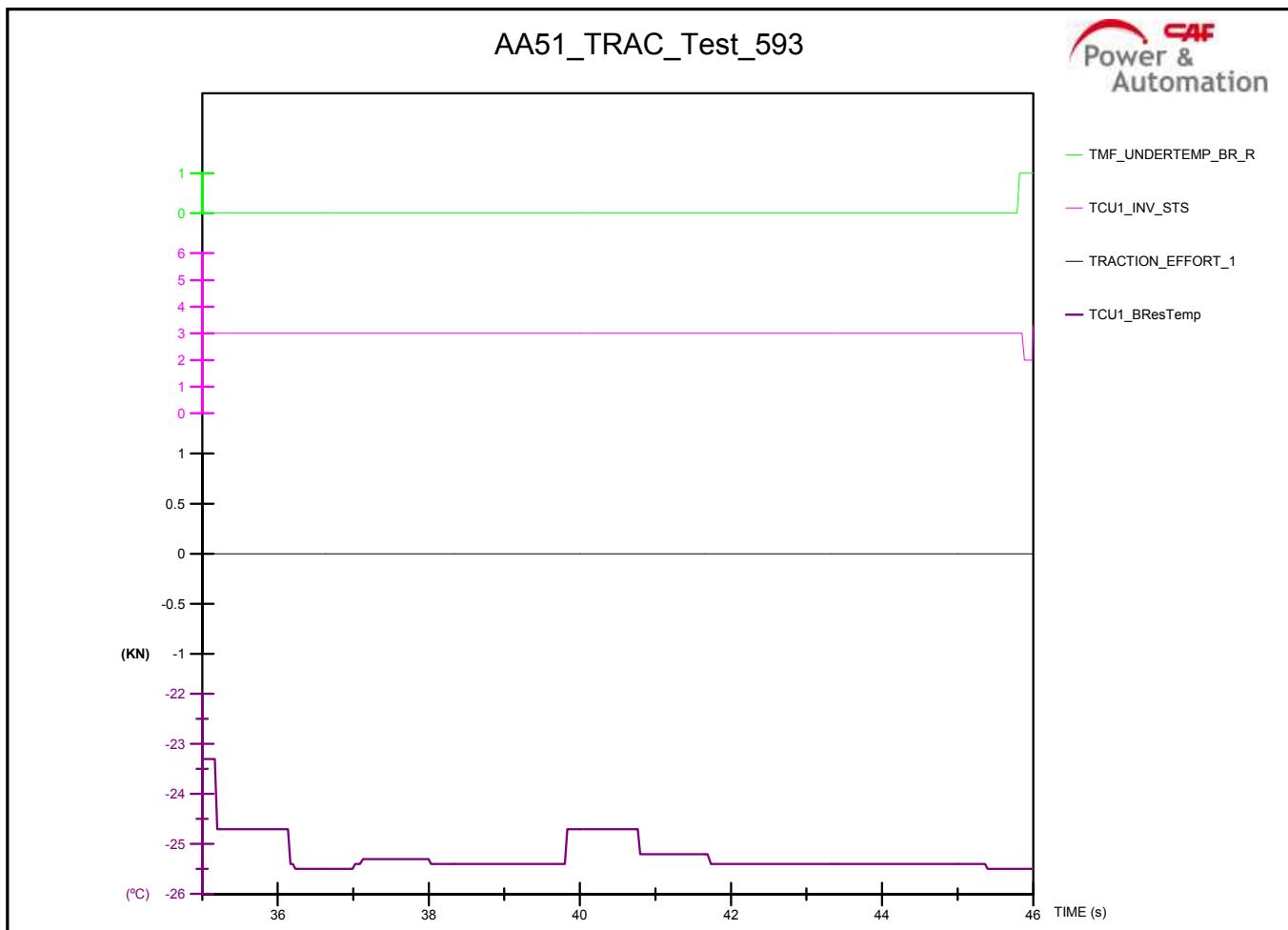
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 138 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 139 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_590

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

La linea aerea di contatto non deve essere ricettiva.

Impostare il limite della temperatura di protezione su 30°C.

#### Procedura di Prova

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sovratestermperatura del chopper di frenatura

#### Risultato

#### Risultati Attesi:

- Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK  KO

#### Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V5-TEMP

#### Commenti:

Si simula sovratestermperatura dell'IGBT del chopper senza ridurre la soglia di temperatura definita (85 °C per più di 5 secondi).

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

#### Data e Luogo:

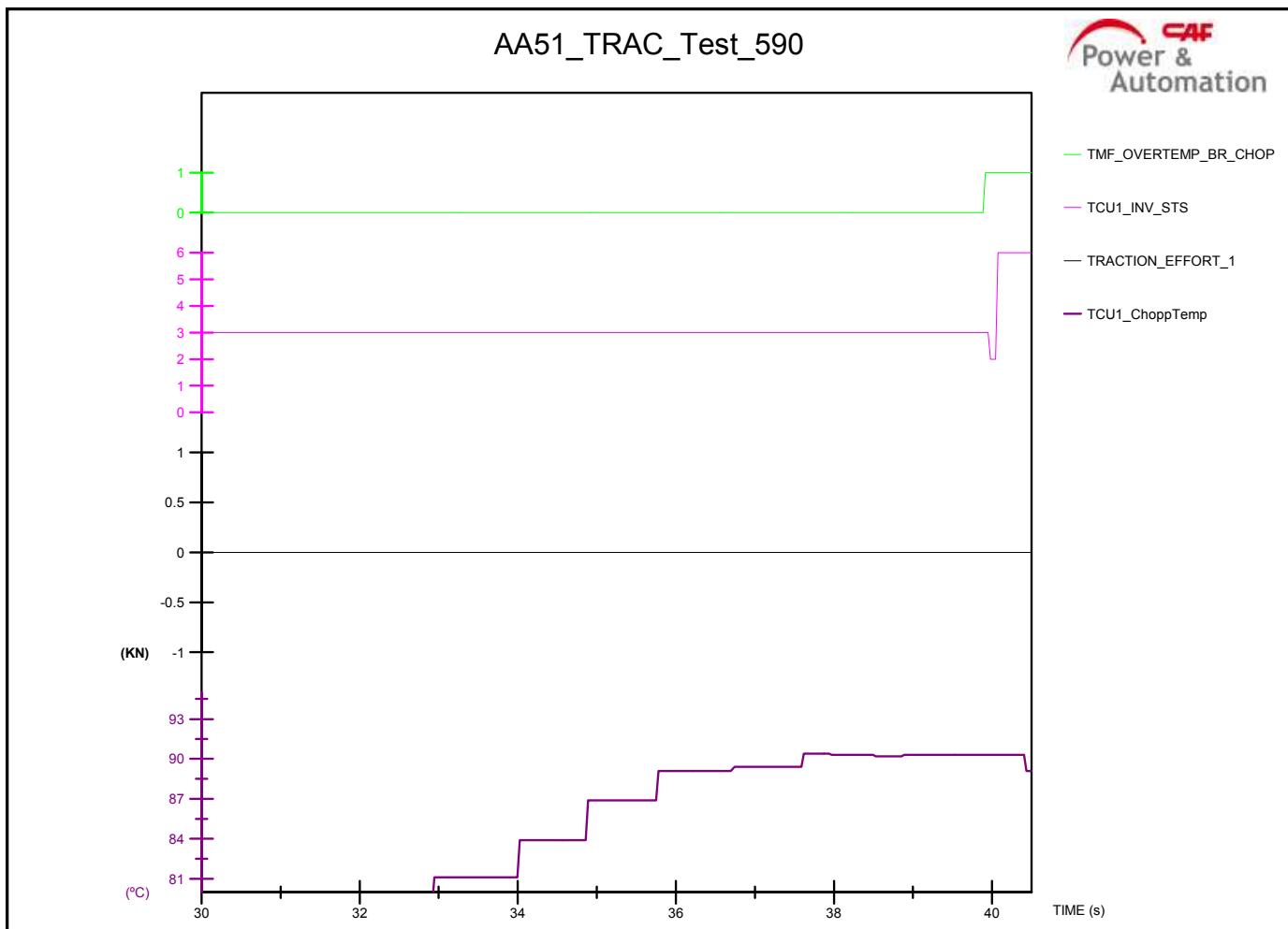
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 140 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 141 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_594

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite di temperatura su 25°C.

**Procedura di Prova**

Impostare il punto di funzionamento PT1 in grado di provocare una sottotemperatura del chopper di frenatura.

**Risultato**

Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK  KO

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V5-TEMP

**Commenti:**

Si simula temperatura bassa dell'IGBT del chopper senza ridurre la soglia di temperatura definita (-25 °C per più di 5 secondi).

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

**Data e Luogo:**

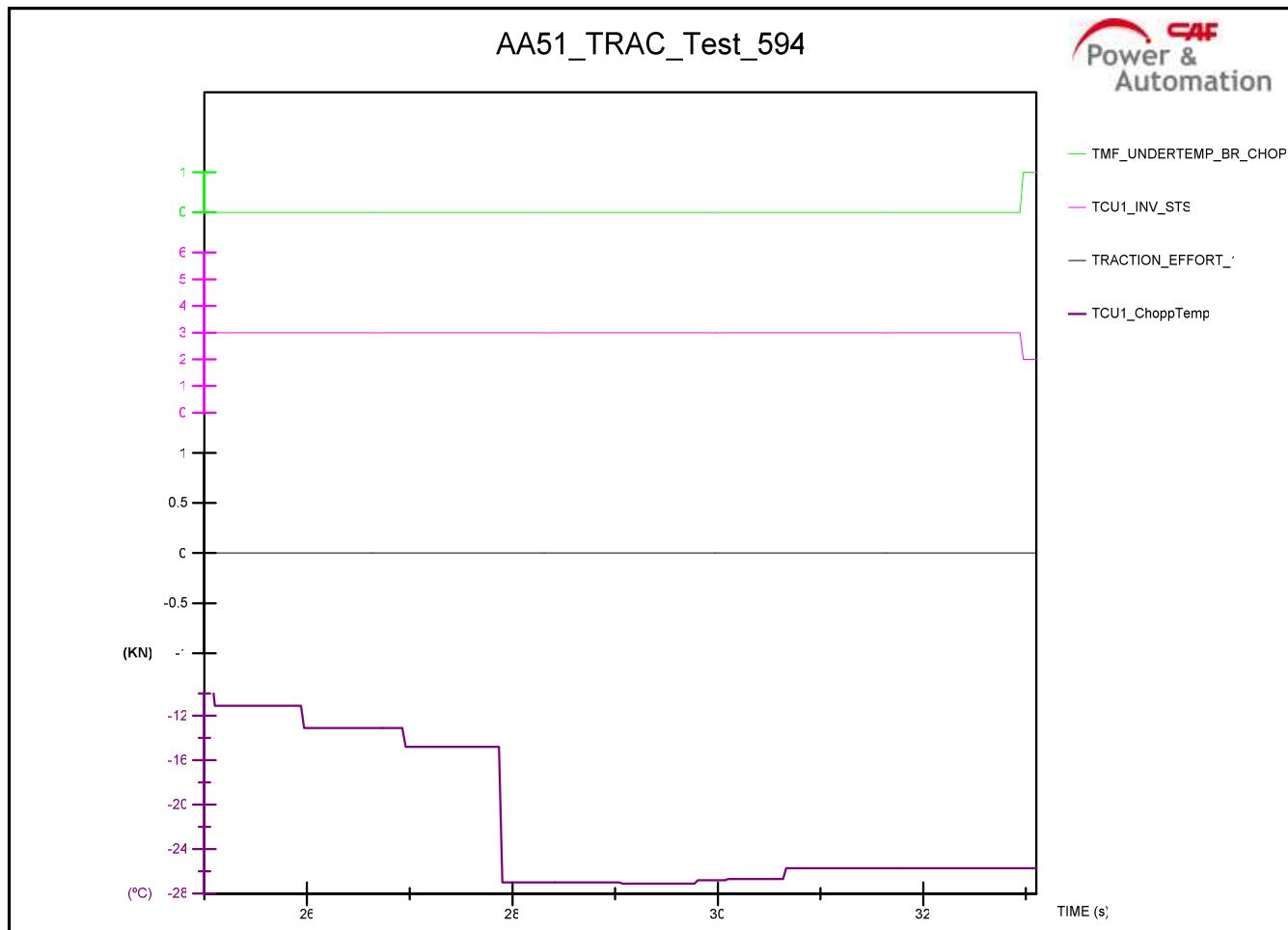
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 142 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 143 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_481

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite della protezione della corrente del crowbar su 200A.

**Procedura di Prova**

Impostare il punto di funzionamento PT1 per provocare una sovraccorrente del crowbar.

**Risultato**

Risultati Attesi:

1. Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK     KO

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

**Commenti:**

L'allarme di sovraccorrente del chopper si programma sui 200 A.

Il significato della segnalazione viene indicato nella tabella inserita nel punto 7.25.11 del documento B.20.98.801.31 (Descrizione funzionale del sistema di trazione)

**Data e Luogo:**

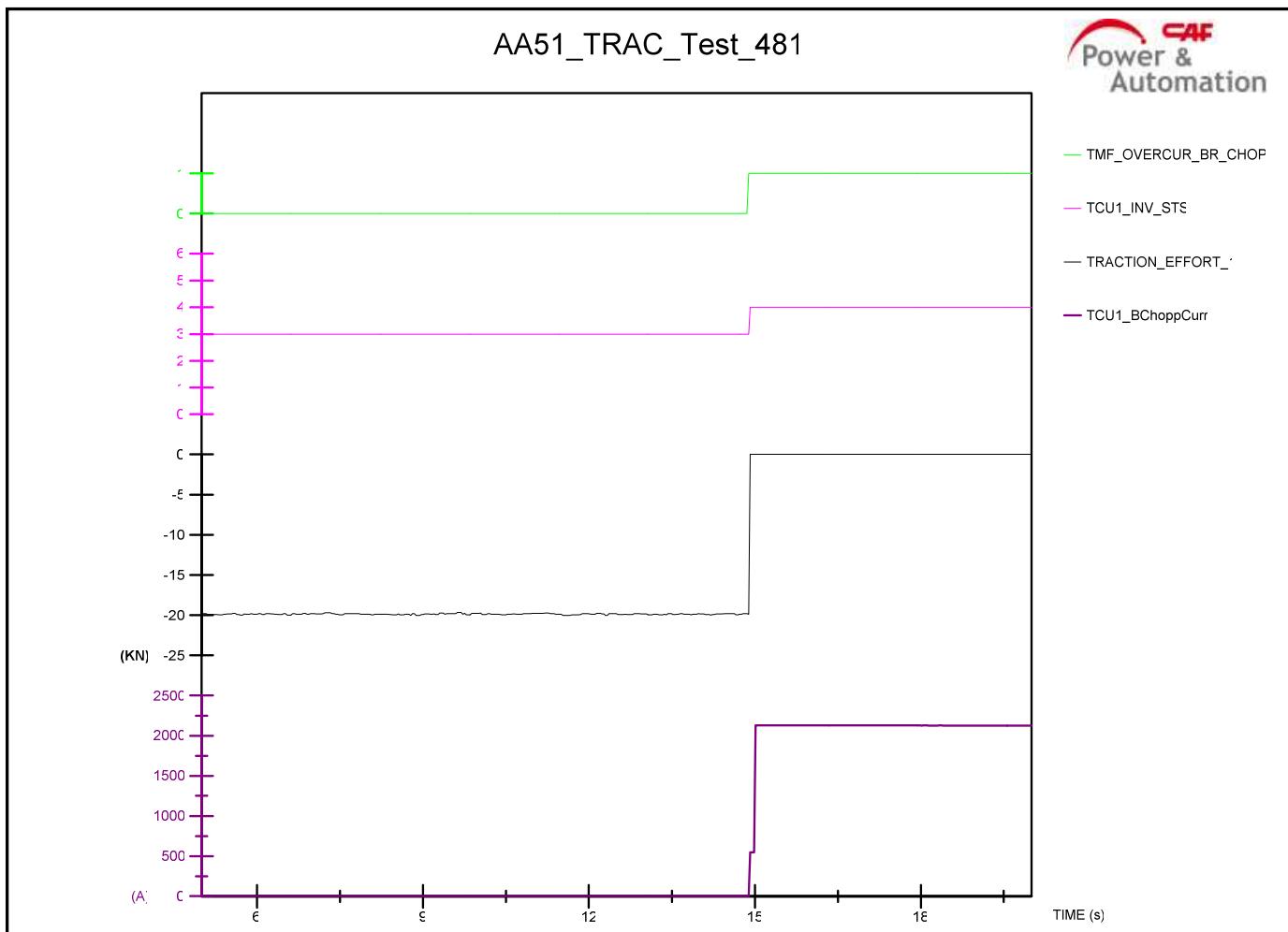
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 144 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 145 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_149

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Selezionare una rete.

Impostare il limite di velocità per sovravelocità su 10km/h.

**Procedura di Prova**

Impostare il punto di funzionamento PT5 in grado di provocare una sovravelocità.

**Risultato**

Risultati Attesi:

Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

OK       KO

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

**Commenti:**

Si abbassa la soglia di rilevazione di sovravelocità a 80 rad/s, equivalenti ad una velocità di circa 50km/h, e si mette in trazione con detta limitazione fino a raggiungerla. Quando si supera tale soglia, si ritira lo sforzo di trazione e non si eroga più corrente agli IGBT.

**Data e Luogo:**

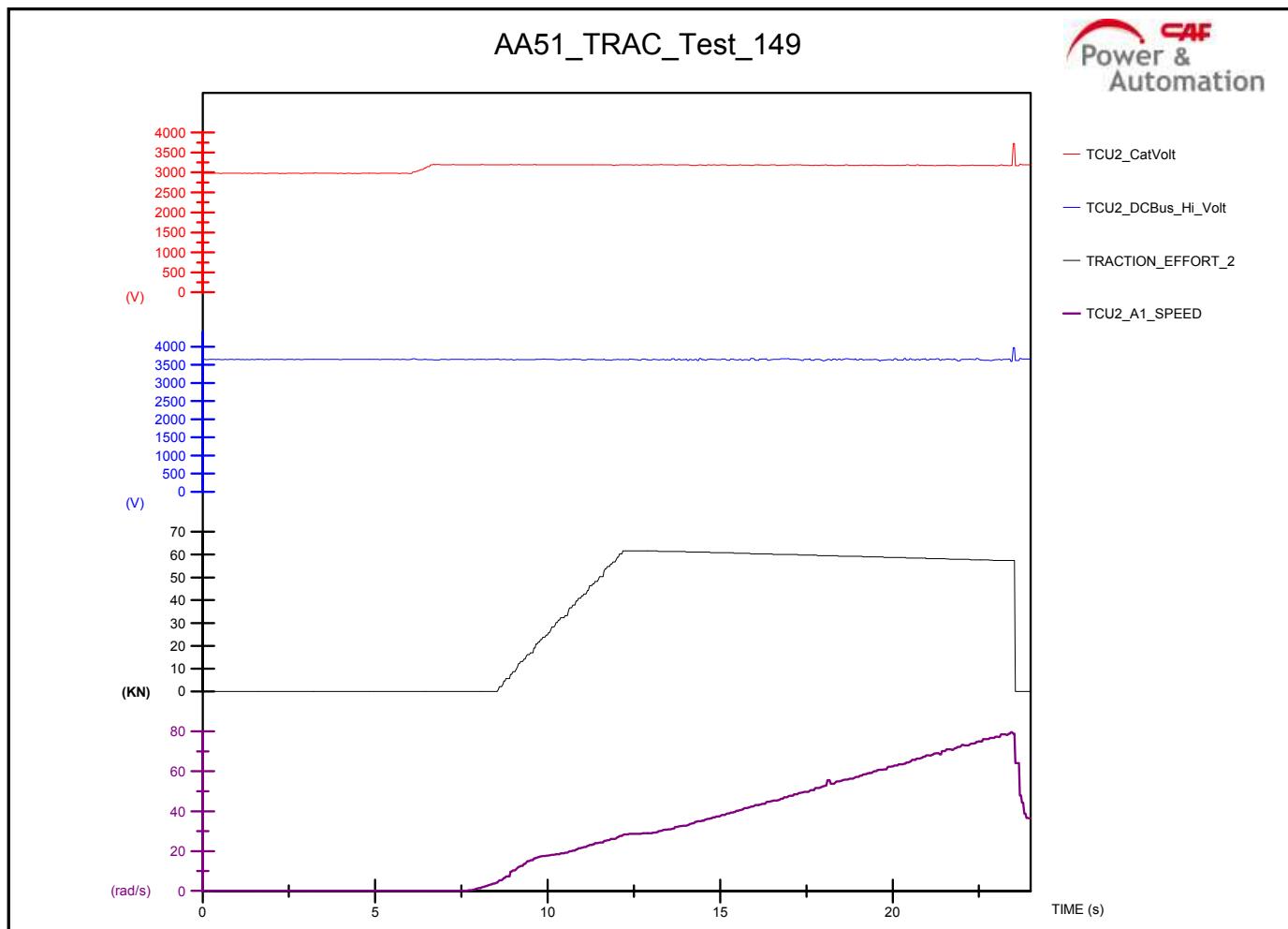
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 146 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 147 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_596

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Preparare un utensile per eliminare i segnali dell'encoder in modo sicuro.

Selezionare una rete

**Procedura di Prova**

Impostare il punto di funzionamento PT1.

Risultati Attesi:

Verificare che la commutazione degli IGBT venga fermata tramite i sensori di corrente

**Risultato**

OK       KO

Variabili da registrare:

V3-EFFORT

V4-PW

**Commenti:**

Per provocare l'errore senza necessità di scollegare l'encoder, si programma l'errore di disattivazione encoder al di sopra dei 15 m/s (54 km/h) per più di 4 secondi. Nella registrazione si vede che trascorsi 4 secondi dal superamento di tale velocità, lo sforzo massimo applicabile passa ad essere 0 per attivazione dell'allarme di scollegamento encoder.

**Data e Luogo:**

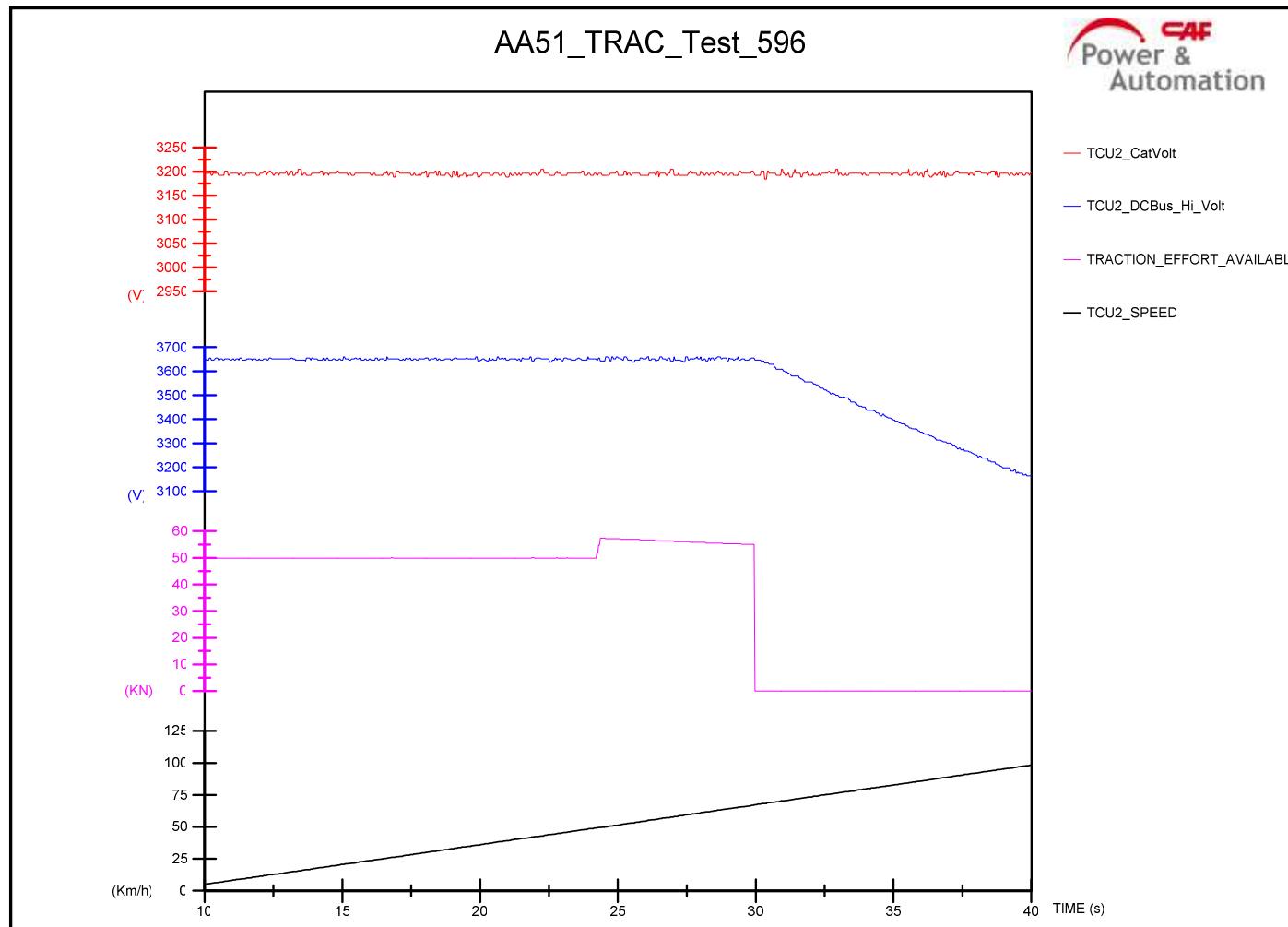
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 148 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 149 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_608

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Vcat= 3000 V or 1500V.

Le sonde differenziali vanno collegate ai punti di misurazione.

**Procedura di Prova**

Collegare l'alimentazione (3000V o 1500V) e caricare i bus

**Risultato**

Risultati Attesi:

La differenza tra i valori misurati (Vcat, Vbus\_low e Vbus\_high) con le sonde esterne e i valori indicati sull'involucro non deve superare il 5%

OK  KO

Variabili da registrare:

V4-PW

EXT

**Commenti:**

A sinistra si riporta la registrazione delle variabili di tensione lette dall'apparecchiatura di trazione. A destra la registrazione delle stesse tensioni tramite strumentazione del laboratorio. Le differenze massime si avvicinano ai 30V, il che suppone una differenza massima di un 1%.

**Data e Luogo:**

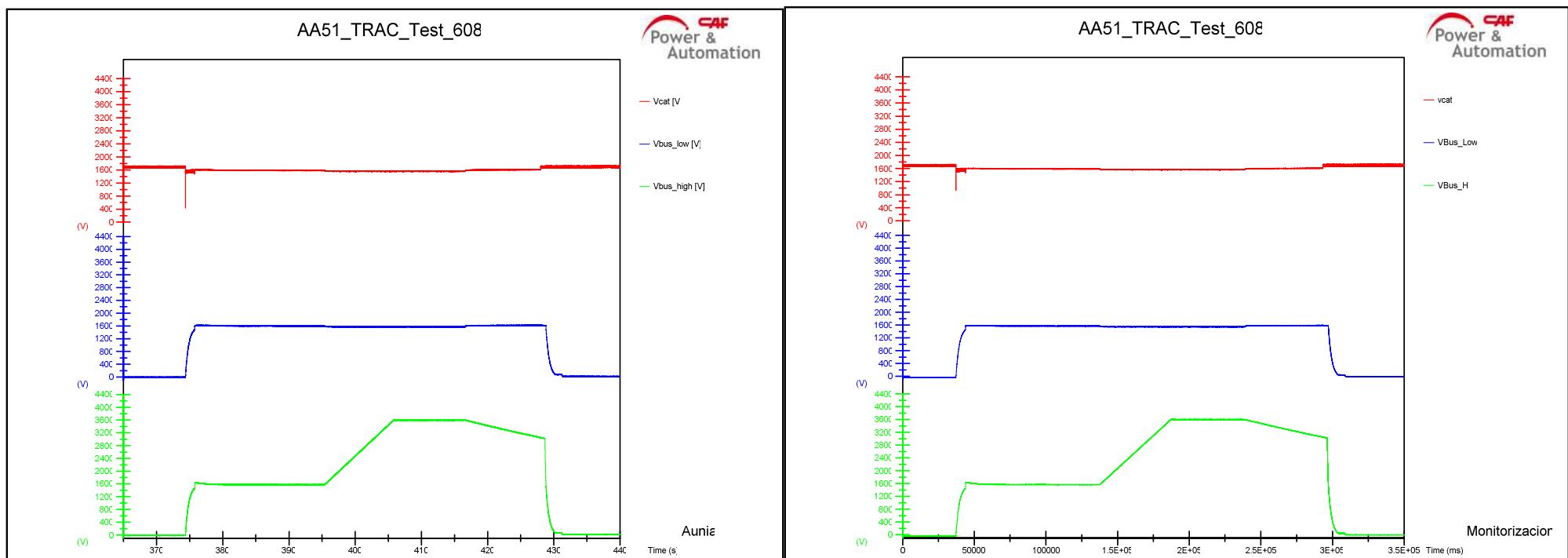
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 150 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 151 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_609

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Vcat= 3000 V or 1500V.

Le pinze amperometriche vanno collegate ai punti di misurazione.

Procedura di Prova	Risultato
Impostare il punto di funzionamento PT1.	<input checked="" type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> KO
<u>Risultati Attesi:</u> La differenza tra i valori misurati (Icat, Idcdc, Iu e Iv) con le pinze esterne e i valori indicati sull'involucro non deve superare il 5%	
<u>Variabili da registrare:</u> V4-PW EXT	

**Commenti:**

A sinistra si riporta la registrazione delle variabili di corrente istantanea lette dall'apparecchiatura di trazione. A destra la registrazione delle stesse correnti istantanee tramite strumentazione del laboratorio. La differenza nella linea aerea di contatto è di circa 15 A (3%). Nel caso dei sensori di corrente di fase, i valori di picco si avvicinano ai 630 A in entrambi i casi. In quanto al dcdc, se si filtra il segnale del monitoraggio, la differenza massima può arrivare ad essere di circa 20 A, che corrisponde ad un errore massimo di circa il 4%

**Data e Luogo:**

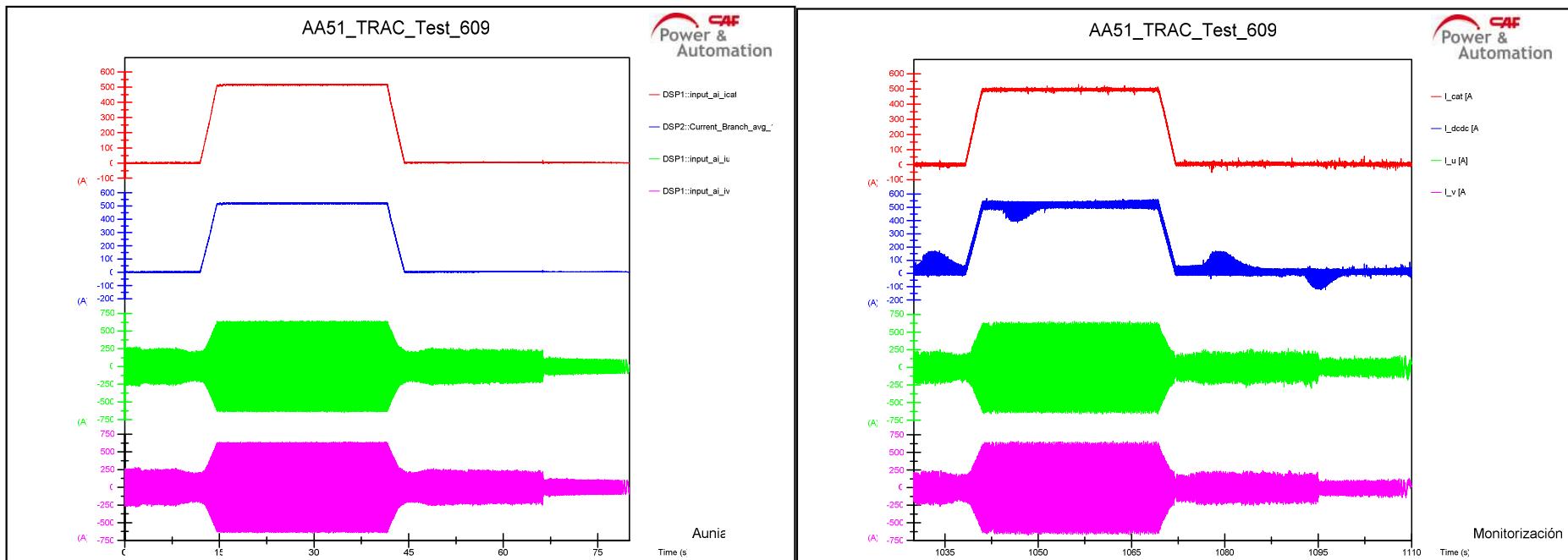
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 152 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 153 di 161

**Identificatore del Caso di Prova:** AA51\_TRAC\_Test\_610

**Condizioni iniziali, condizioni quadro e altre condizioni necessarie per eseguire il caso di prova:**

Per questa prova è necessario che il convertitore sia rimasto spento per diverse ore al fine di garantire che l'apparecchiatura sia a temperatura ambiente.

**Procedura di Prova**

Vanno letti e registrati tutti i valori della temperatura forniti dalla CPU VEGA. Inoltre ci dovrebbe essere una sonda di temperatura esterna che misuri la temperatura ambiente.

Risultati Attesi:

Tutte le temperature misurate (Th1\_igbt1, Th1\_igbt2, Th2\_igbt1, Th2\_igbt2 e Tamb) devono rientrare nella tolleranza del +-5% rispetto alla temperatura ambiente misurata.

Variabili da registrare:

V5-TEMP

EXT

**Risultato**

OK  KO

**Commenti:** Sono state registrate tutte le temperature associate ai moduli di IGBT che corrispondono alle seguenti variabili:

- TCU2\_InvTempSensor1
- TCU2\_InvTempSensor2
- TCU2\_InvTempSensor3
- TCU2\_CnvTempSensor1
- TCU2\_CnvTempSensor2
- TCU2\_ChoppTemp.

Nel grafico il valore viene indicato scalato affinché coincida con il suo valore reale.

La lettura della temperatura ambiente rilevata con una PT-100 era di 26.8°C.

La misurazione di tutte le temperature durante l'esecuzione della prova è rimasta all'interno del range 25,7-26,3 °C, nei limiti della tolleranza accettabile del 5% descritta per la prova il cui range corrisponderebbe a 25,46-28,14 °C.

**Data e Luogo:**

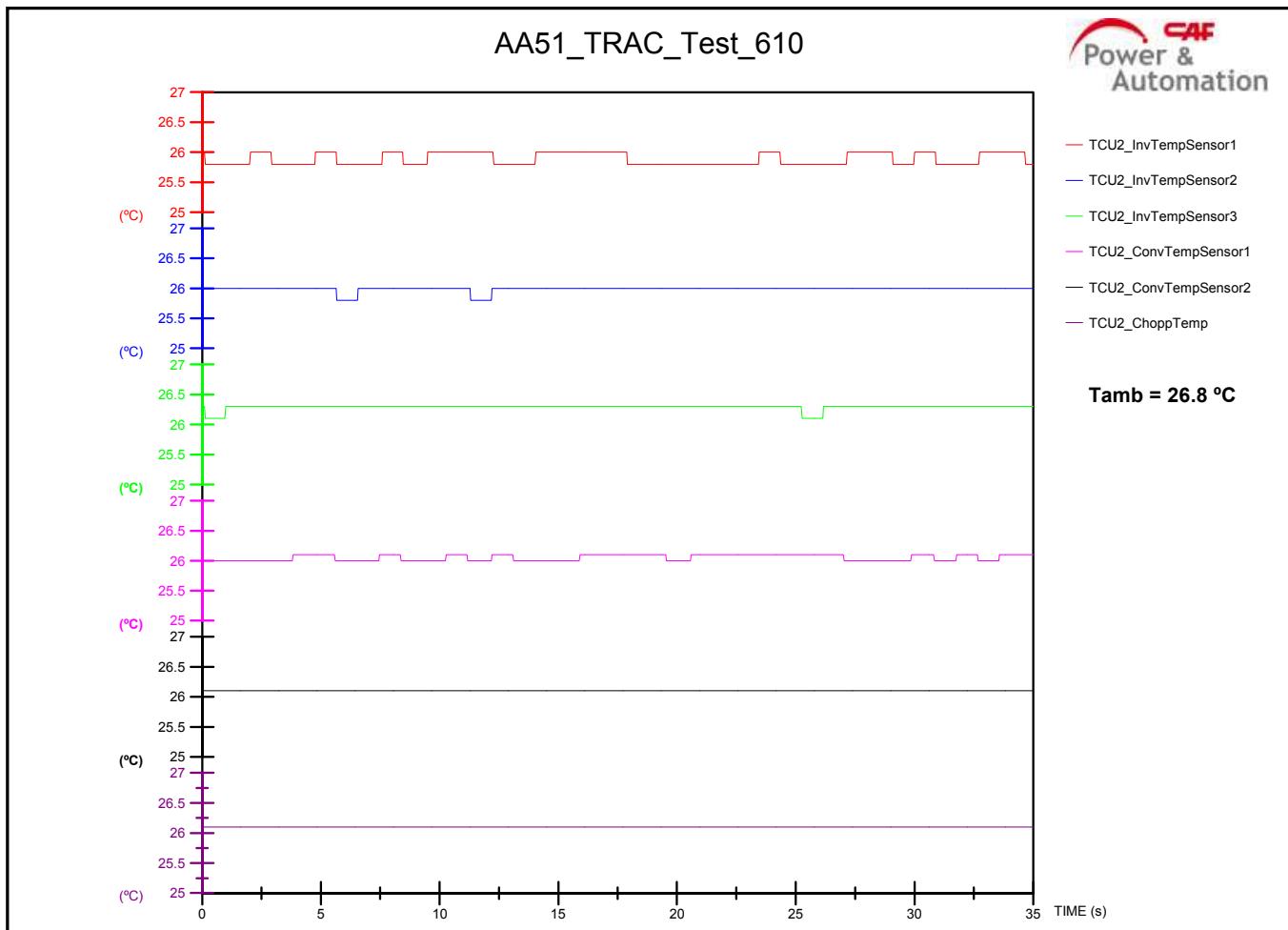
## RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 154 di 161





Power &  
Automation

## RAPPORTO DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 155 di 161

## 6. PARAMETRI E COSTANTI

RSIS\_3000V\_UMAX1 = 3900 V

RSIS\_3000V\_UMAX2 = 4200 V

RSIS\_3000V\_UMIN1 = 2000 V

RSIS\_1500V\_UMAX1 = 1800 V

RSIS\_1500V\_UMAX2 = 1950 V

RSIS\_1500V\_UMIN1 = 1000 V

Percentage\_tolerance = 3%

PUNTO DI FUNZIONAMENTO:

TRAZIONE

PT1 - Coppia max, Potenza max

PT2 - 75% (Coppia max, Potenza max)

PT3 - 50% (Coppia max, Potenza max)

PT4 - 25% (Coppia max, Potenza max)

PT5 - Max Velocità, Max diametro

PT6 - Max Velocità, Max diametro.

FRENATURA (Come spiegato in AA51\_TRAC\_Test\_485 se viene scelto lo scenario LBT il punto PF potrebbe essere modificato per la prova)

PF1 - Coppia max, Potenza max

PF2 - 75% (Coppia max, Potenza max)

PF3 - 50% (Coppia max, Potenza max)

PF4 - 25% (Coppia max, Potenza max)

PF5 - Max Velocità, Max diametro

PF6 - Max Velocità, Max diametro.



Power &  
Automation

## PROCEDURA DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

COD. DITTA: 1221

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 156 di 161

### **ALLEGATO I**

### **ALLEGATO DI SICUREZZA**



Power &  
Automation

## PROCEDURA DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

COD. DITTA: 1221

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 157 di 161

## 7. PROVE DI SICUREZZA

I risultati delle prove in materia di sicurezza si trovano in allegato allo stesso codice (B.20.92.101.51) e titolo "Annesso di sicurezza".



Power &  
Automation

## PROCEDURA DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

COD. DITTA: 1221

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 158 di 161

### ALLEGATO 2

### RAPPORTO PROVE EMC



Power &  
Automation

## PROCEDURA DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

COD. DITTA: 1221

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 159 di 161

## 8. PROTOCOLLO PROVE EMC

Il rapporto di prova EMC non si è realizzato ancora.



Power &  
Automation

## PROCEDURA DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

COD. DITTA: 1221

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 160 di 161

### ALLEGATO 3

### RAPPORTO PROVE VIBRAZIONE



Power &  
Automation

## PROCEDURA DI PROVE E COLLAUDI

### RAPPORTO DI PROVE LABORATORIO ARMADIO DI TRAZIONE

LOCOMOTIVA E401

COD. DITTA: 1221

CODICE: B.20.92.101.51

EDIZIONE: A

Pag. 161 di 161

### 9. RAPPORTO PROVE VIBRAZIONE

Il protocollo di prova di vibrazione è nel documento “**AA.51.M6.0001 - Rapporto Prova Vibrazioni Armadio Trazione**”



**Power &  
Automation**

## **SAFETY – CERTIFICAZIONE DEI RISULTATI (PROVA IN ORIGINE)**

### **RESULTATI PROVA DI SICUREZZA**

**LOCOMOTIVA E401**

**CODICE: B.20.92.101.51**

**EDIZIONE: A**

Pag. 1 di 2

### **VERIFICA DEI REQUISITI DI SICUREZZA**

CODICE REQUISITO BERDE	REQUISITO	CASO DI PROVA	RISULTATI		OSSERVAZIONI
			OK	NOK	
2130	Le resistenze di frenatura devono avere protezione a temperatura eccessiva	AA51_TRAC_Test_587	X		
2177	Un test deve essere eseguito al fine di garantire che siano rispettate i tempi di scarica di 10 minuti.	AA51_TRAC_Test_543	X		
2179	Una prova di tipo all'origine deve essere effettuata per l'armadio di trazione al fine di garantire che la protezione sovrattensione funziona correttamente e deve essere fornito il rapporto corrispondente	AA51_TRAC_Test_144, 574, 9, 151, 577	X		
2211	Il jerk di trazione dovrebbe essere limitato	AA51_TRAC_Test_60, 511, 61, 512, 64, 513, 65, 514, 98, 99, 517, 518, 519, 520	X		

**RISULTATO DELLA PROVA:**

**OK  / NOK**

<b>Nome Operatore:</b> <b>Firma:</b> <b>Data:</b>	<b>Nome R. Collaudi:</b> <b>Firma:</b> <b>Data:</b>
<b>Nome Gerente Sicurezza Progetto:</b> <b>Firma:</b> <b>Data:</b>	<b>Nome R. Cliente:</b> <b>Firma:</b> <b>Data:</b>



Power &  
Automation

**SAFETY – CERTIFICAZIONE DEI RISULTATI  
(PROVA IN ORIGINE)**

**RESULTATI PROVA DI SICUREZZA**

LOCOMOTIVA E401

**CODICE: B.20.92.101.51**

**EDIZIONE: A**

Pag. 2 di 2

**CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA**

Nº	Descrizione della Lista di Configurazione	Codice	Revisione
1	Armadio di trazione	B.20.98.301.01	
2			
3			
4			
5			

**REGISTRO DEI NUMERI DI SERIE**

Nº	Codice CAF	Elemento	Nº Serie
1			
2			
3			
4			
5			

**OSSERVAZIONI:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Nome Operatore:**

Firma:

Data:

**Nome Gerente Sicurezza Progetto:**

Firma:

Data:

**Nome R. Collaudi:**

Firma:

Data:

**Nome R. Cliente:**

Firma:

Data:



# Rapporto Di Prova Vibrazioni Armadio Trazione E402

LA VERSIONE UFFICIALE ED AGGIORNATA DEL PRESENTE DOCUMENTO SI TROVA SUL SERVER DI CAF POWER & AUTOMATION IN  
FORMATO ELETTRONICO; LE COPIE STAMPATE SONO **COPIE NON CONTROLLATE**

Elaborato da:	Rivisto da:	Approvato da:
ENEA	Ion Onandia	Itxaso Segues

© CAF Power & Automation, S.L.

Il presente documento contiene informazioni riservate di proprietà di CAF Power & Automation, S.L., pertanto non potrà essere utilizzato a fini diversi da quelli concordati. La riproduzione, trasmissione o uso da parte di terzi, di questo documento o di parte del suo contenuto, non sono permesse senza espressa autorizzazione per iscritto di CAF Power & Automation, S.L.

## Rapporto di Prova

SITEC 2016/01

**Titolo** Prove di vibrazione random e shock su convertitore di trazione

**Committente** CAF Power & Automation

**Indirizzo** Poligono Katategi, Parcela 3 bis  
20271 Irura, Spain

**Apparato** AA.51: Trenitalia

**Numero di parte** N/D

**Numero di serie** N/D

**Numero di pagine** 59

Questo documento è di esclusiva proprietà dell'ENEA. Qualsiasi riproduzione può essere eseguita solo in forma completa e deve essere preventivamente autorizzata dall'ENEA.

Revisione	Data di emissione	Revisione	Convalida	Approvazione
A	04/02/2016	Francesco Di Biagio	Paolo D'Atanasio	Gerardo De Canio

**CRONOLOGIA DELLE REVISIONI**

<i>Revisione</i>	<i>Data</i>	<i>Motivo della revisione</i>
0	25/01/2016	<i>Bozza</i>
A	04/02/2016	<i>Prima emissione</i>

**LISTA DI DISTRIBUZIONE**

<i>Data</i>	<i>Indirizzo</i>
04/02/2016	CAF Power & Automation ENEA SSPT-USER-SITEC

***INDICE***

CRONOLOGIA DELLE REVISIONI.....	2
LISTA DI DISTRIBUZIONE .....	2
INDICE.....	3
INDICE DELLE FIGURE .....	4
LISTA DEGLI ACRONIMI.....	5
1. Informazioni generali .....	6
2. Documentazione di riferimento .....	6
3. Strumentazione di prova.....	7
4. Prove dinamiche .....	8
5. Prove di urto .....	8
6. Interfaccia di prova .....	9
7. Sequenza di prova .....	9
8. Risultati di prova .....	9
9. Note finali .....	9
Appendice.....	10
A.1. Immagini e figure .....	10
A.2. Specifiche tecniche tavola sismica “Master”.....	18
A.3. Specifiche tecniche accelerometro PCB 356A15.....	18
A.4. Specifiche tecniche accelerometro PCB 356A25.....	18
A.5. Grafici dei risultati sperimentali .....	19

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Tavola sismica 4 x 4 mt .....	10
Figura 2 – Dettaglio dell' accelerometro .....	10
Figura 3 – Vista dell'apparato montato sulla tavola e rispettivi assi di riferimento .....	11
Figura 4 – Posizione accelerometri: lato posteriore .....	12
Figura 5 – Posizione accelerometro AA51-2 .....	13
Figura 6 – Posizione accelerometri di controllo e AA51-4 .....	14
Figura 7 – Dettaglio accelerometro AA51-1 .....	15
Figura 8 – Dettaglio accelerometro AA51-3 .....	15
Figura 9 – Spettro di riferimento prove funzionali e di durata .....	16
Figura 10 – Spettro di riferimento prove di urto .....	17
Figura 11 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro di controllo – time 1h:21min .....	19
Figura 12 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-1 – time 1h:21min .....	20
Figura 13 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-2 – time 1h:21min .....	21
Figura 14 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-3 – time 1h:21min .....	22
Figura 15 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-4 – time 1h:21min .....	23
Figura 17 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-1 – time 3h:39min .....	25
Figura 18 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-2 – time 3h:39min .....	26
Figura 19 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-3 – time 3h:39min .....	27
Figura 20 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-4 – time 3h:39min .....	28
Figura 21 – Prova di urti positivi asse Z –accelerometro di controllo – Urti 3 di 3 .....	29
Figura 22 – Prova di urti negativi asse Z –accelerometro di controllo – Urti 3 di 3 .....	30
Figura 24 – Prova funzionale asse Z – PSD accelerometro AA.51-1.....	32
Figura 25 – Prova funzionale asse Z – PSD accelerometro AA.51-2.....	33
Figura 26 – Prova funzionale asse Z – PSD accelerometro AA.51-3.....	34
Figura 27 – Prova funzionale asse Z – PSD accelerometro AA.51-4.....	35
Figura 28 – Prova di durata asse Y – PSD accelerometro di controllo .....	36
Figura 29 – Prova di durata asse Y – PSD accelerometro AA.51-1.....	37
Figura 30 – Prova di durata asse Y – PSD accelerometro AA.51-2.....	38
Figura 31 – Prova di durata asse Y – PSD accelerometro AA.51-3.....	39
Figura 32 – Prova di durata asse Y – PSD accelerometro AA.51-4.....	40
Figura 33 – Prova di urti positivi asse Y –accelerometro di controllo – Urti 3 di 3 .....	41
Figura 34 – Prova di urti negativi asse Y –accelerometro di controllo – Urti 3 di 3 .....	42
Figura 35 – Prova funzionale asse Y – PSD accelerometro di controllo .....	43
Figura 36 – Prova funzionale asse Y – PSD accelerometro AA.51-1.....	44
Figura 37 – Prova funzionale asse Y – PSD accelerometro AA.51-2.....	45
Figura 38 – Prova funzionale asse Y – PSD accelerometro AA.51-3.....	46
Figura 39 – Prova funzionale asse Y – PSD accelerometro AA.51-4.....	47
Figura 40 – Prova di durata asse X – PSD accelerometro di controllo .....	48
Figura 41 – Prova di durata asse X – PSD accelerometro AA.51-1.....	49
Figura 42 – Prova di durata asse X – PSD accelerometro AA.51-2.....	50
Figura 43 – Prova di durata asse X – PSD accelerometro AA.51-3.....	51
Figura 44 – Prova di durata asse X – PSD accelerometro AA.51-4.....	52
Figura 45 – Prova di urti positivi asse X –accelerometro di controllo – Urti 3 di 3 .....	53
Figura 46 – Prova di urti negativi asse X –accelerometro di controllo – Urti 3 di 3 .....	54
Figura 47– Prova funzionale asse X – PSD accelerometro di controllo.....	55
Figura 48 – Prova funzionale asse X – PSD accelerometro AA.51-1 .....	56
Figura 49 – Prova funzionale asse X – PSD accelerometro AA.51-2 .....	57
Figura 50 – Prova funzionale asse X – PSD accelerometro AA.51-3 .....	58
Figura 51 – Prova funzionale asse X – PSD accelerometro AA.51-4 .....	59

## ***LISTA DEGLI ACRONIMI***

APSD	<i>Acceleration power spectral density</i>
DOF	<i>Gradi di libertà</i>
EUT	<i>Apparato in prova</i>
FRF	<i>Frequency response function</i>
ID	<i>Identificativo</i>
PSD	<i>Power spectral density</i>
P/N	<i>Numero di parte</i>
S/N	<i>Numero di serie</i>

## 1. Informazioni generali

**Titolo rapporto** Prove di vibrazione random e shock su convertitore di trazione AA.51: Trenitalia

**Numero del rapporto** SITEC 2016/01

**Revisione** A

**Data** 04/02/2016

**Numero di pagine** 59

**Oggetto commessa** Prove di vibrazione random e shock su convertitore di trazione AA.51: Trenitalia

**Numero commessa** N/D

**Committente** CAF Power & Automation  
Polígono Katategi, Parcela 3 bis – Pabellón n° 1,  
20271 Irura, Spain

**Sito delle Probe** Laboratorio ENEA SSPT-USER-SITEC  
Centro Ricerche Casaccia – Roma – Italia

**Data inizio prove** 09/12/2015

**Data fine prove** 14/12/2015

<b>Personale coinvolto</b>	Francesco Di Biagio	ENEA	Tecnico
	Alessandro Picca	ENEA	Tecnico
	Alessandro Colucci	ENEA	Tecnico
	Massimiliano Baldini	ENEA	Tecnico
	Ane Galparsoro Jauregui	CAF Power & Automation	
	Benat Luluaga Redondo	CAF Power & Automation	
	Aritz Arrizabalaga Canellada	CAF Power & Automation	
	Joseba Irazustabarrena	CAF Power & Automation	

## 2. Documentazione di riferimento

Rif.	Numero	Titolo	Editore
[R1]	CEI EN 61373: 2000-10 1st Ed. + EC 1 Corresponding to the European Standard EN 61373:1999-04 and to the International Standard IEC 61373:1999-01;	Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Materiale rotabile - Prove d'urto e di vibrazioni. <i>Railway applications. Rolling stock equipment - Shock and vibration tests.</i>	CEI

### 3. Strumentazione di prova

<i>Tavola sismica</i>	Tavola MTS 4 x 4 mt (Fig. 1)	
<i>Specifiche tecniche</i>	Appendice 1	
<i>Sistema di controllo</i>	LMS SCADAS III (hardware) LMS Test Lab (software)	
<i>Accelerometro di controllo</i>	Accelerometro triassiale PCB modello 356A15 ICP	
<i>Accelerometri di misura</i>	N. 2 Accelerometri triassiale PCB modello 356A15 ICP N. 2 Accelerometri triassiale PCB modello 356A26 ICP	
<i>Sistema di acquisizione</i>	Sistema hardware LMS SCADAS III a 24 bit A/D converter, controllato con dal software LMS Test Lab	
<i>Specifiche tecniche</i>	Appendice 1	
<b>Posizione accelerometri (Figure 4-8)</b>		
<i>ID Accelerometro</i>	<i>Modello (S/N)</i>	<i>Descrizione della posizione</i>
Control	356A15 (S/N LW140662)	Accelerometro posizionato sulla tavola
AA.51-1	356A15 (S/N 33671)	Accelerometro di misura posizionato su Expansion tank
AA.51-2	356A26 (S/N 139518)	Accelerometro di misura posizionato su Main contactor
AA.51-3	356A26 (S/N 63945)	Accelerometro di misura posizionato su Traction core
AA.51-4	356A15 (S/N LW 14066)	Accelerometro di misura posizionato sulla base

## 4. Prove dinamiche

***Prove funzionali***

Vibrazioni Random Categoria 1- Class A – Montaggio su cassa – Spettro ASD  
Range di frequenza: 2 Hz – 60 Hz  
Livello di accelerazione: in accordo con lo spettro riportato in Fig. 9  
Durata: 15 minuti per asse.

***Prove di durata***

Vibrazioni Random Categoria 1- Class A – Montaggio su cassa – Spettro ASD  
Range di frequenza: 2 Hz – 60 Hz  
Livello di accelerazione: in accordo con lo spettro riportato in Fig. 9  
Durata: 5 ore per asse.

**Note:** Le direzioni citate dalla normativa di riferimento come **longitudinale, trasversale e verticale** corrispondono nella presente relazione, rispettivamente, agli assi **X, Y e Z**, salvo ove diversamente indicato.

## 5. Prove di urto

***Prove di urto***

Numero di urti: 3 positivi e 3 negativi per asse  
Picco: 3 g asse verticale, trasversale  
Picco: 5 g asse longitudinale  
Forma dell'impulso: semisinusoidale  
Durata: 30 ms  
Riferimento: Fig 10

**Note:** I livelli di prova applicati sono quelli riportati dalla normativa CEI EN 61373 2000-10 [R1] per la categoria 1 Classe A.

## 6. Interfaccia di prova

*Progettata da* CAF Power & Electronic

*Realizzata da* CAF Power & Electronic

## 7. Sequenza di prova

- Sequenza di prova*
1. Prova di durata asse Z, Urti asse Z, funzionale asse Z.
  2. Prova di durata asse X, Urti asse X, funzionale asse X.
  3. Prova di durata asse Y, Urti asse Y, funzionale asse Y.

*Controllo apparato* Esame visivo e funzionale dell' apparato in prova è stato eseguito dal personale CAF.

## 8. Risultati di prova

I grafici delle prove sono riportati in Appendice 5, Figure 11-51.

## 9. Note finali

*Data: 09/12/2015*

La prova di durata lungo l'asse Z è stata interrotta dopo 1 ora e 21 minuti, per motivi tecnici dovuti alla perdita del segnale di controllo.

La prova è stata ripresa ed è stata condotta a termine senza ulteriori interruzioni.

## Appendice

### A.1. Immagini e figure



Figura 1 – Tavola sismica 4 x 4 mt

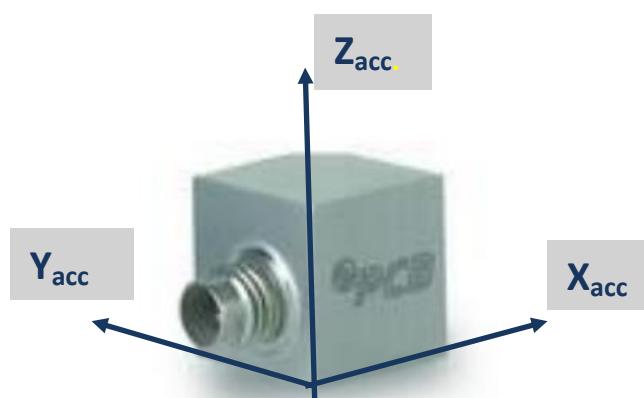


Figura 2 – Dettaglio dell' accelerometro

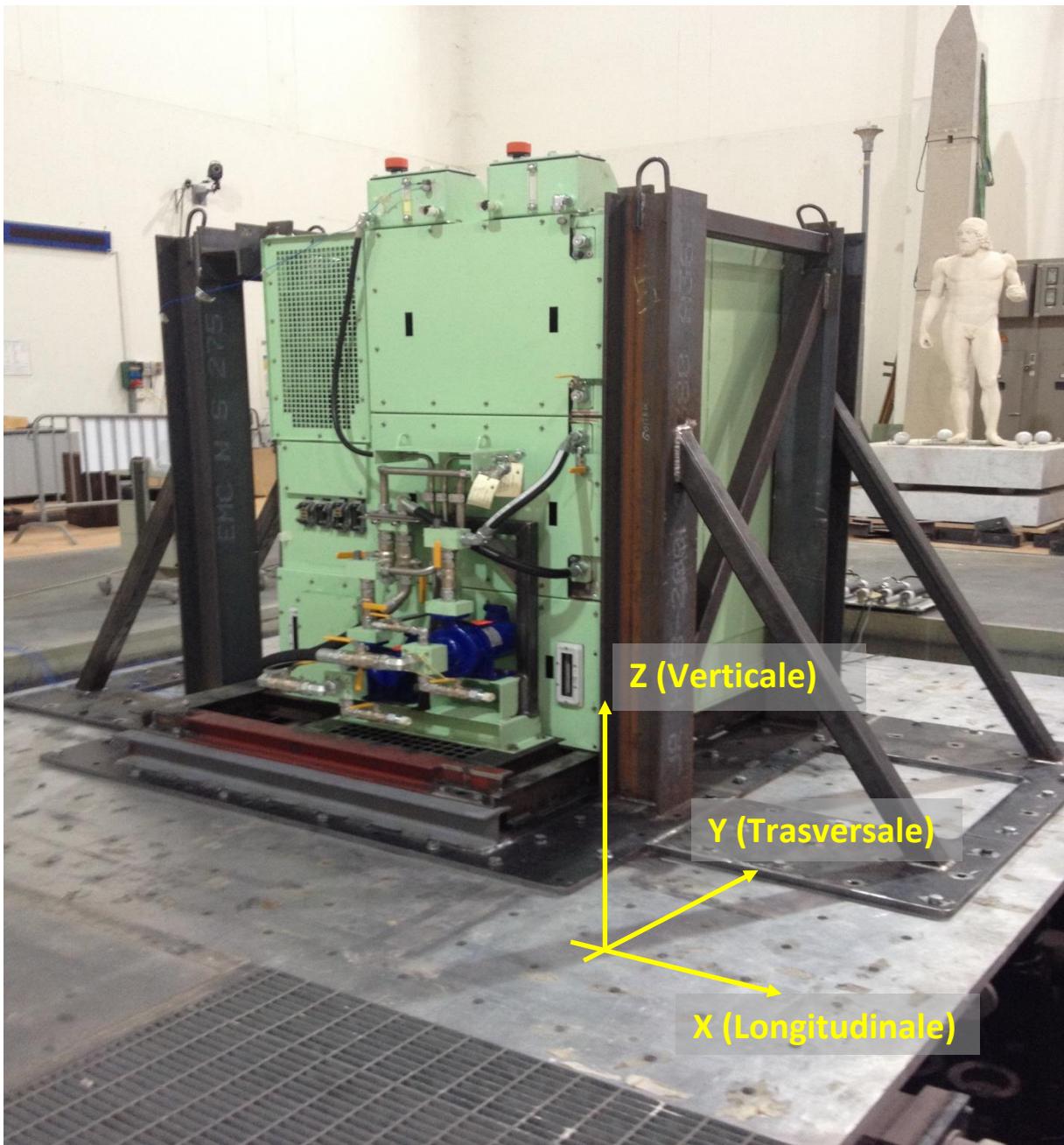


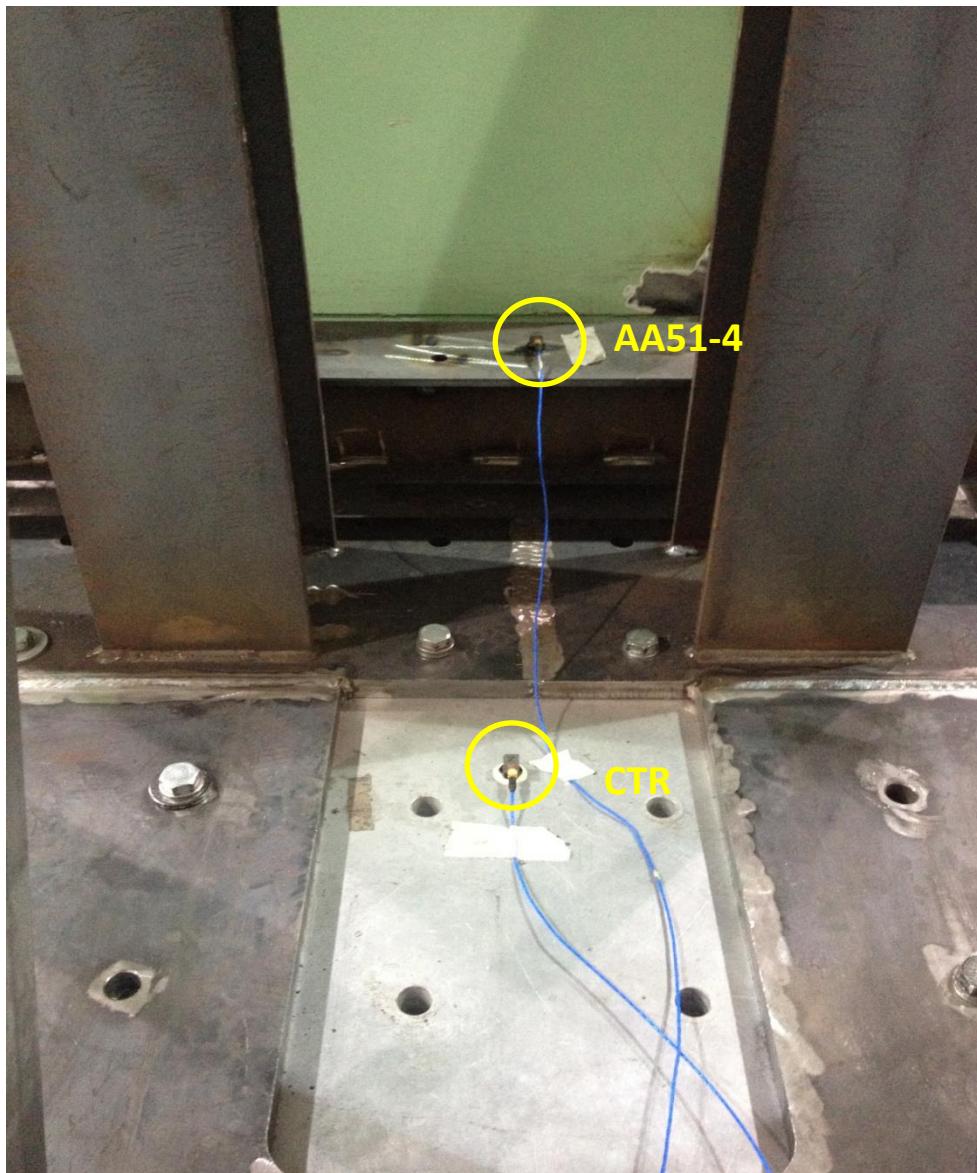
Figura 3 – Vista dell'apparato montato sulla tavola e rispettivi assi di riferimento



**Figura 4 – Posizione accelerometri: lato posteriore**



**Figura 5 – Posizione accelerometro AA51-2**



**Figura 6 – Posizione accelerometri di controllo e AA51-4**



Figura 7 – Dettaglio accelerometro AA51-1

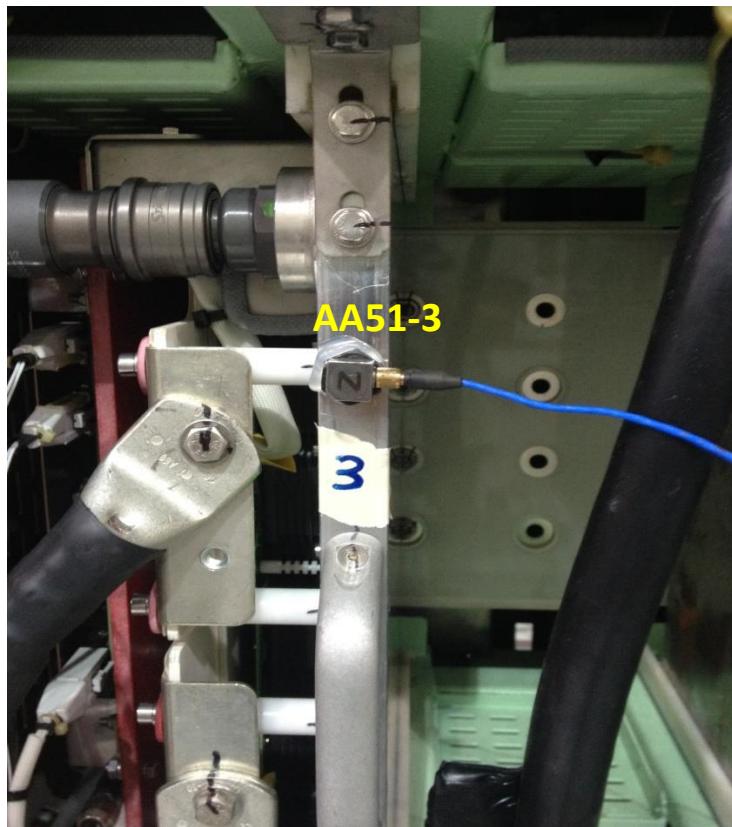


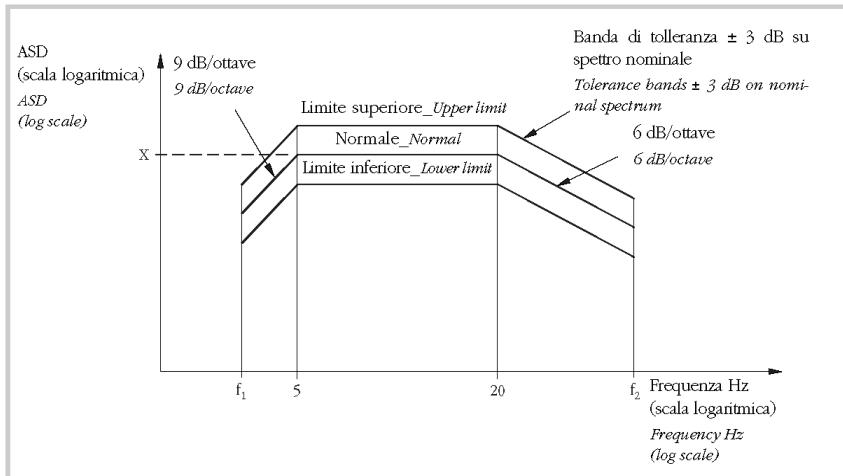
Figura 8 – Dettaglio accelerometro AA51-3



Fig. 1 Category 1 – Class A – Body-mounted ASD – spectrum  
CATEGORIA 1 - CLASSE A - Montaggio su cassa - Spettro ASD

quando la massa <i>when mass</i>	< 500 kg:	$f_1 = 5 \text{ Hz}$	$f_2 = 150 \text{ Hz}$
quando la massa <i>when mass</i>	$> 500 \text{ kg} < 1250 \text{ kg:}$	$f_1 = \frac{1250}{\text{massa\_mass}} \times 2 \text{ Hz}$	$f_2 = \frac{1250}{\text{massa\_mass}} \times 60 \text{ Hz}$
quando la massa <i>when mass</i>	$> 1250 \text{ kg:}$	$f_1 = 2 \text{ Hz}$	$f_2 = 60 \text{ Hz}$

	Verticale <i>Vertical</i>	Trasversale <i>Transverse</i>	Longitudinale <i>Longitudinal</i>
Prove funzionali Livello ASD <i>Functional test ASD level</i> (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz	0,0164	0,0041	0,0073
Valore efficace m/s <sup>2</sup> <i>RMS value m/s<sup>2</sup></i> da 5 Hz a_ to 150 Hz	0,75	0,37	0,50
Prove di durata Livello ASD <i>Long life test ASD level</i> (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz	1,034	0,250	0,452
Valore efficace m/s <sup>2</sup> <i>RMS value m/s<sup>2</sup></i> da 5 Hz a_ to 150 Hz	5,9	2,9	3,9
Nota_e			
(1) Per parti provate con frequenze di prova inferiori a 5 Hz, i livelli di prova efficaci saranno superiori a quelli indicati sopra. <i>For items with test frequencies less than 5 Hz the r.m.s. levels will be higher than those quoted above.</i>			
(2) Per parti provate con frequenze di prova inferiori a 150 Hz, i livelli di prova efficaci saranno inferiori a quelli indicati sopra. <i>For items with test frequencies less than 150 Hz the r.m.s. levels will be lower than those quoted above.</i>			
(3) Se esistono frequenze superiori a $f_2$ , esse possono essere comprese, l'ampiezza è stabilita estendendo la linea di smorzamento di 6 dB/octave fino a quella che interseca la frequenza massima necessaria. In tale caso i livelli efficaci saranno aumentati. <i>If frequencies above <math>f_2</math> are known to exist they may be included, the amplitude being established by extending the 6 dB/octave decay line until it intersects the maximum frequency required. In such cases the r.m.s. levels will be increased.</i>			



NORMA TECNICA  
CEI EN 61373:2000-10

Pagina 16 di 40

Copia concessa a ENEA C.R.E. E.CLEMENTEL in data 28/03/2011 da CEI-Comitato Elettrotecnico Italiano

Figura 9 – Spettro di riferimento prove funzionali e di durata

Fig. 6 Shock test tolerance – Bands half sine pulse

## CAPTION

- a** Upper bounds
- b** Normal pulse
- c** Lower bounds
- d** Integration time = 1,5 D
- e** Monitoring duration of shock tester = 2,4 D
- f** Monitoring duration of vibration generation = 6 D

Bande di tolleranza delle prove di urto - Impulsi se-misinusoidali

## LEGENDA

- a** Limiti superiori
- b** Impulso nominale
- c** Limiti inferiori
- d** Durata di integrazione = 1,5 D
- e** Durata di monitoraggio del dispositivo di prova di urto = 2,4 D
- f** Durata di monitoraggio del generatore di vibrazione = 6 D

Categoria Category	Orientamento Orientation	Accelerazione di picco Peak acceleration A ( $\text{m/s}^2$ )	Durata nominale Nominal duration D (ms)
1 Classe A e Classe B _Class A and class B Montaggio su cassa Body mounted	Verticale _Vertical	30	30
	Trasversale _Transverse	30	30
	Longitudinale _Longitudinal	50	30
2 Montaggio su carrello Bogie mounted	Tutti _All	300	18
3 Montaggio sull'asse Axle mounted	Tutti _All	1000	6

**Note:** Alcune apparecchiature di categoria 1 destinate ad applicazioni specifiche possono richiedere prove di urto supplementari con delle accelerazioni di picco A di 30  $\text{m/s}^2$  e una durata D di 100 ms. In tali casi si raccomanda che tali livelli di prova siano richiesti e concordati prima delle prove.  
*Some category 1 equipment intended for specific applications may require additional shock testing with peak accelerations A of 30  $\text{m/s}^2$  and duration D of 100 ms. In such cases these test levels should be requested and agreed prior to testing.*

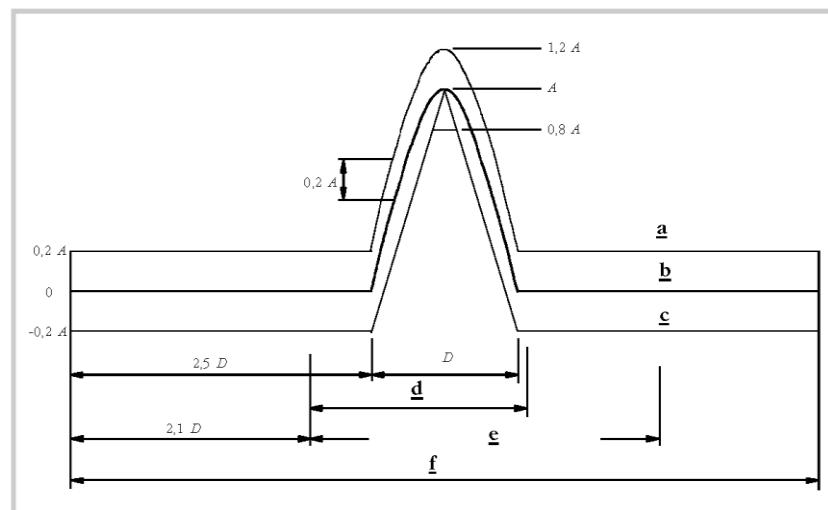


Figura 10 – Spettro di riferimento prove di urto

## A.2. Specifiche tecniche tavola sismica “Master”

<i>Caratteristica</i>	<i>Dati tecnici</i>
<i>Gradi di libertà</i>	6
<i>Dimensioni</i>	4 m x 4 m
<i>Range di frequenza</i>	(0 ÷ 50) Hz
<i>Prove fattibili</i>	<i>Shock, random, sine, SRS</i>
<i>Massi accelerazione</i>	3 g (peak)
<i>Massima velocità</i>	1.0 m/s (peak)
<i>Massimo spostamento</i>	0.25 m (peak to peak)
<i>Peso Massimo consentito</i>	10.000 kg
<i>Altezza massima consentita per il baricentro dell'apparato in prova</i>	1 m

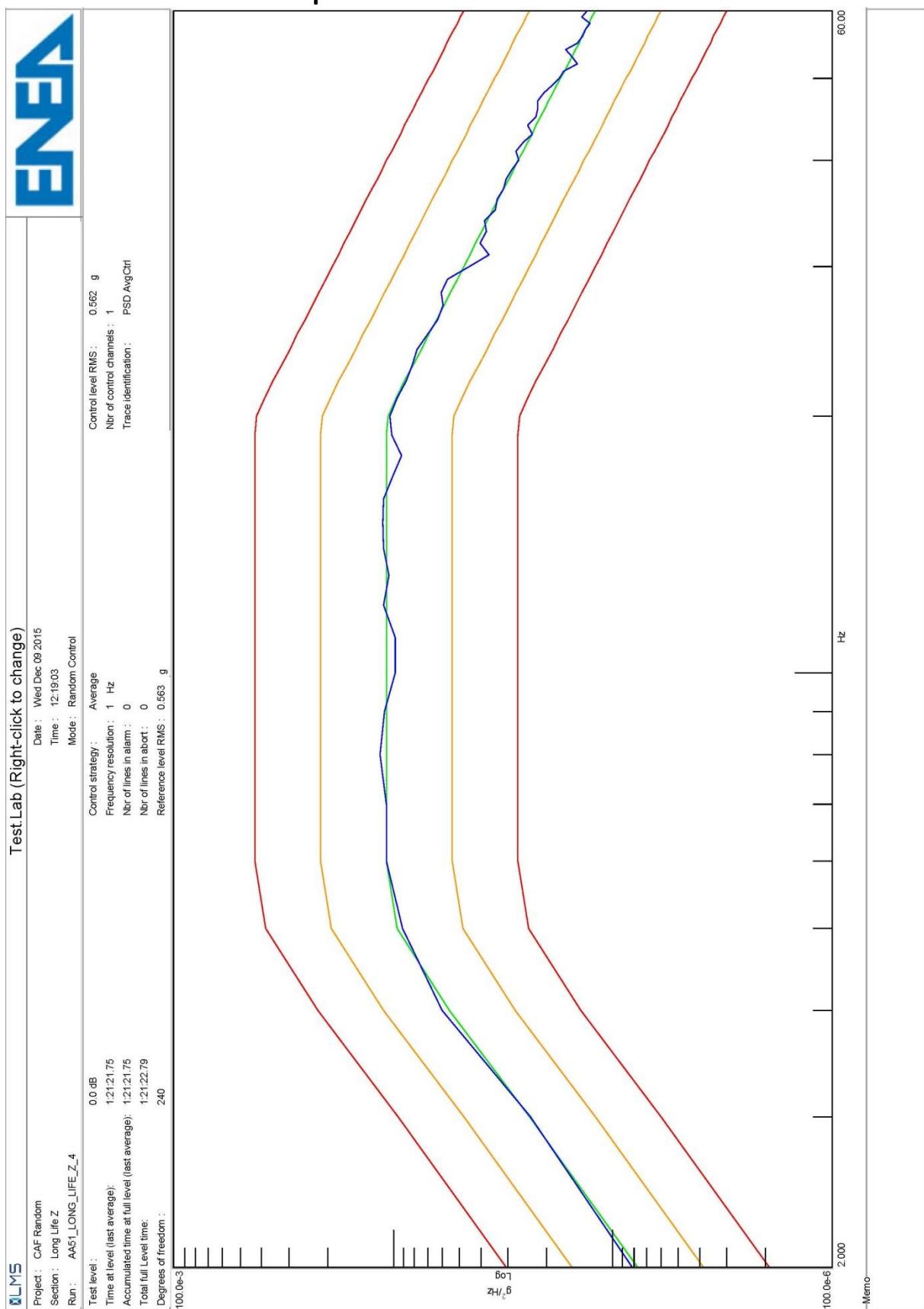
## A.3. Specifiche tecniche accelerometro PCB 356A15

<i>Caratteristica</i>	<i>Dati tecnici</i>
<i>Sensibilità nominale</i>	100 mV/g
<i>Range di frequenza nominale</i>	2 Hz ÷ 5 kHz
<i>Accelerazione massima</i>	± 50 g
<i>Risoluzione sull'intera banda di frequenze</i>	0.0002 g <sub>rms</sub>

## A.4. Specifiche tecniche accelerometro PCB 356A25

<i>Caratteristica</i>	<i>Dati tecnici</i>
<i>Sensibilità nominale</i>	50 mV/g
<i>Range di frequenza nominale</i>	1 Hz ÷ 5 kHz
<i>Accelerazione massima</i>	± 100 g
<i>Risoluzione sull'intera banda di frequenze</i>	0.0002 g <sub>rms</sub>

## A.5. Grafici dei risultati sperimentali



**Figura 11 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro di controllo – time 1h:21min**

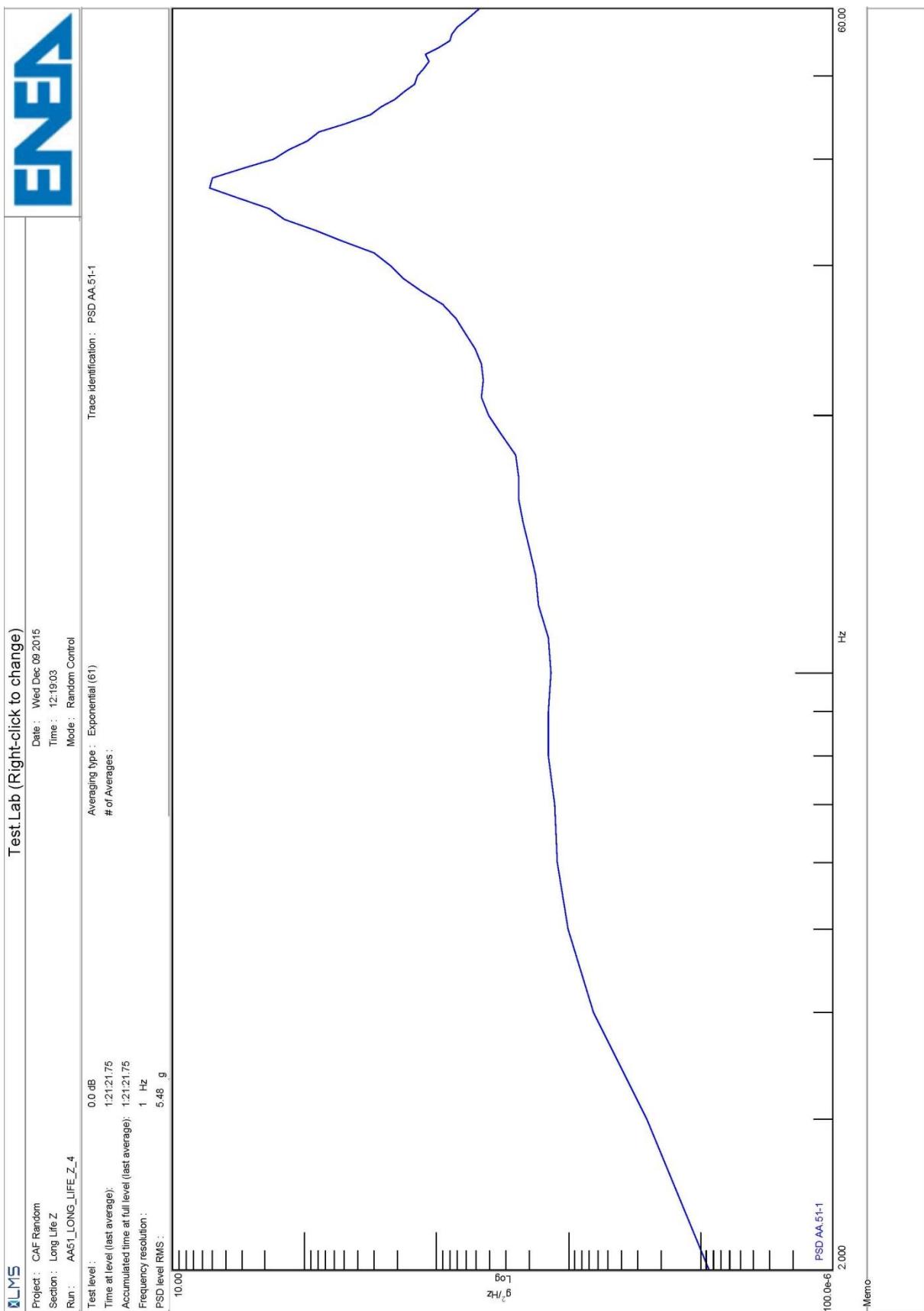


Figura 12 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-1 – time 1h:21min

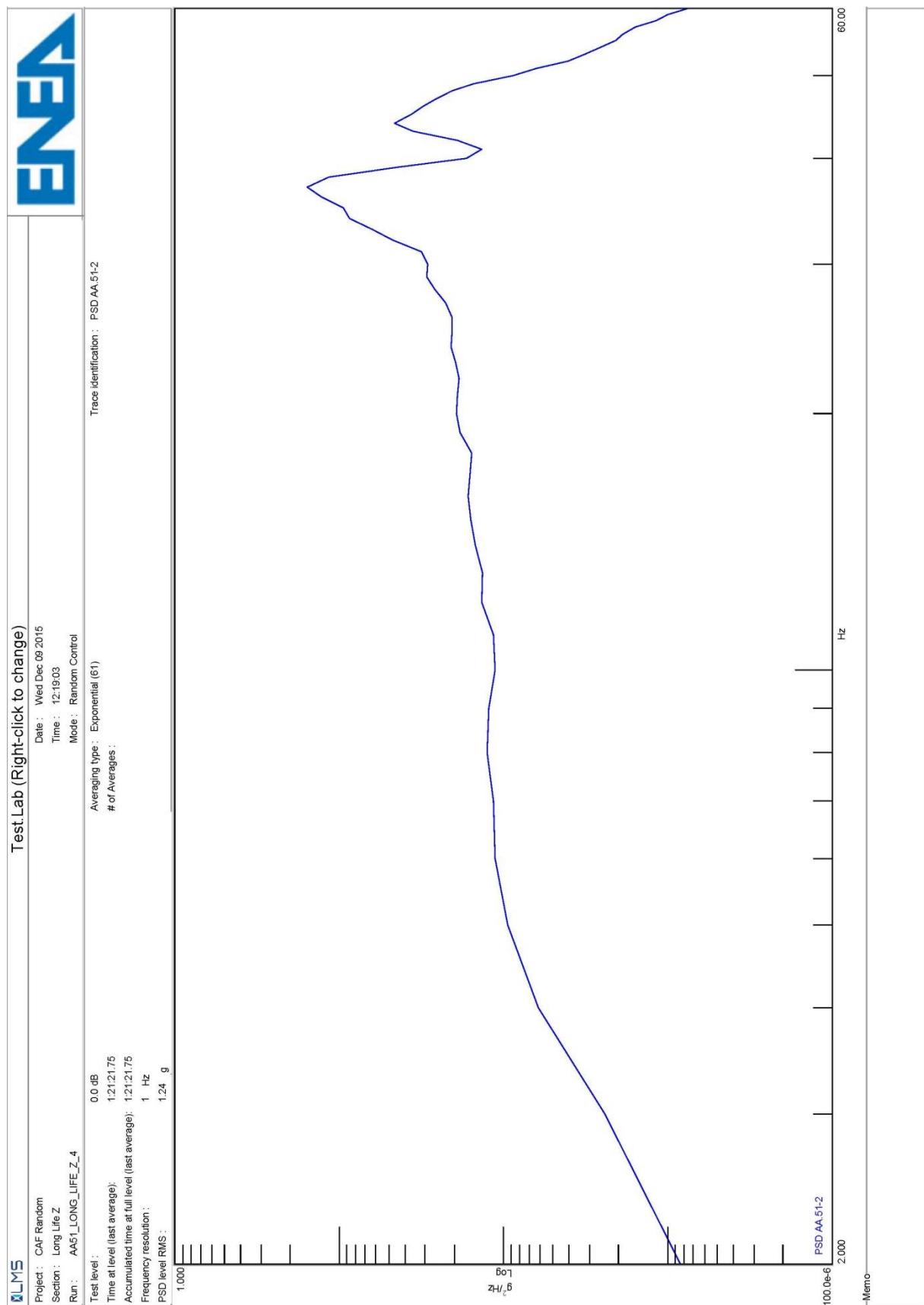


Figura 13 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-2 – time 1h:21min

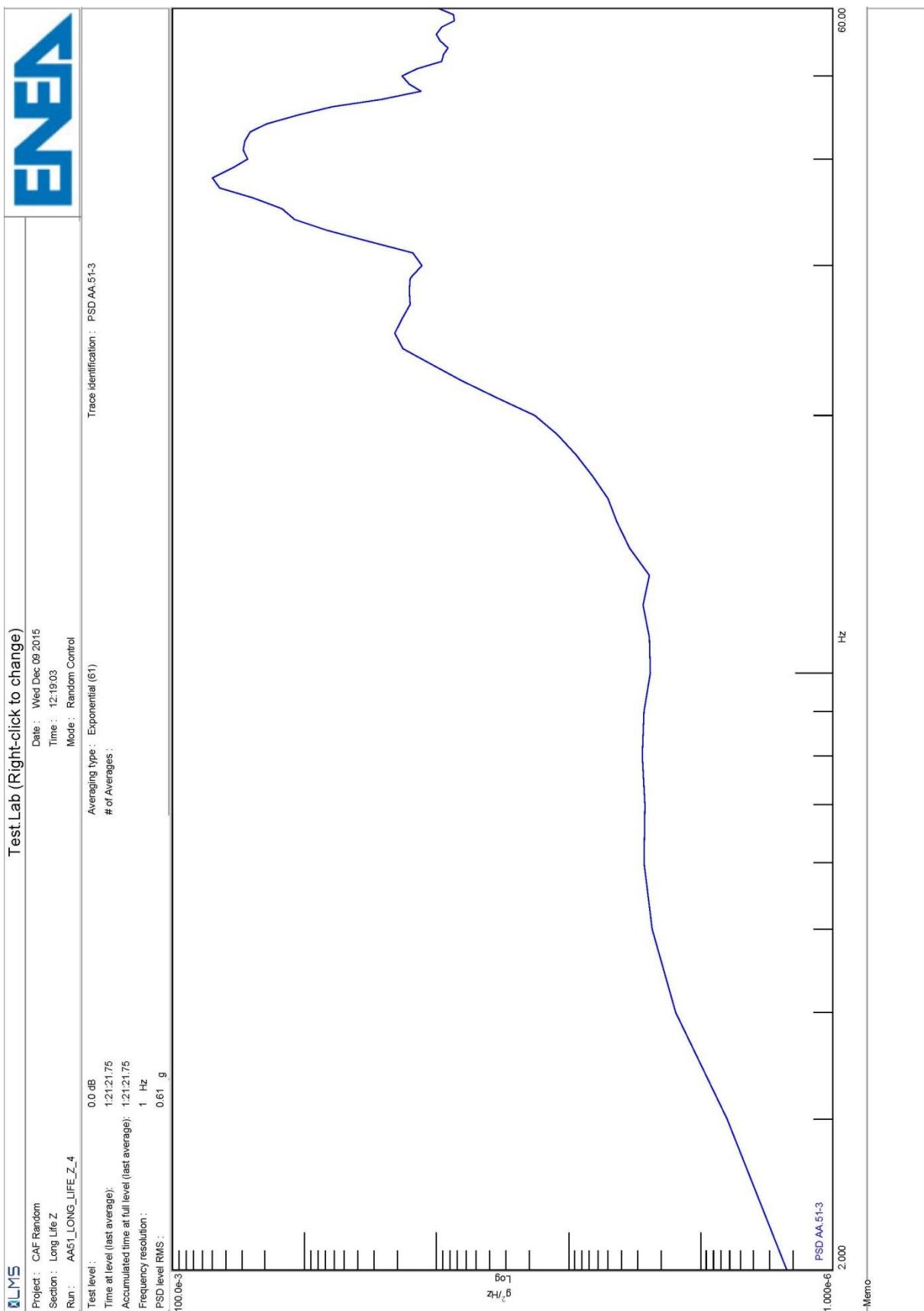


Figura 14 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-3 – time 1h:21min

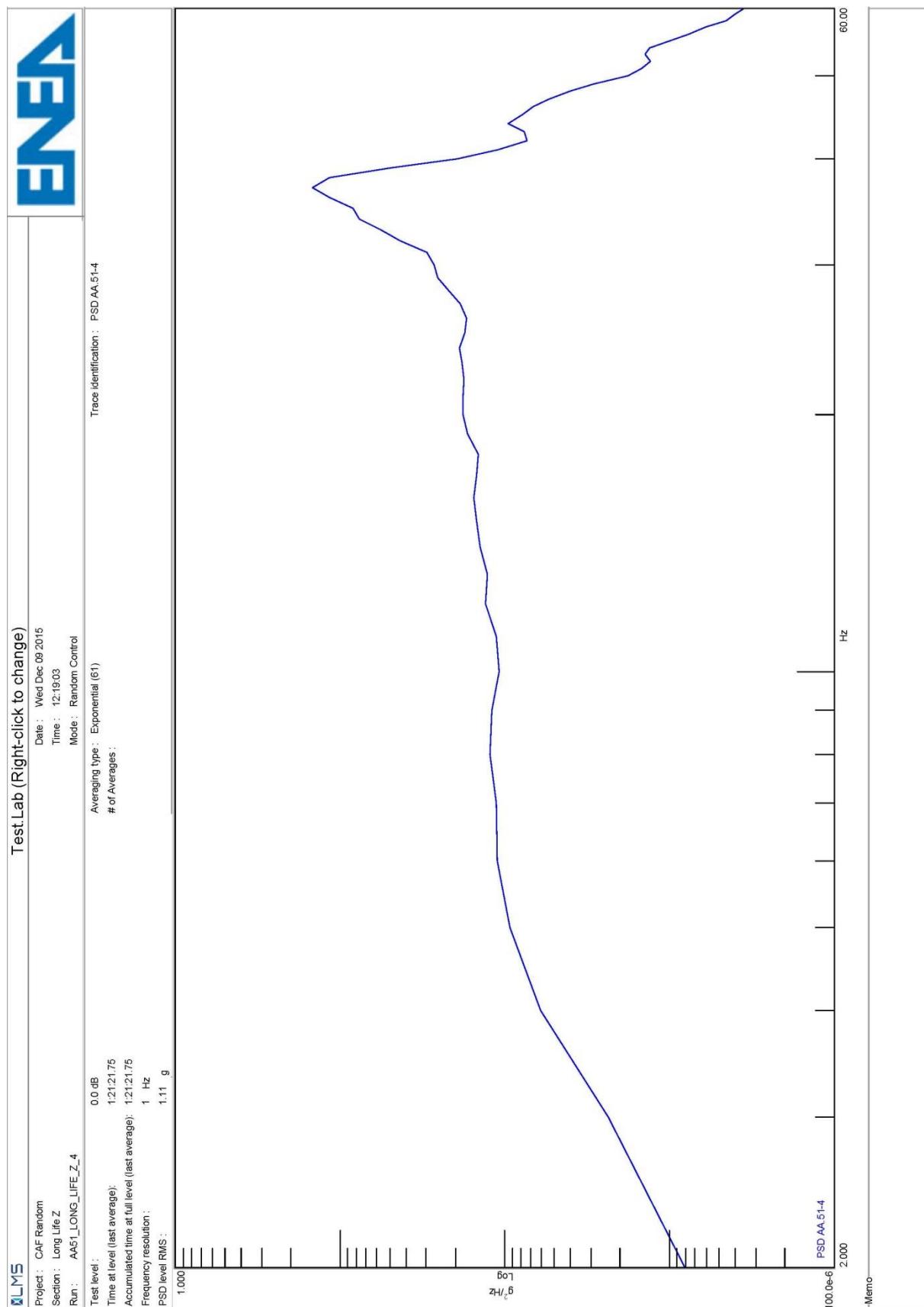


Figura 15 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-4 – time 1h:21min

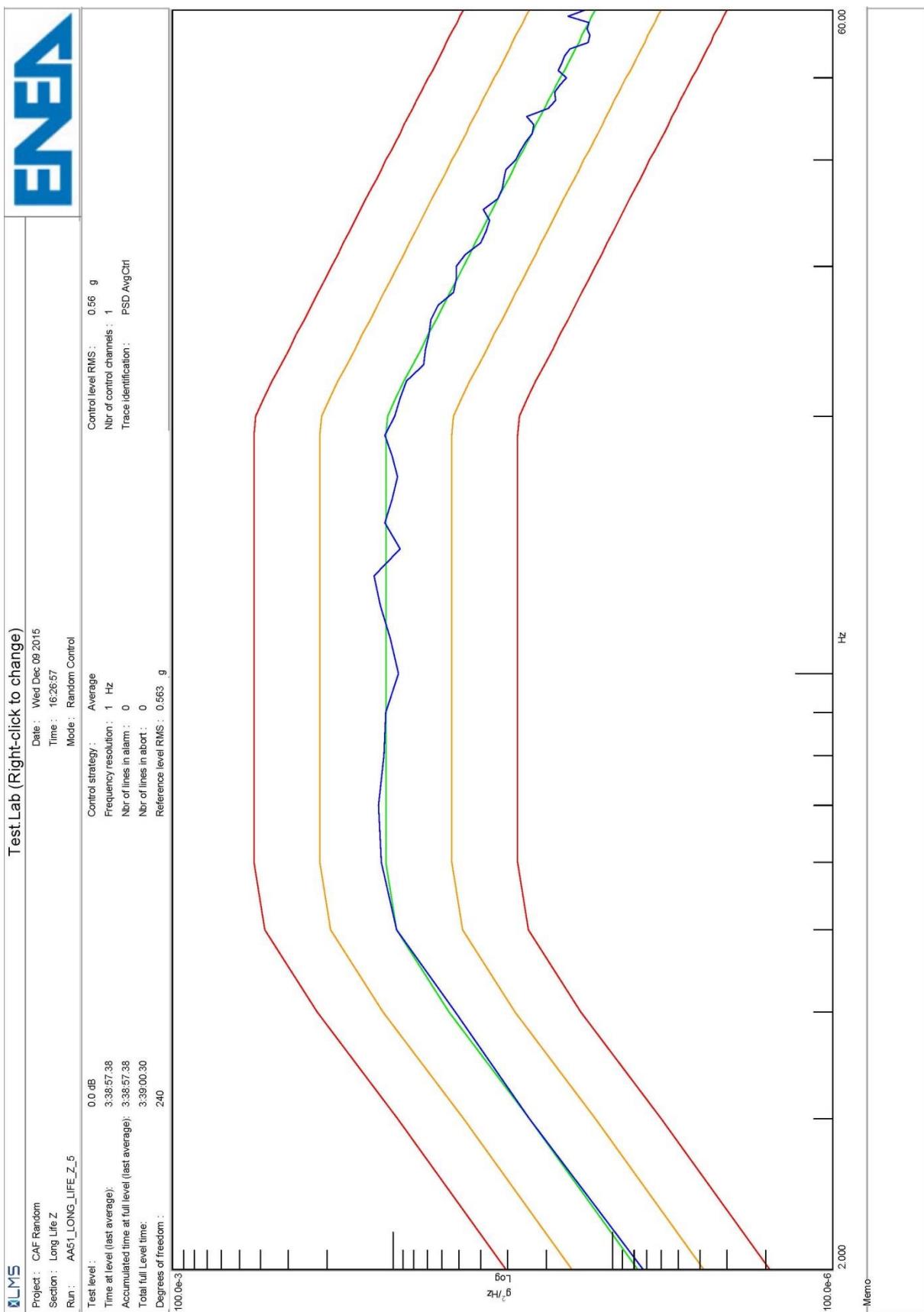


Figura 16 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro controllo – time 3h:39min

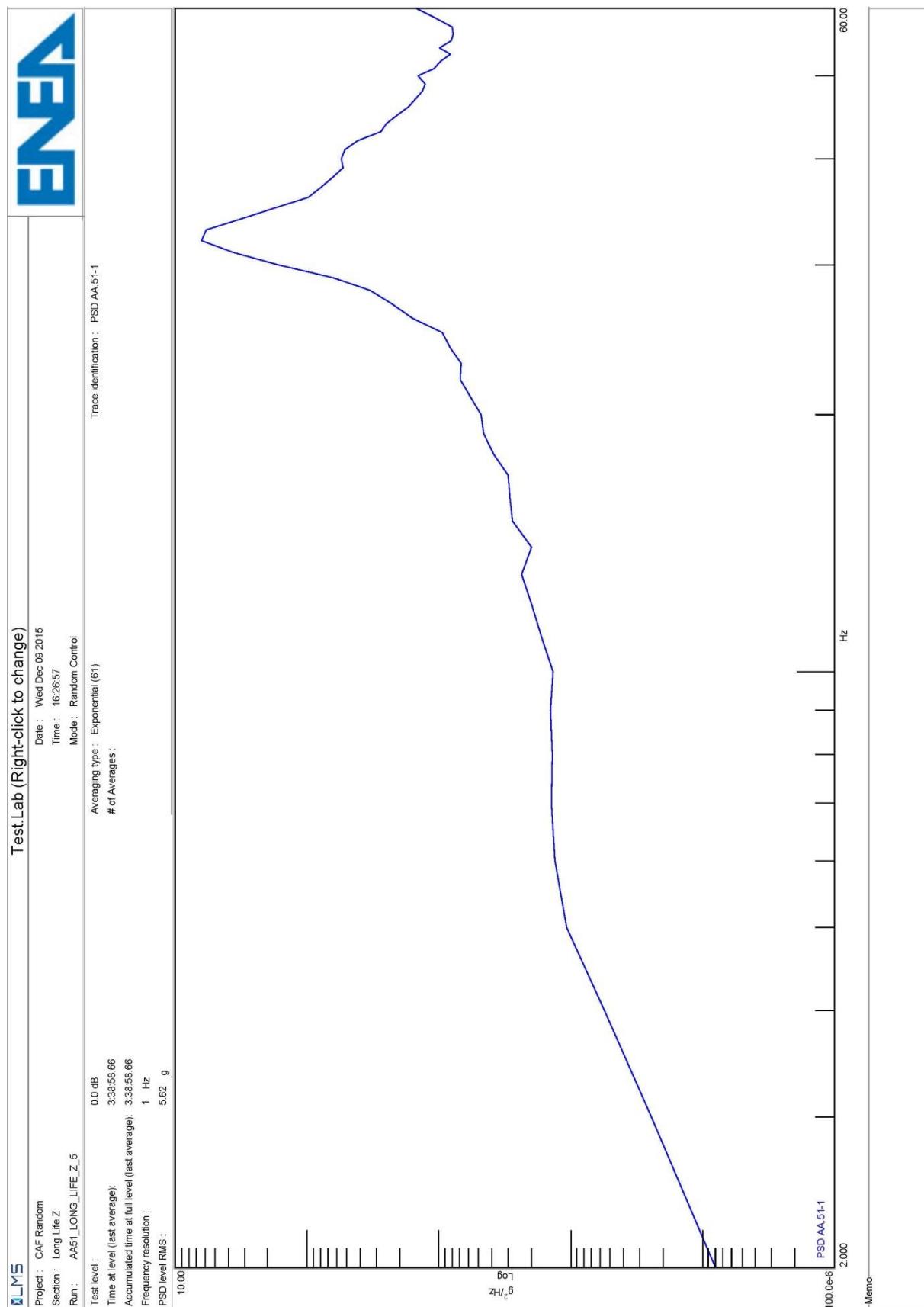
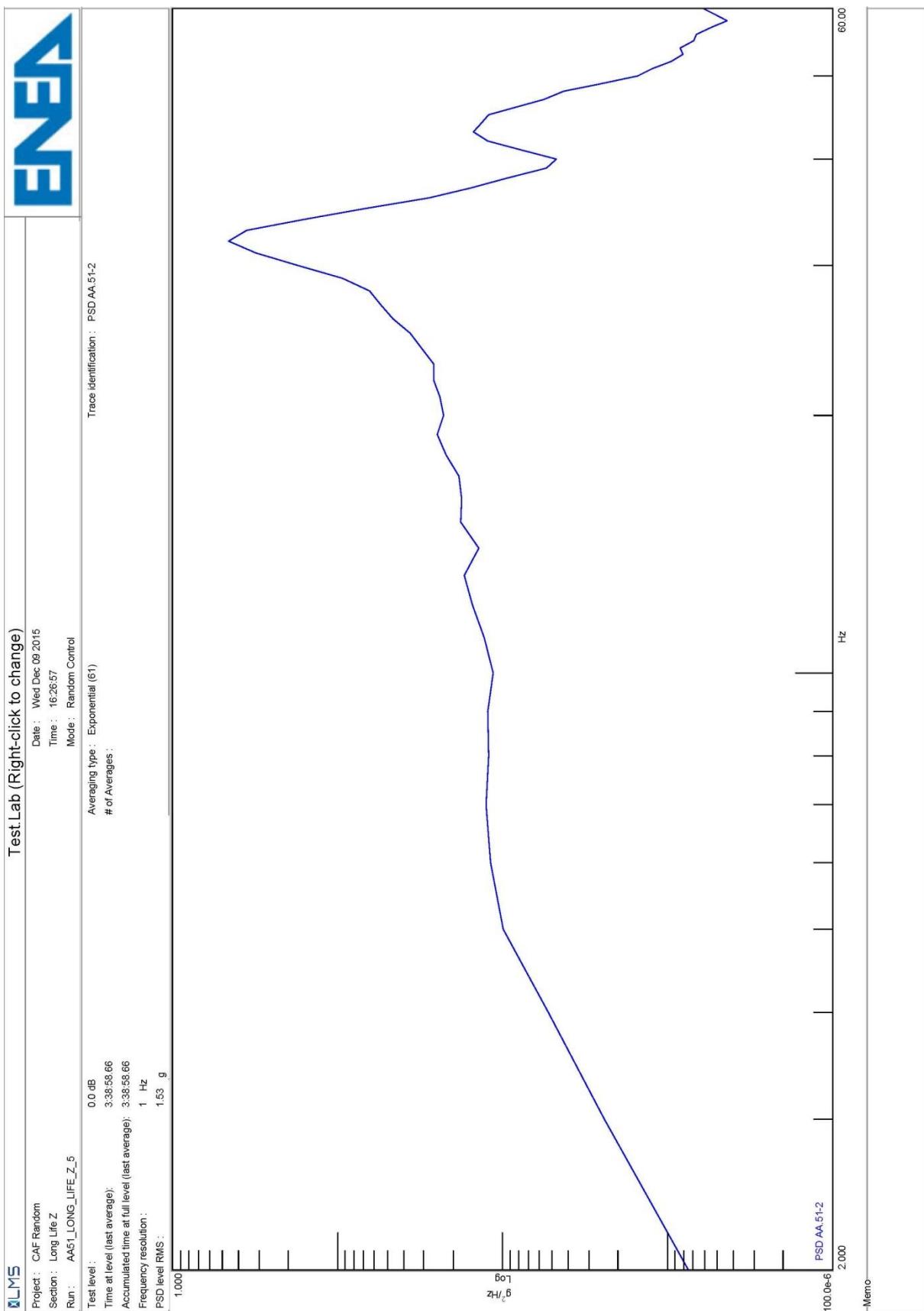


Figura 17 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-1 – time 3h:39min



**Figura 18 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-2 – time 3h:39min**

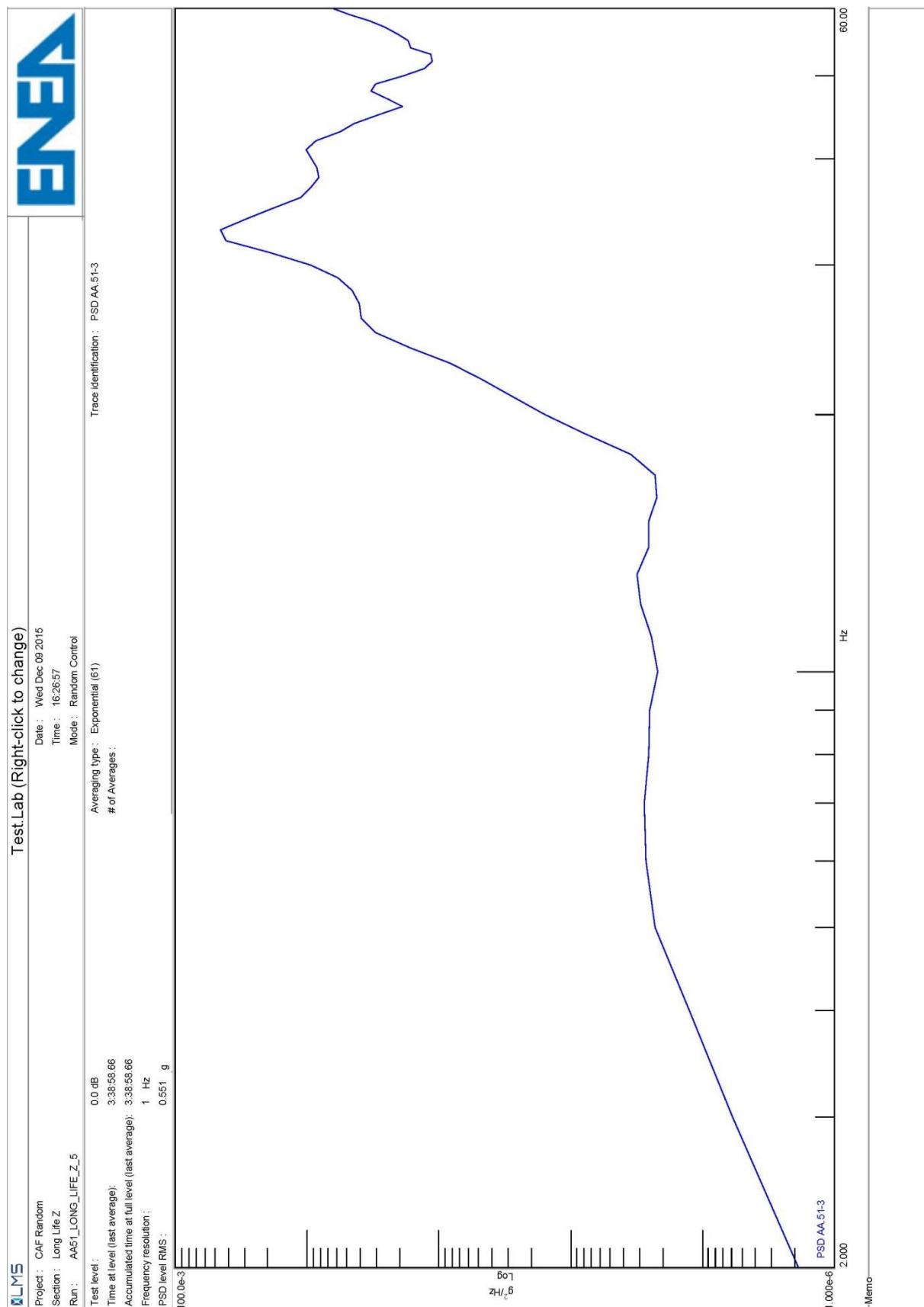


Figura 19 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-3 – time 3h:39min

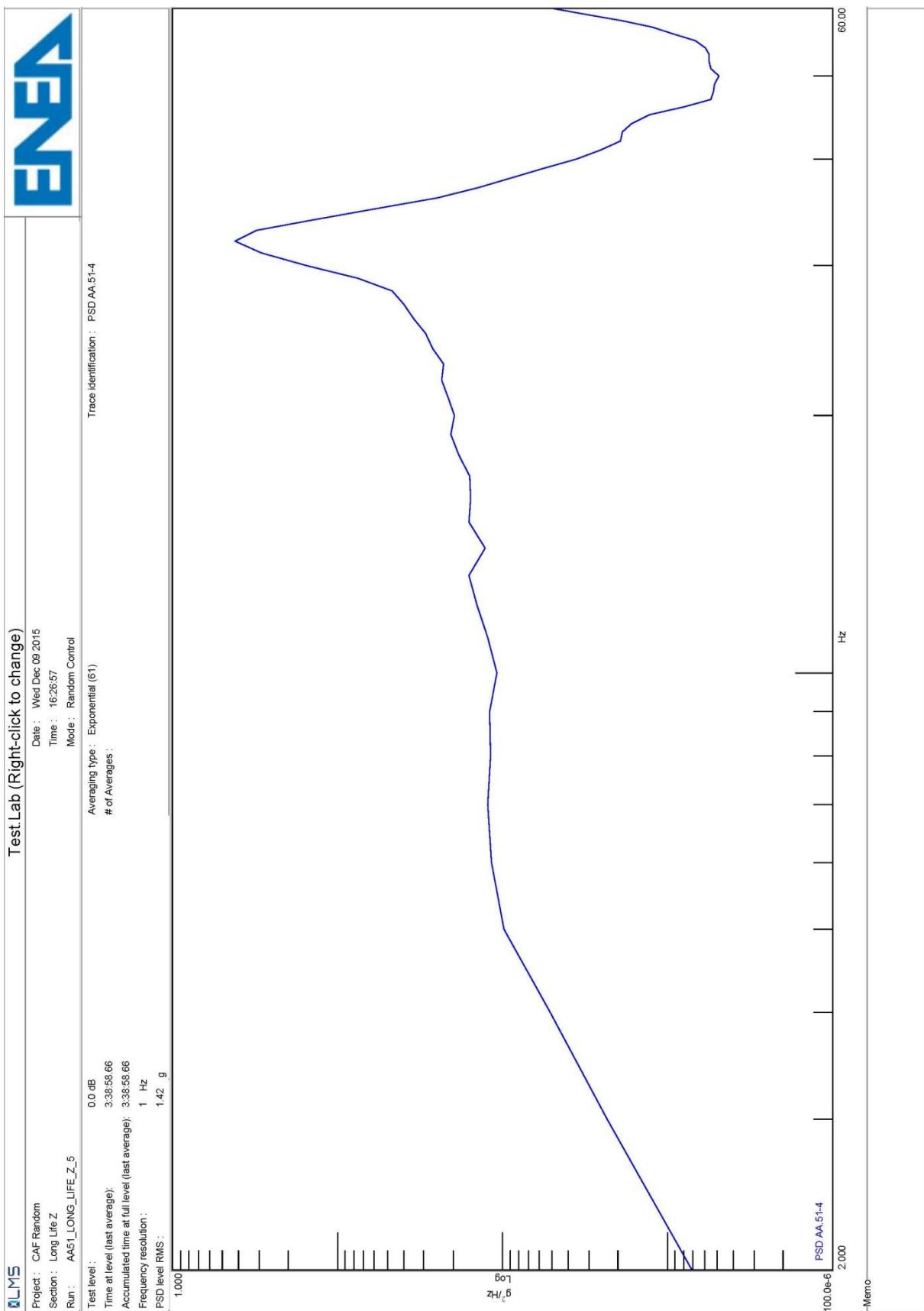


Figura 20 – Prova di durata asse Z – PSD accelerometro AA.51-4 – time 3h:39min

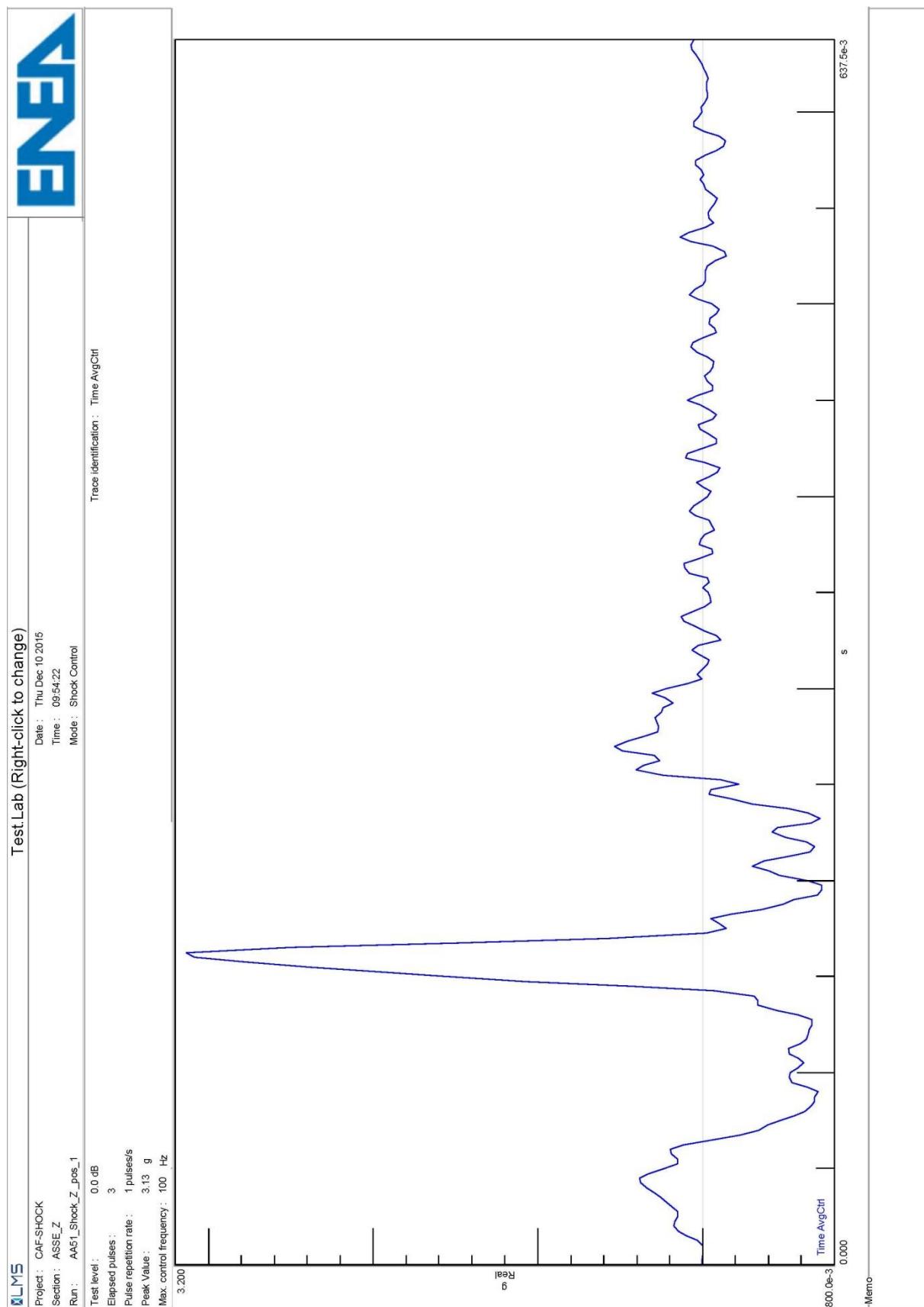


Figura 21 – Prova di urti positivi asse Z –accelerometro di controllo – Urti 3 di 3

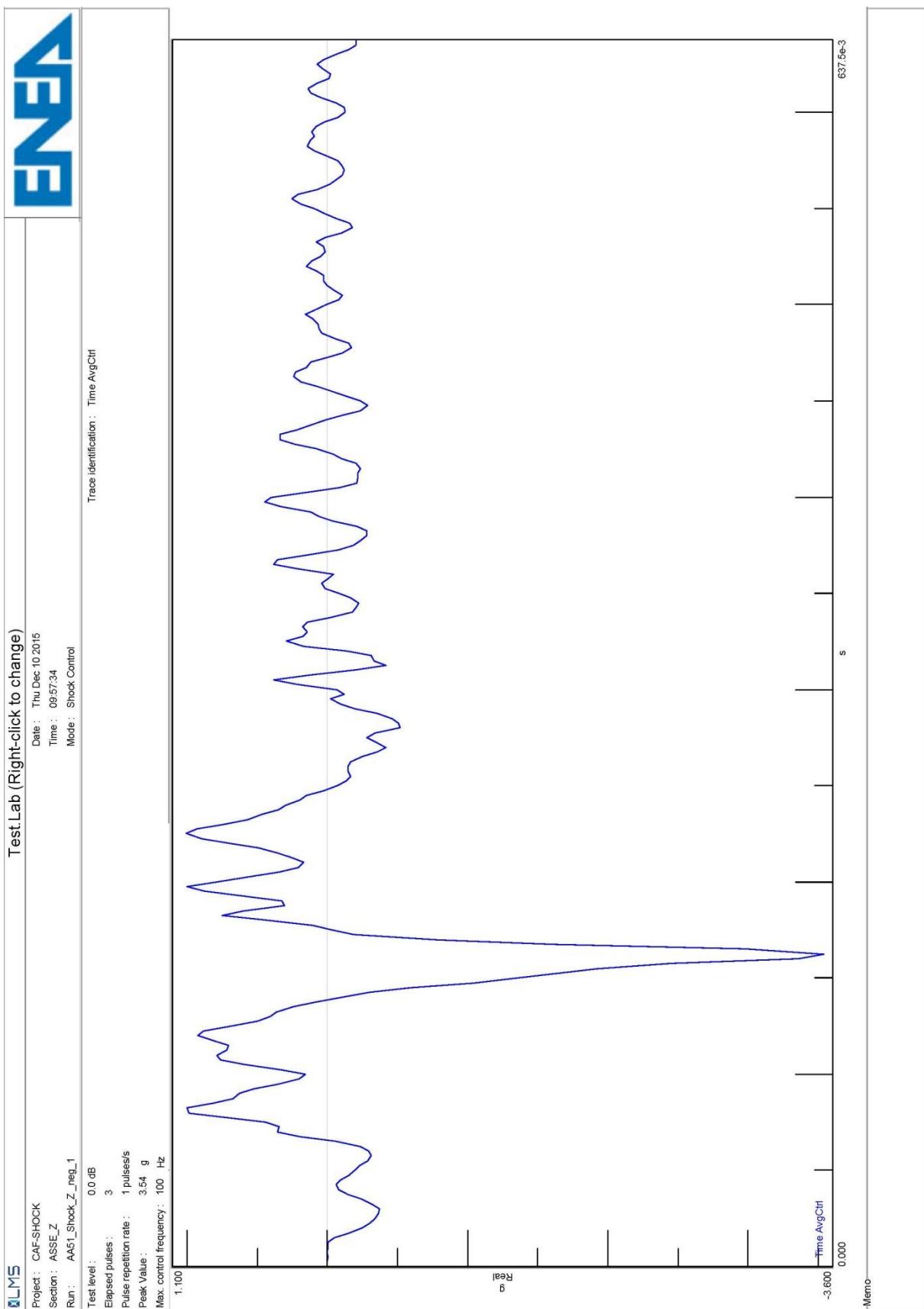


Figura 22 – Prova di urti negativi asse Z –accelerometro di controllo – Urto 3 di 3

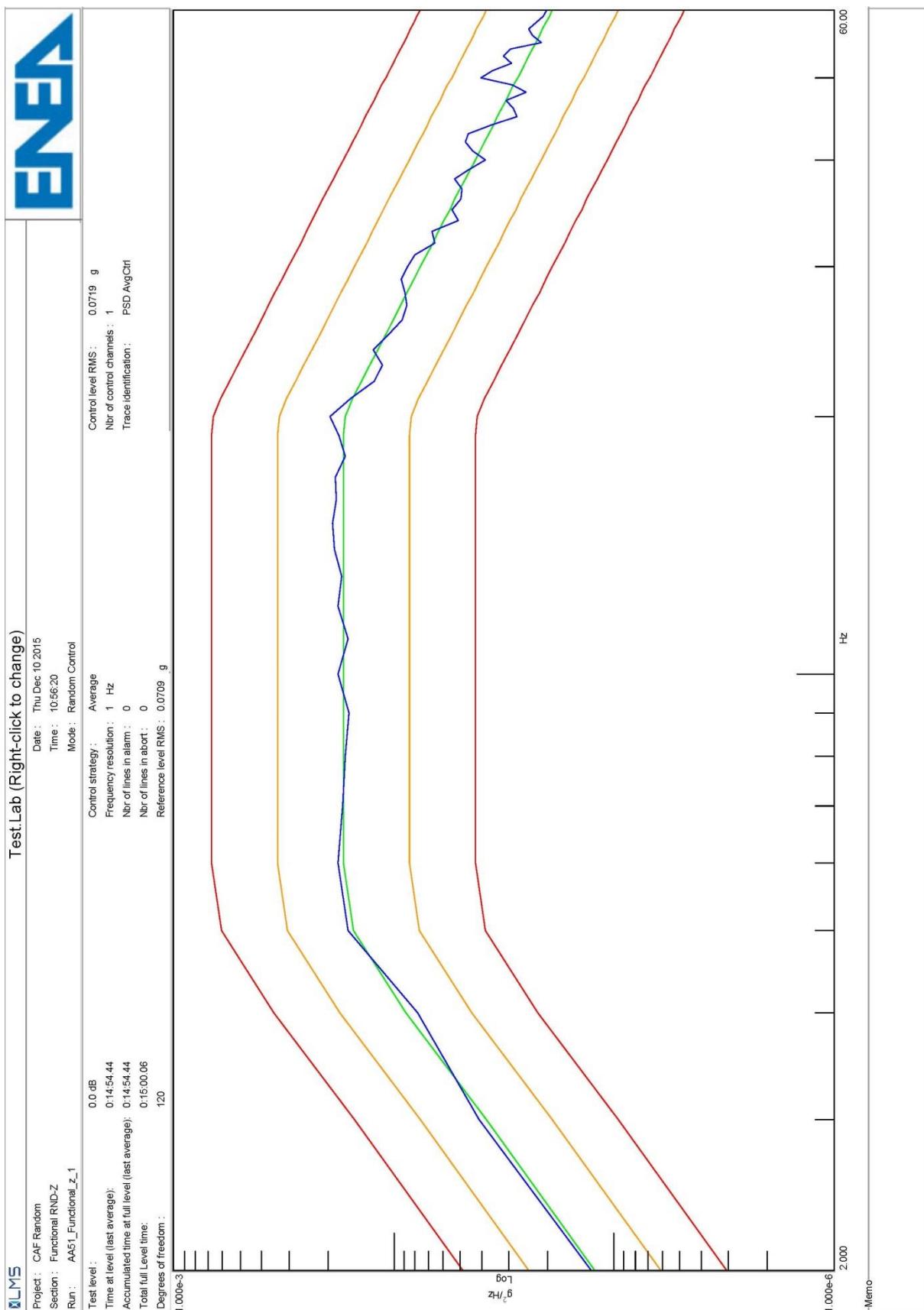
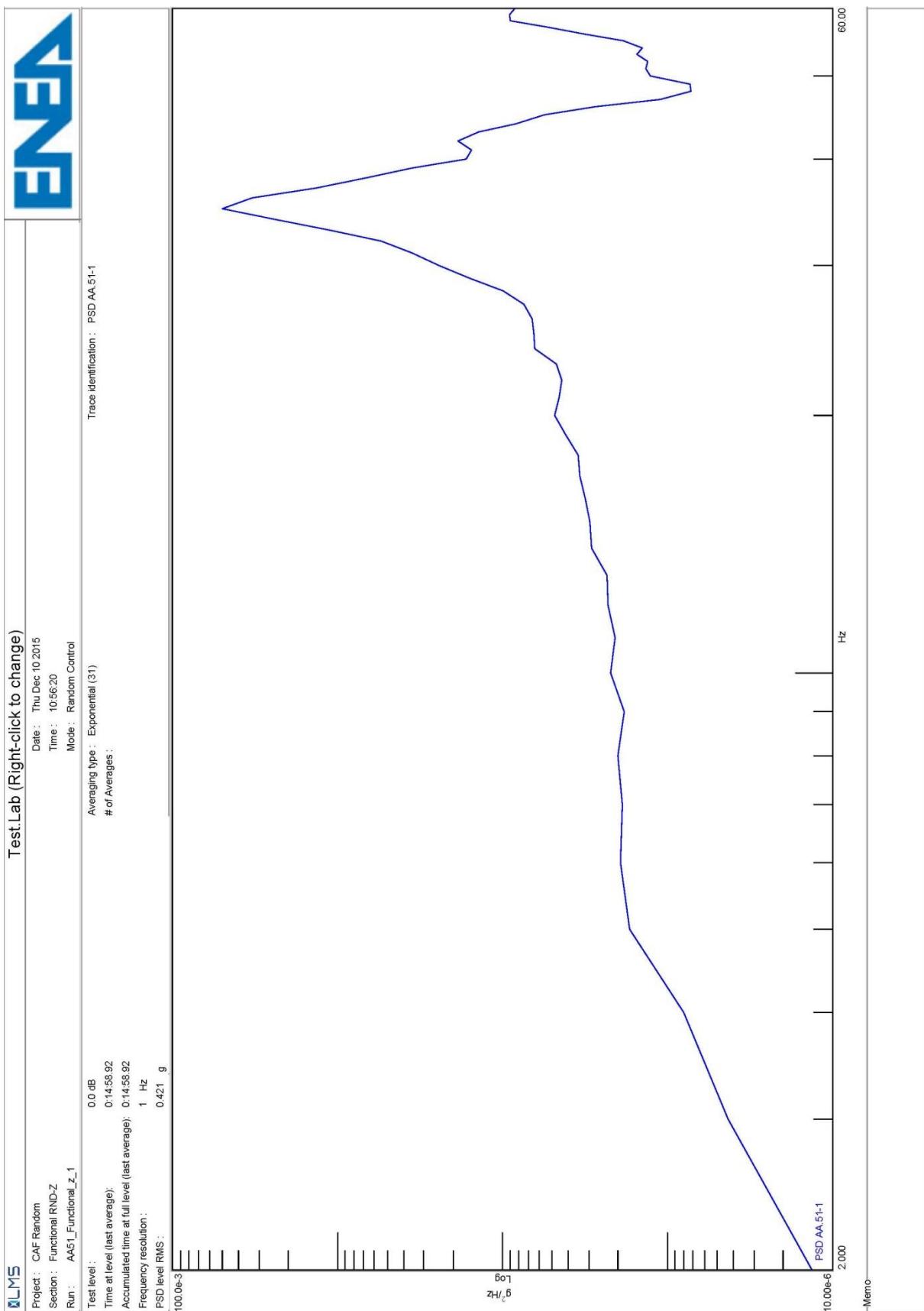
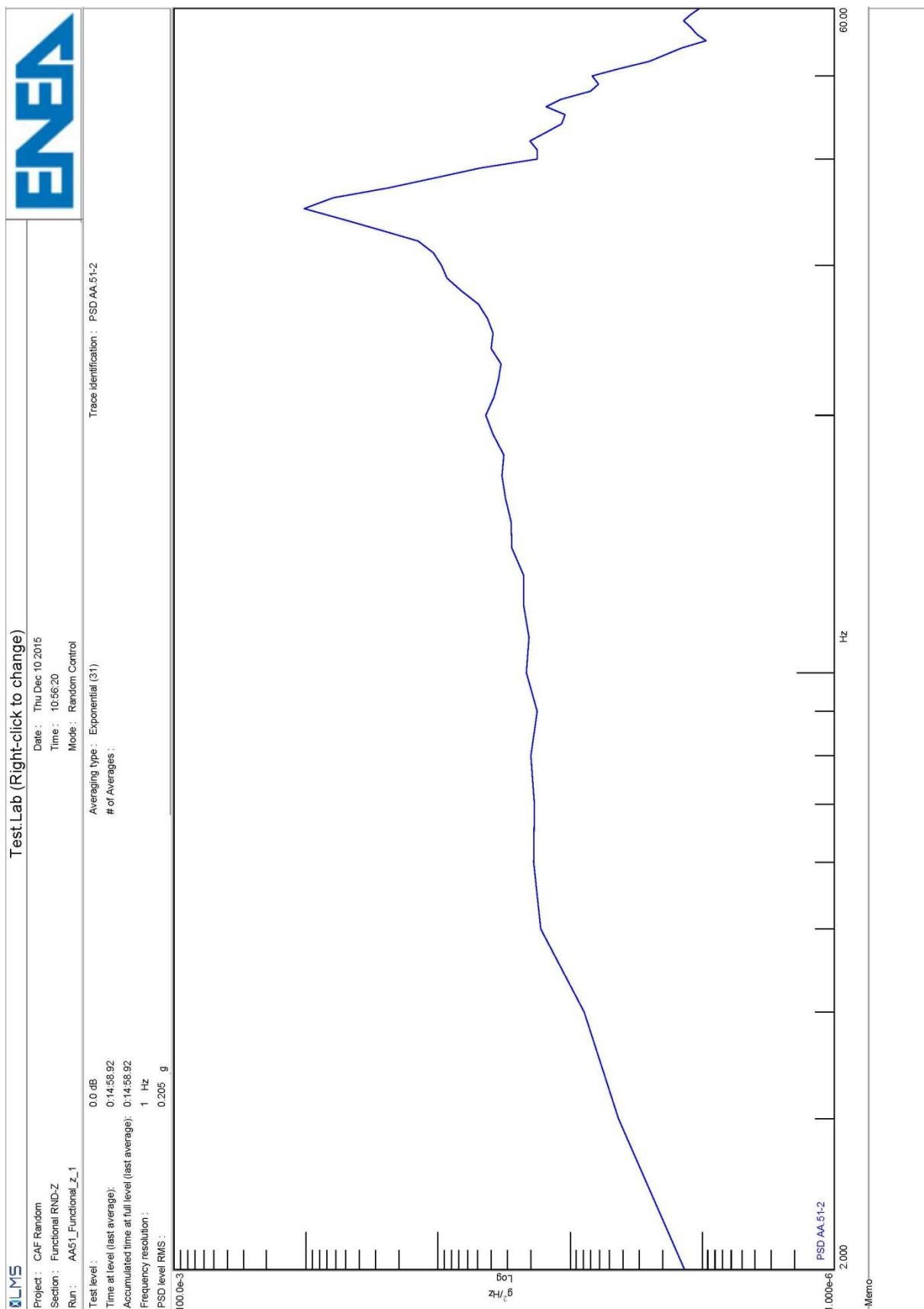


Figura 23 – Prova funzionale asse Z – PSD accelerometro di controllo



**Figura 24 – Prova funzionale asse Z – PSD accelerometro AA.51-1**



**Figura 25 – Prova funzionale asse Z – PSD accelerometro AA.51-2**

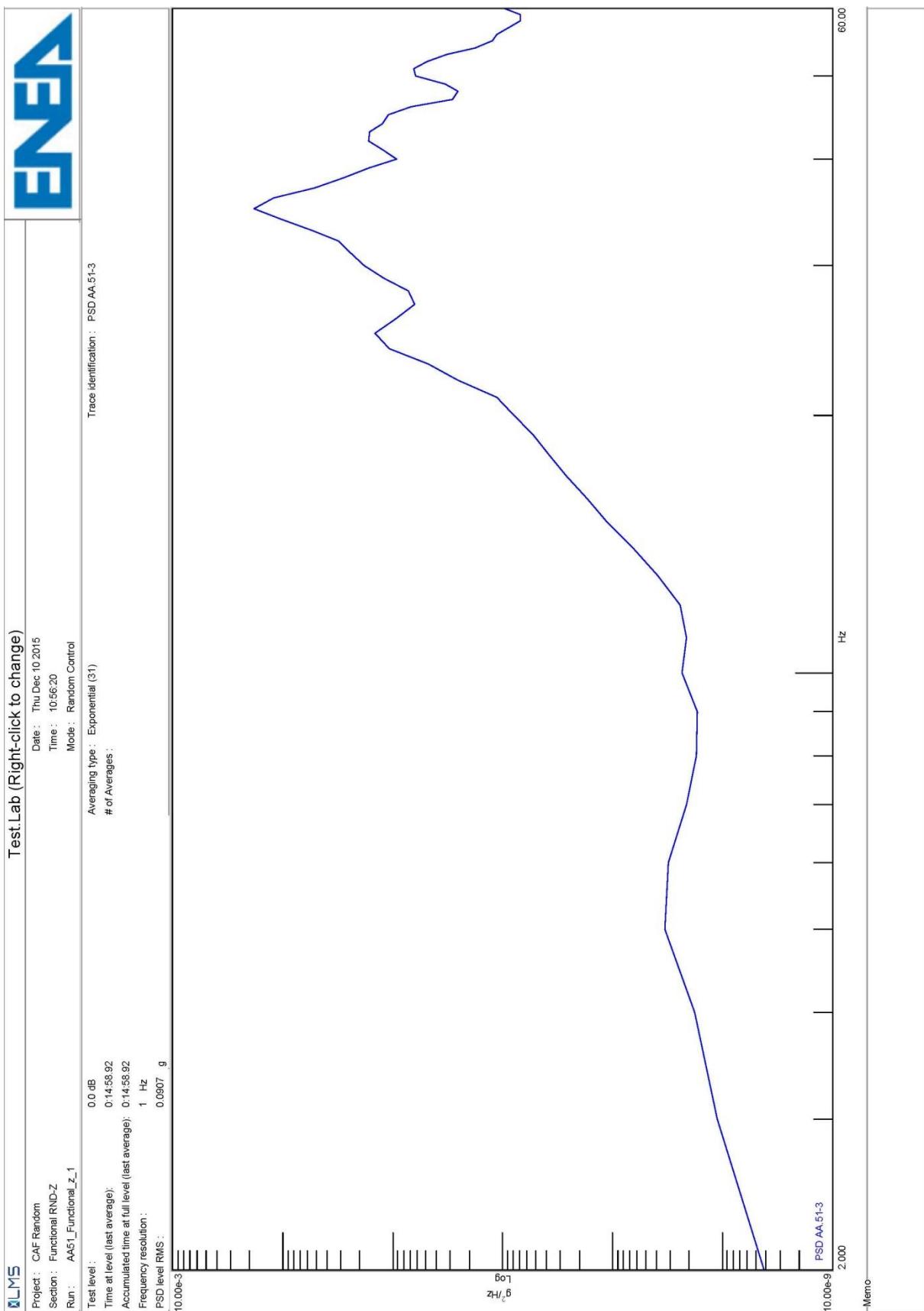


Figura 26 – Prova funzionale asse Z – PSD accelerometro AA.51-3

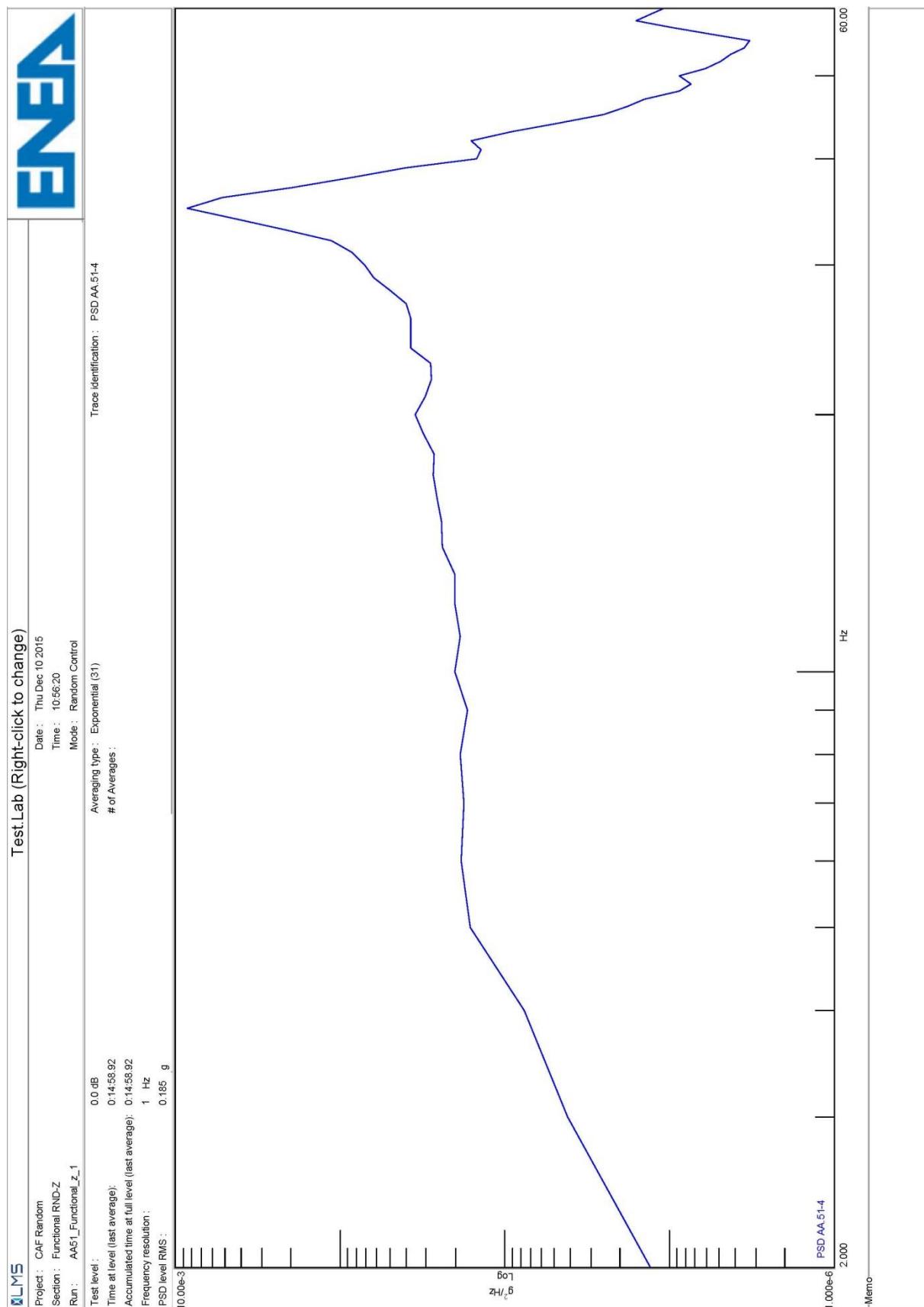
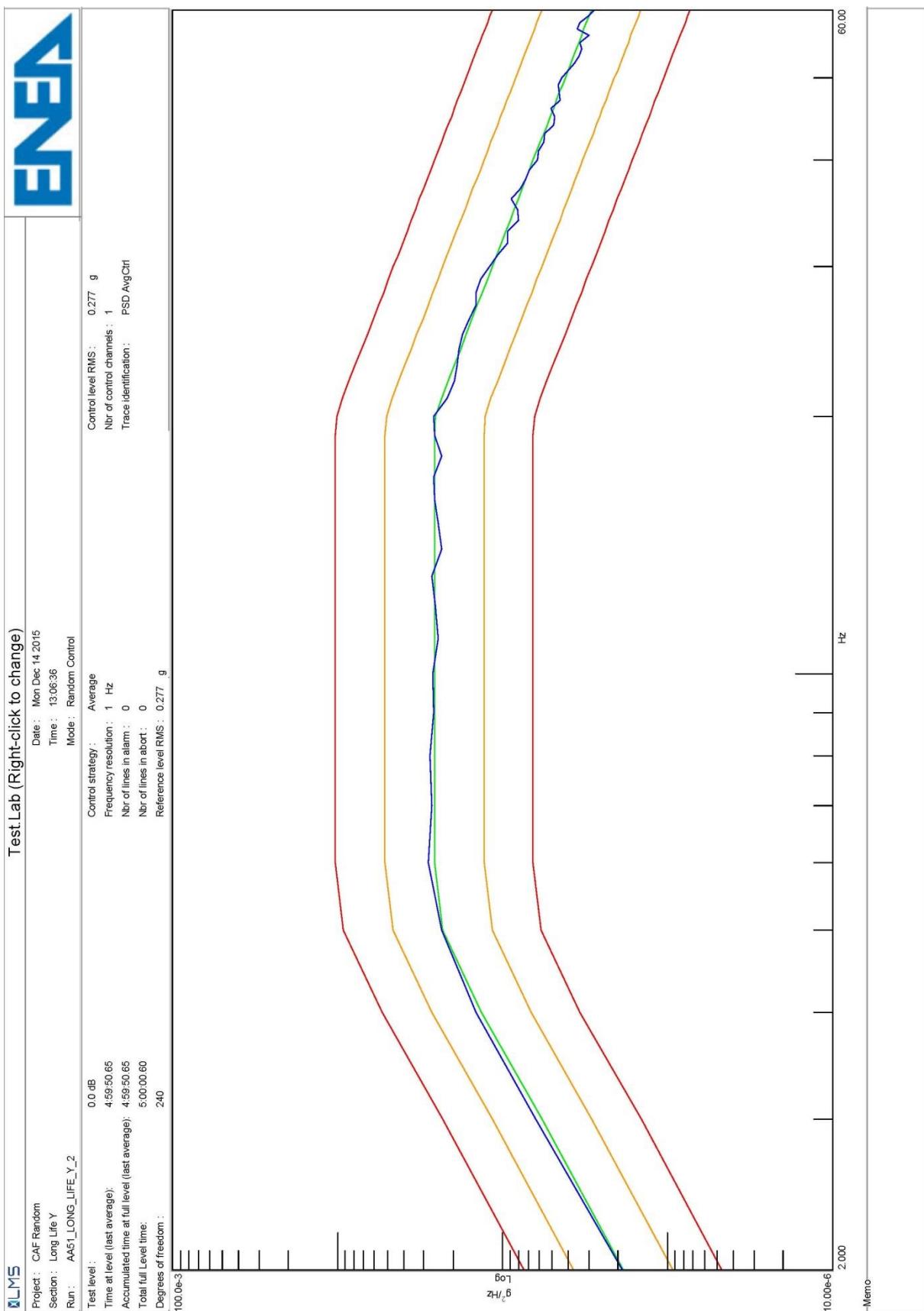


Figura 27 – Prova funzionale asse Z – PSD accelerometro AA.51-4



**Figura 28 – Prova di durata asse Y – PSD accelerometro di controllo**

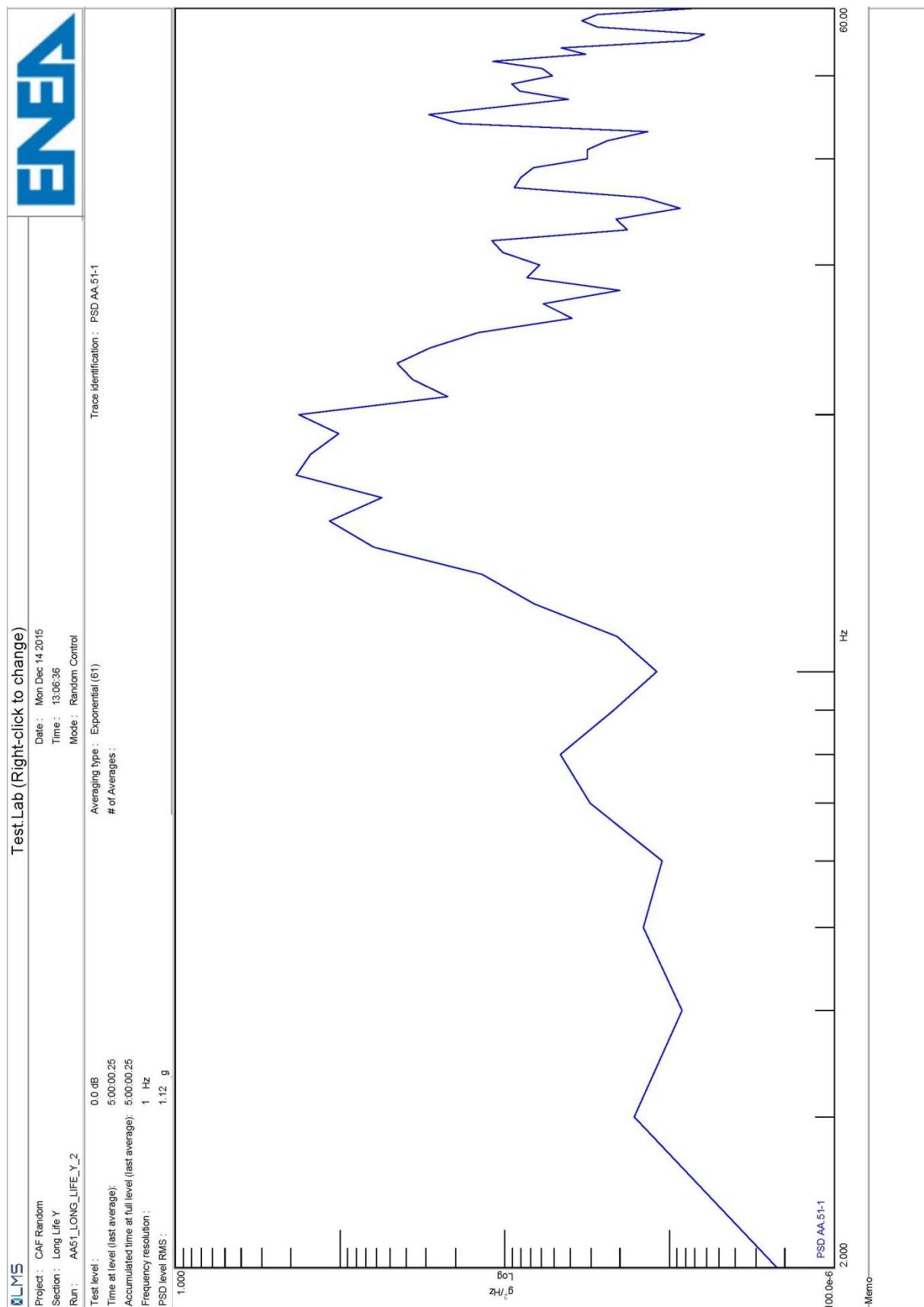
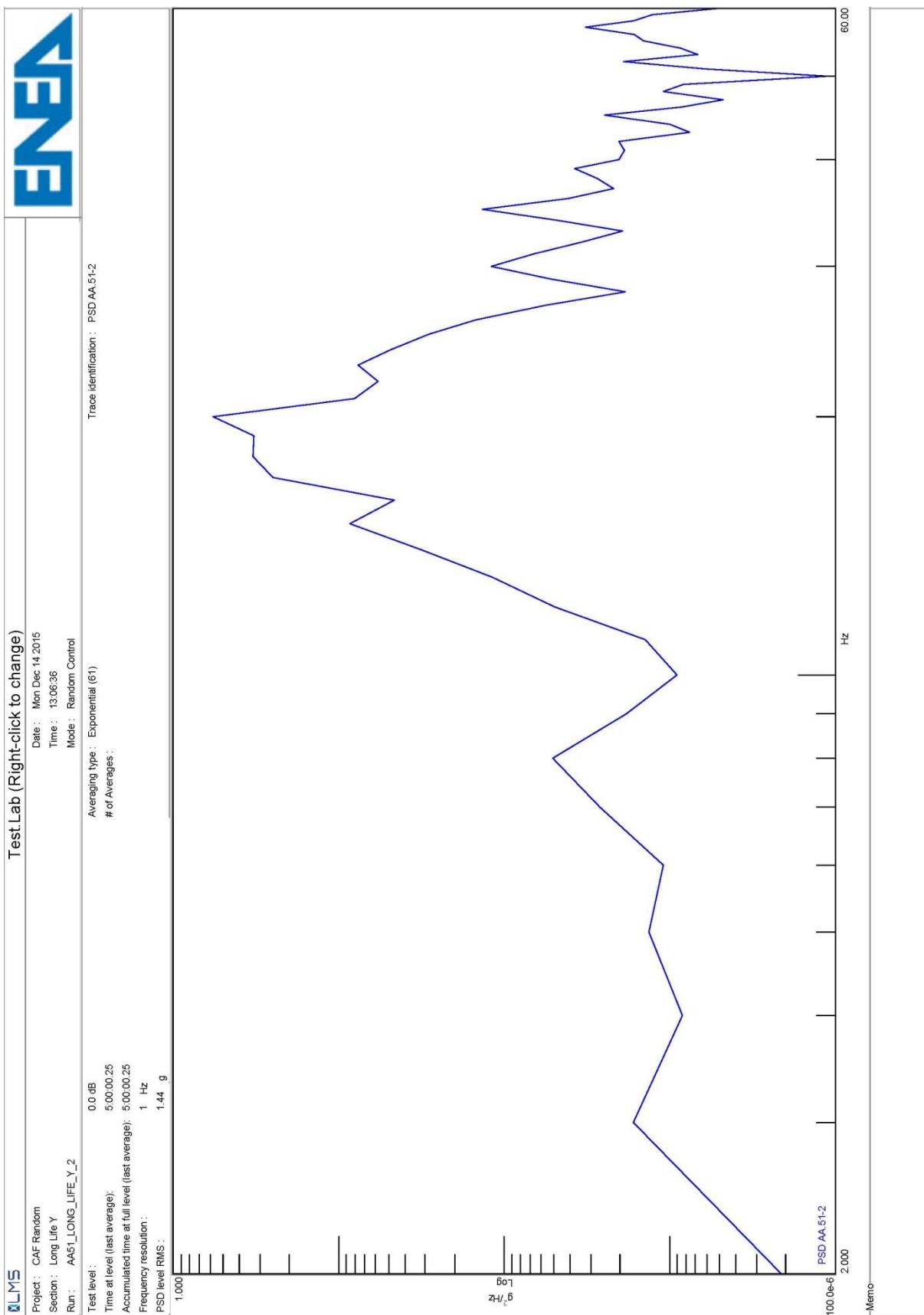


Figura 29 – Prova di durata asse Y – PSD accelerometro AA.51-1.

**Figura 30 – Prova di durata asse Y – PSD accelerometro AA.51-2.**

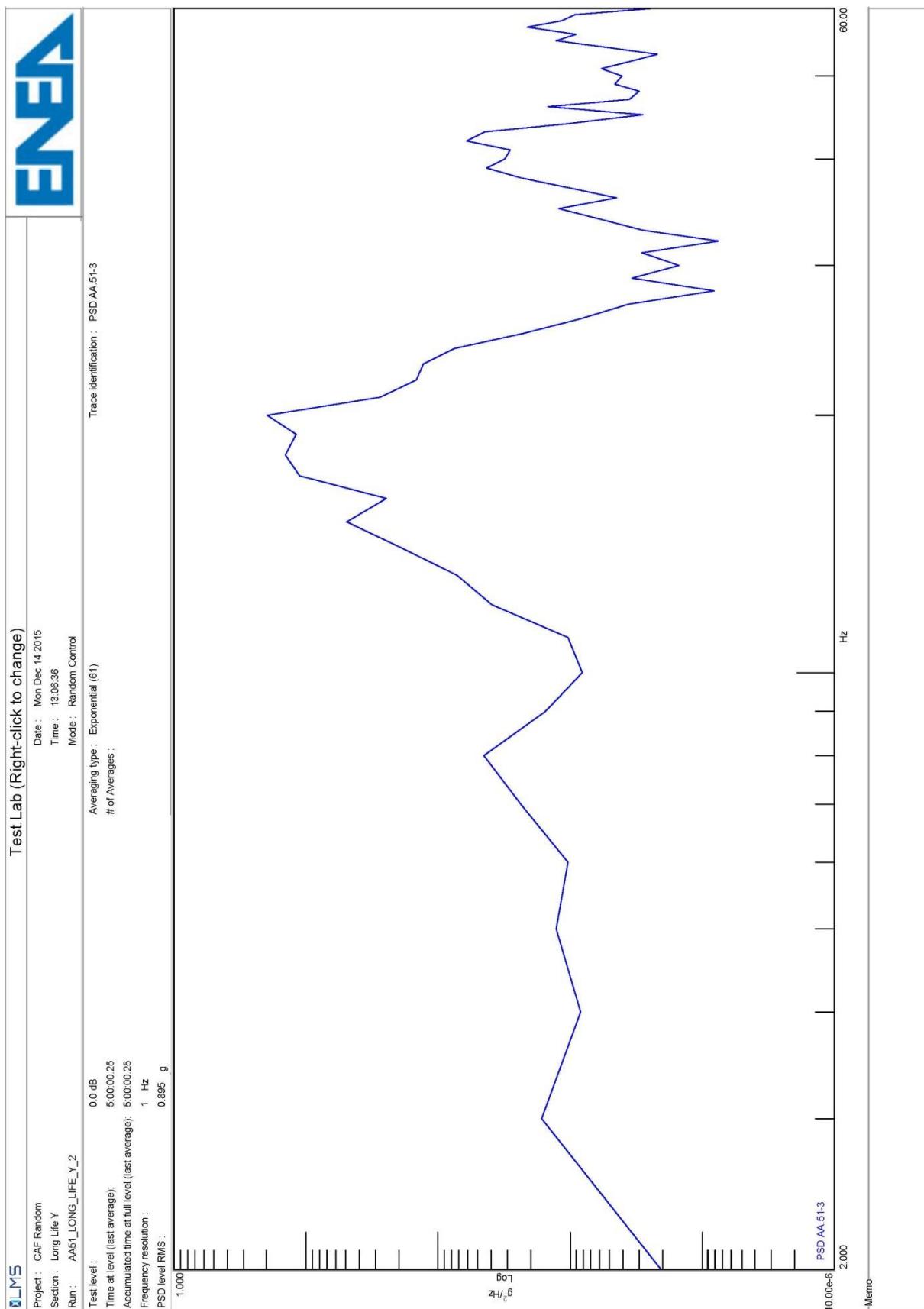
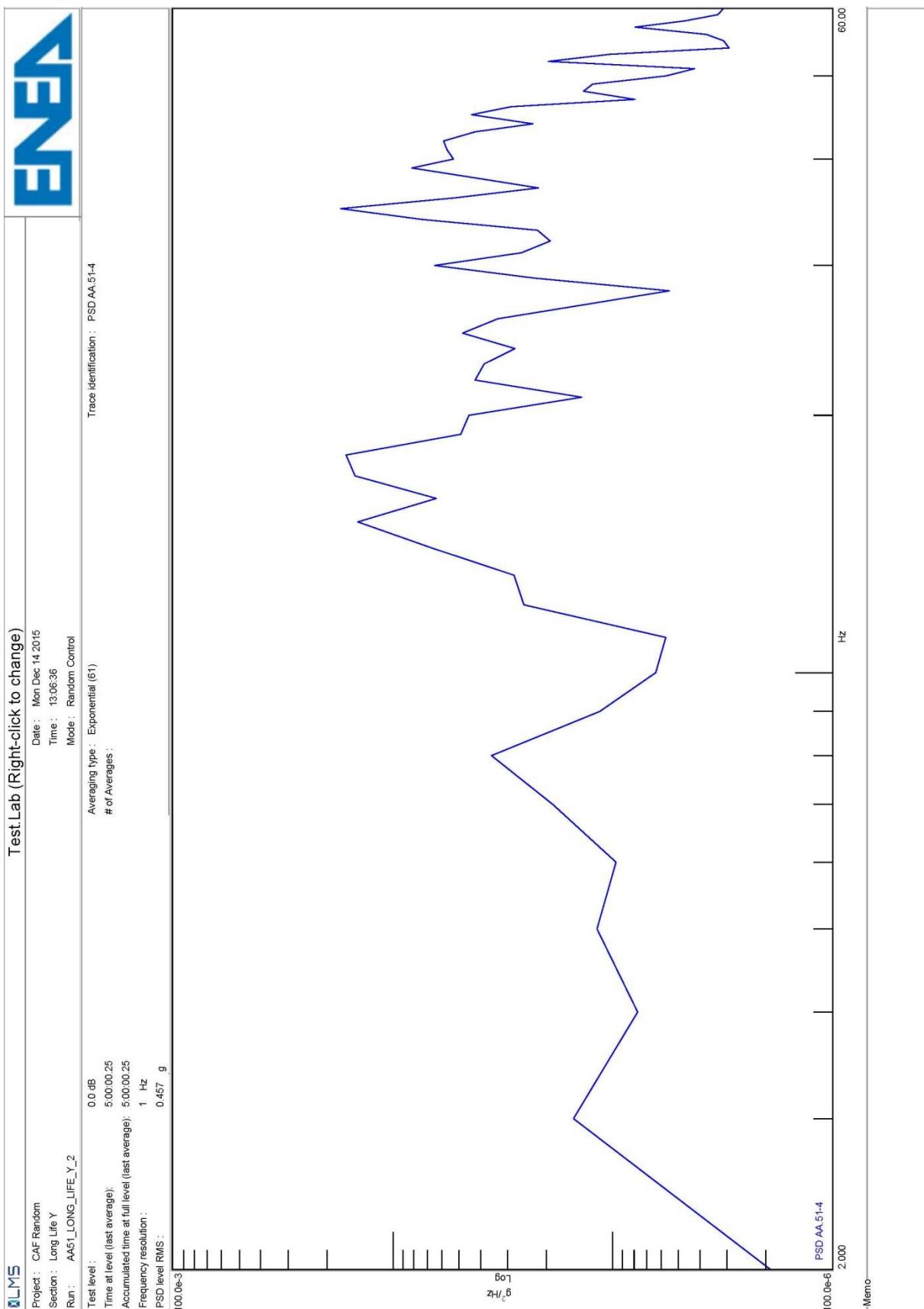


Figura 31 – Prova di durata asse Y – PSD accelerometro AA.51-3.



**Figura 32 – Prova di durata asse Y – PSD accelerometro AA.51-4.**

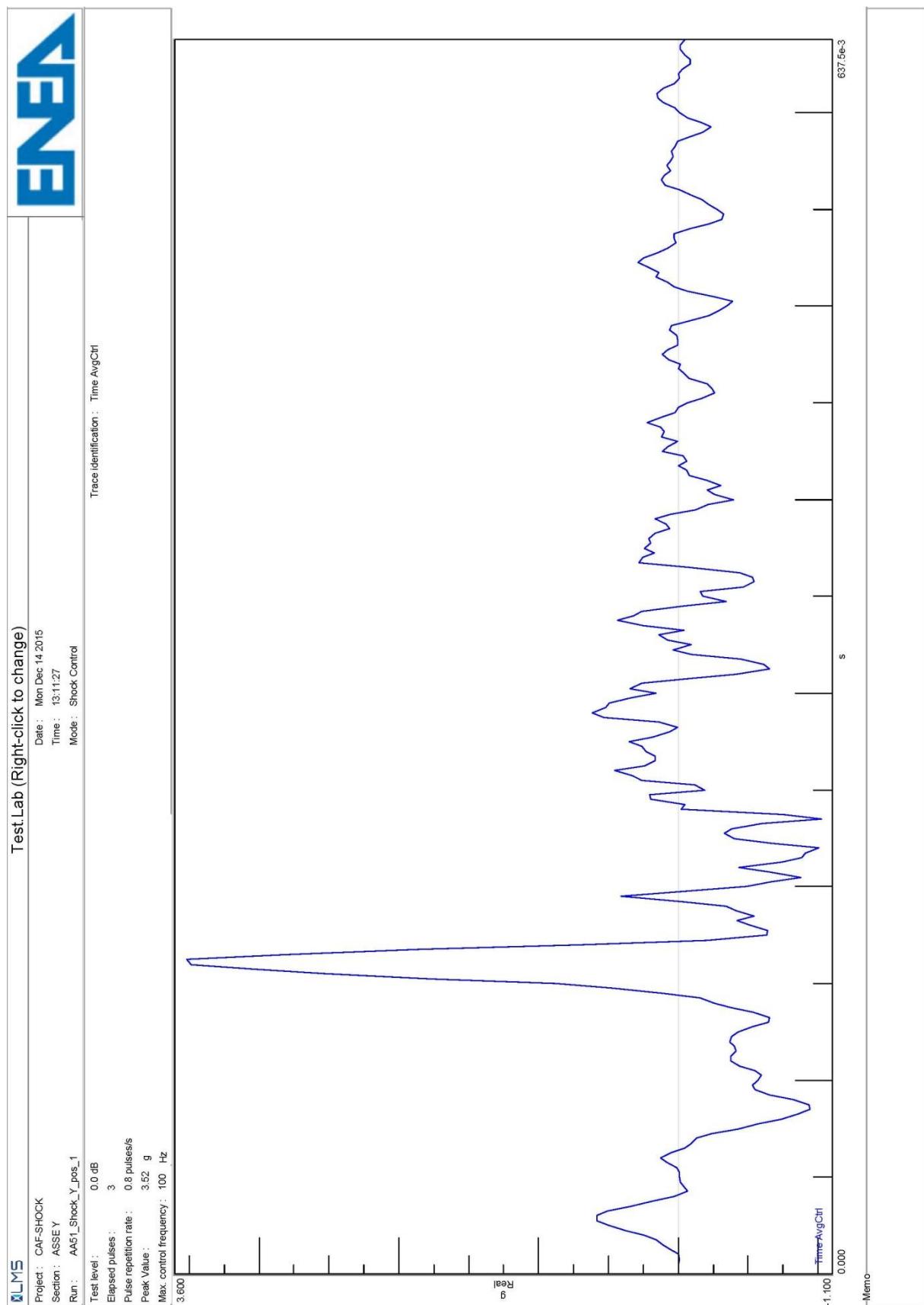


Figura 33 – Prova di urti positivi asse Y –accelerometro di controllo – Urto 3 di 3

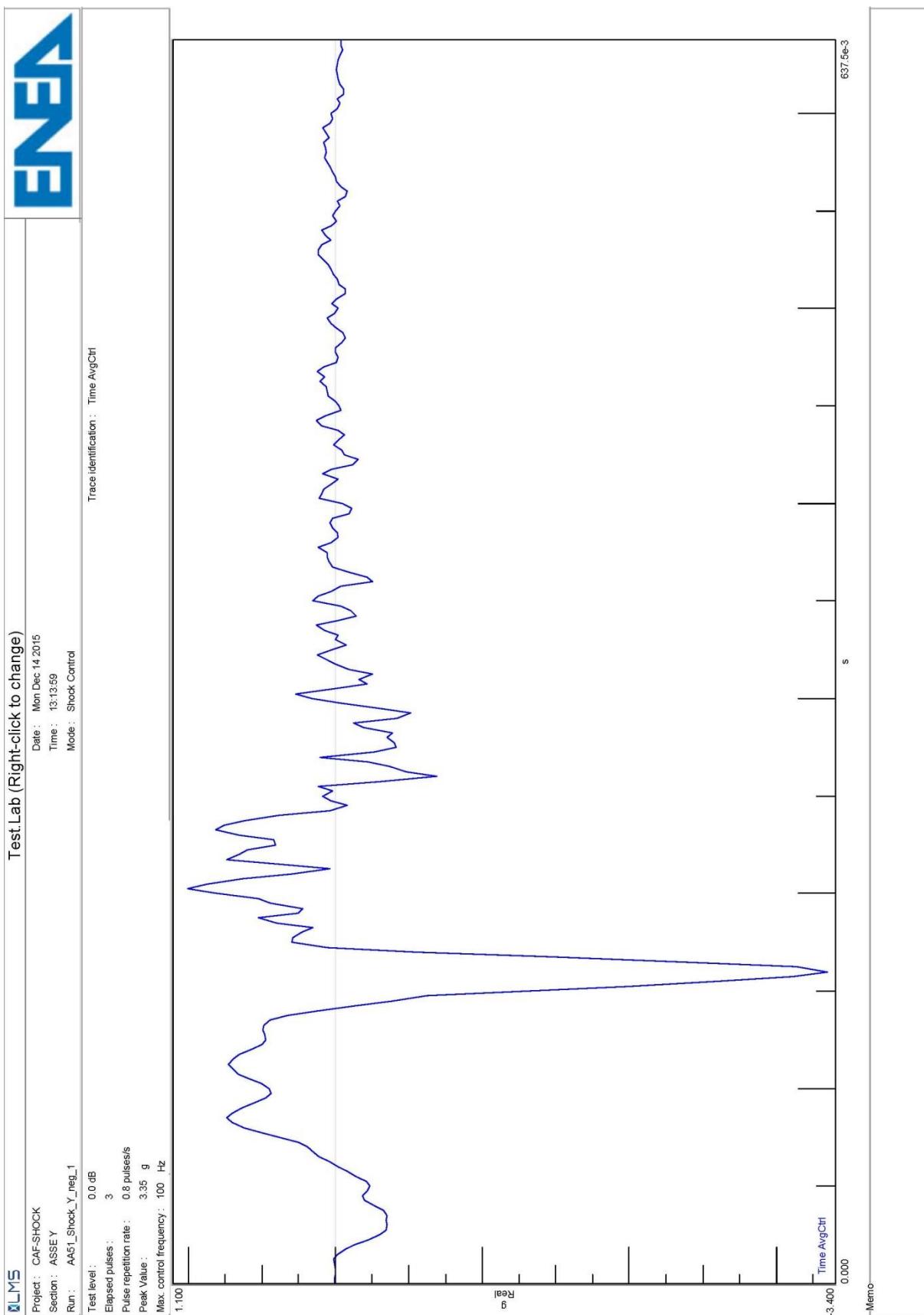


Figura 34 – Prova di urti negativi asse Y –accelerometro di controllo – Urti 3 di 3

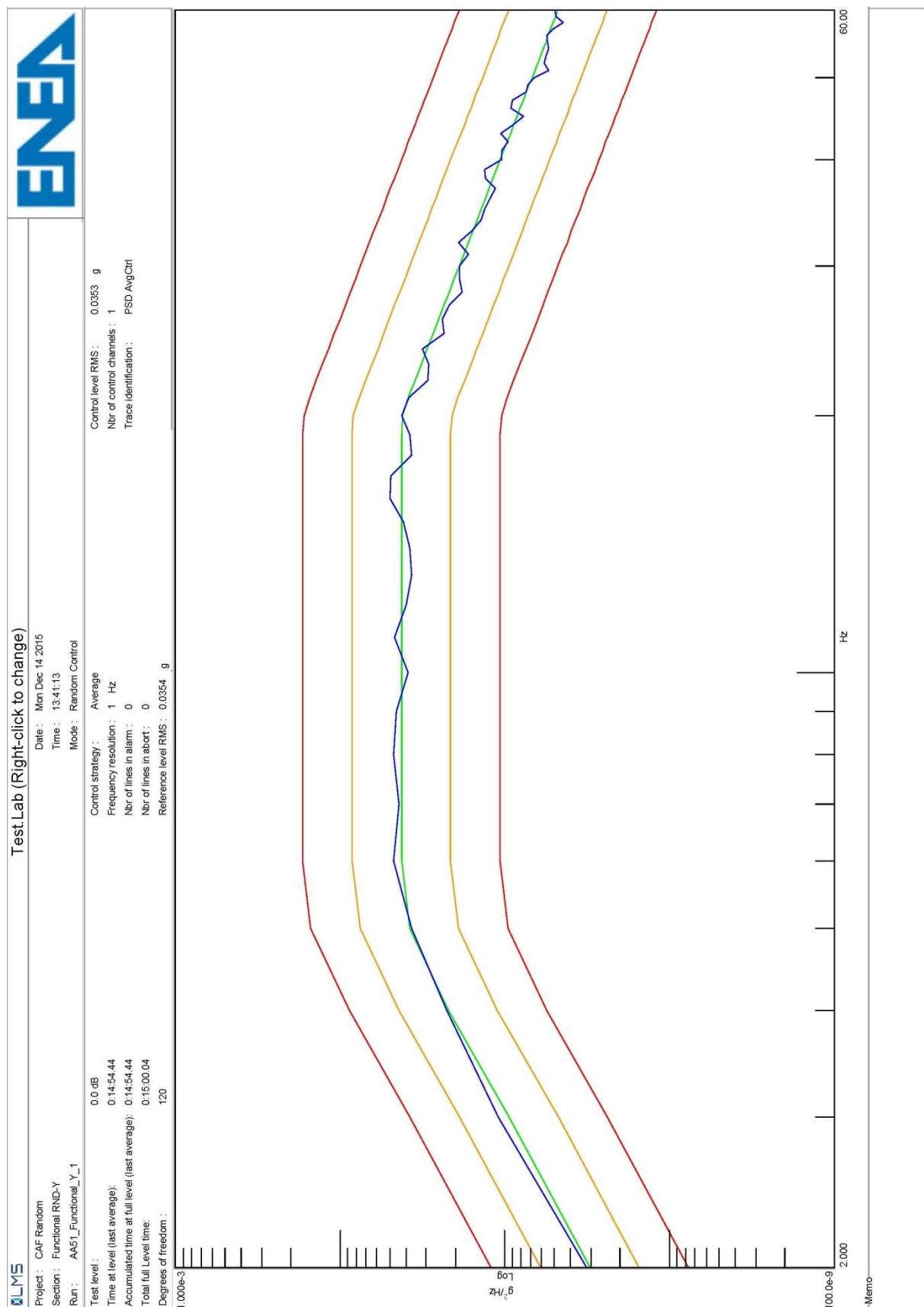
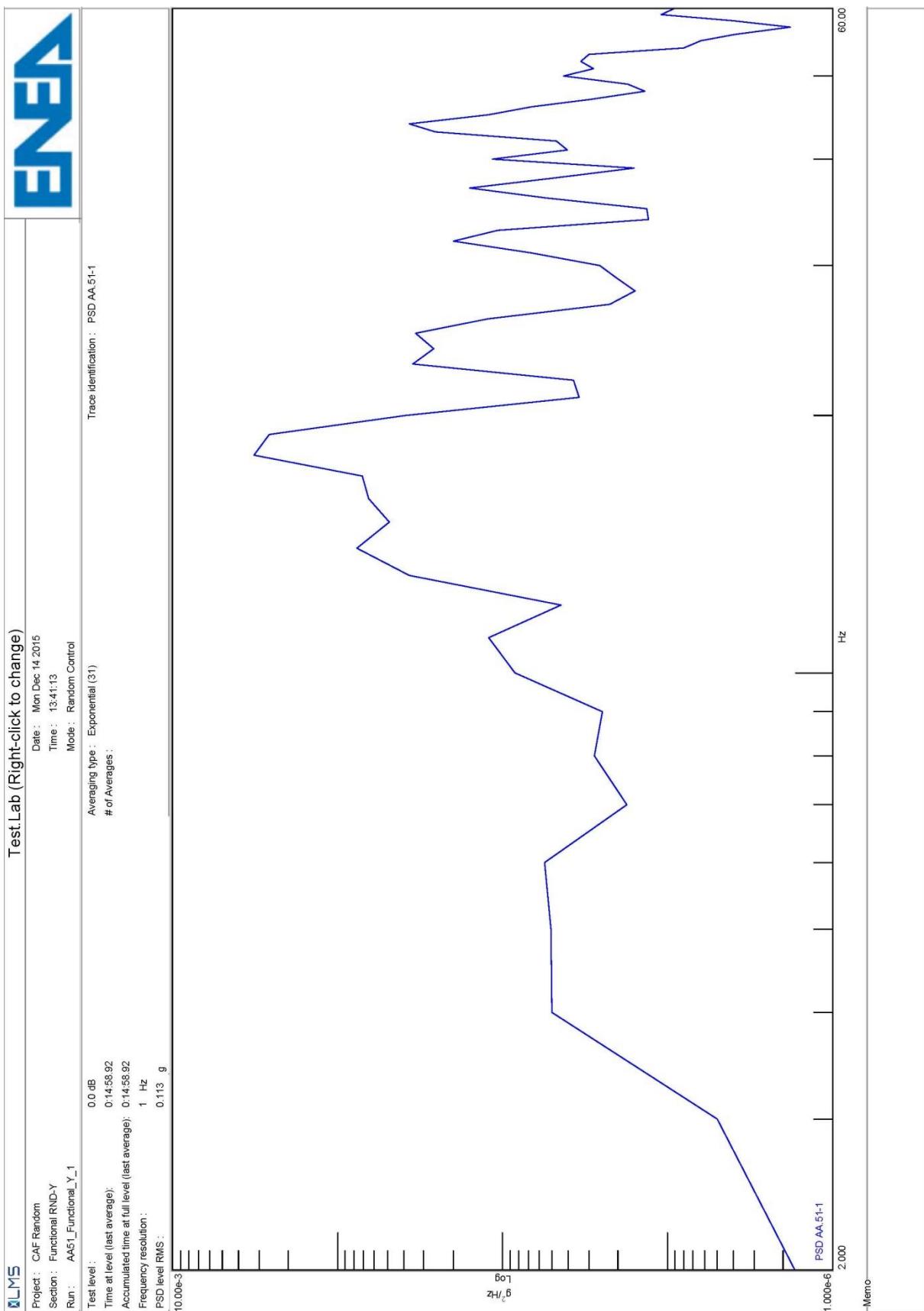
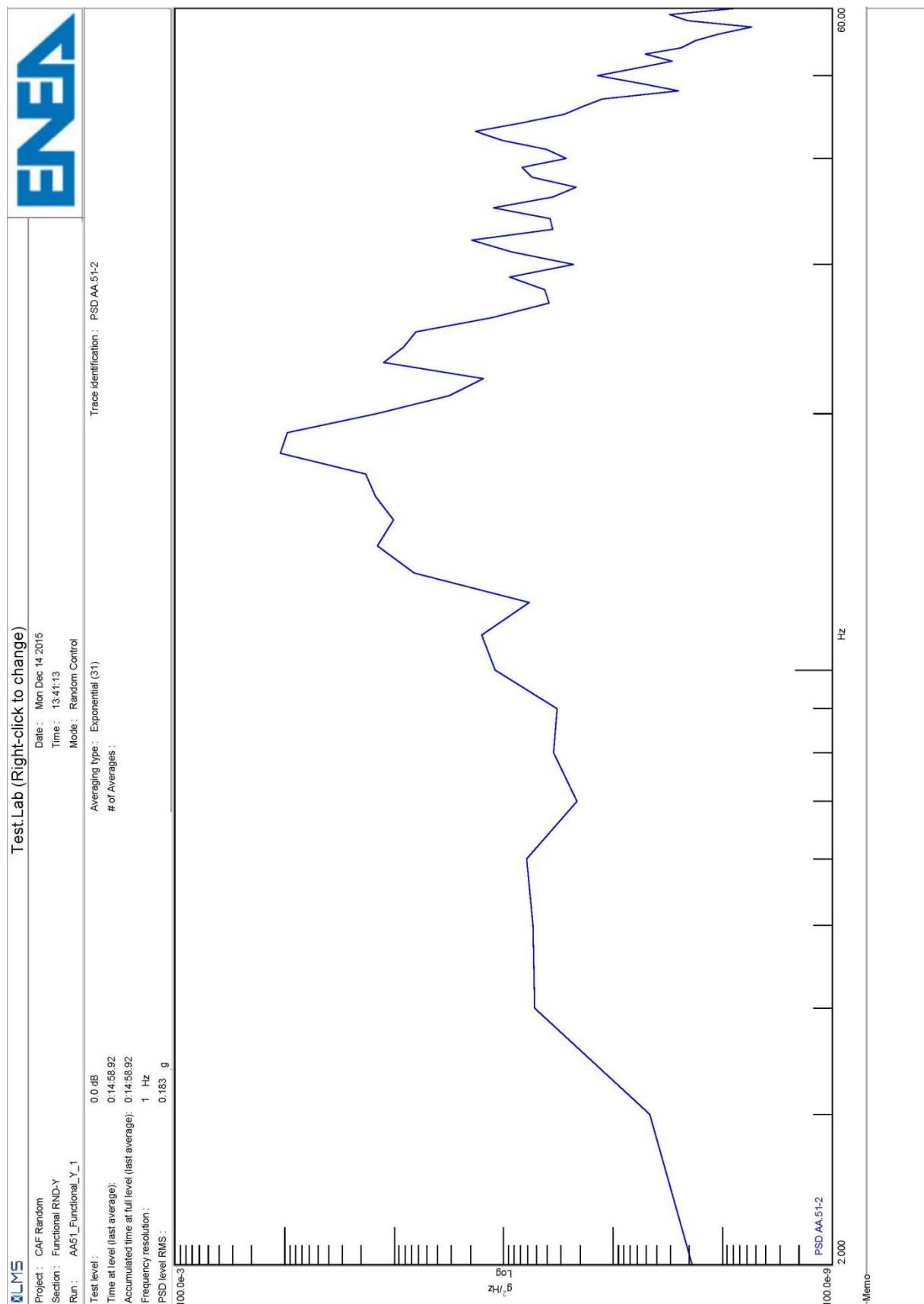


Figura 35 – Prova funzionale asse Y – PSD accelerometro di controllo



**Figura 36 – Prova funzionale asse Y – PSD accelerometro AA.51-1**

**Figura 37 – Prova funzionale asse Y – PSD accelerometro AA.51-2**

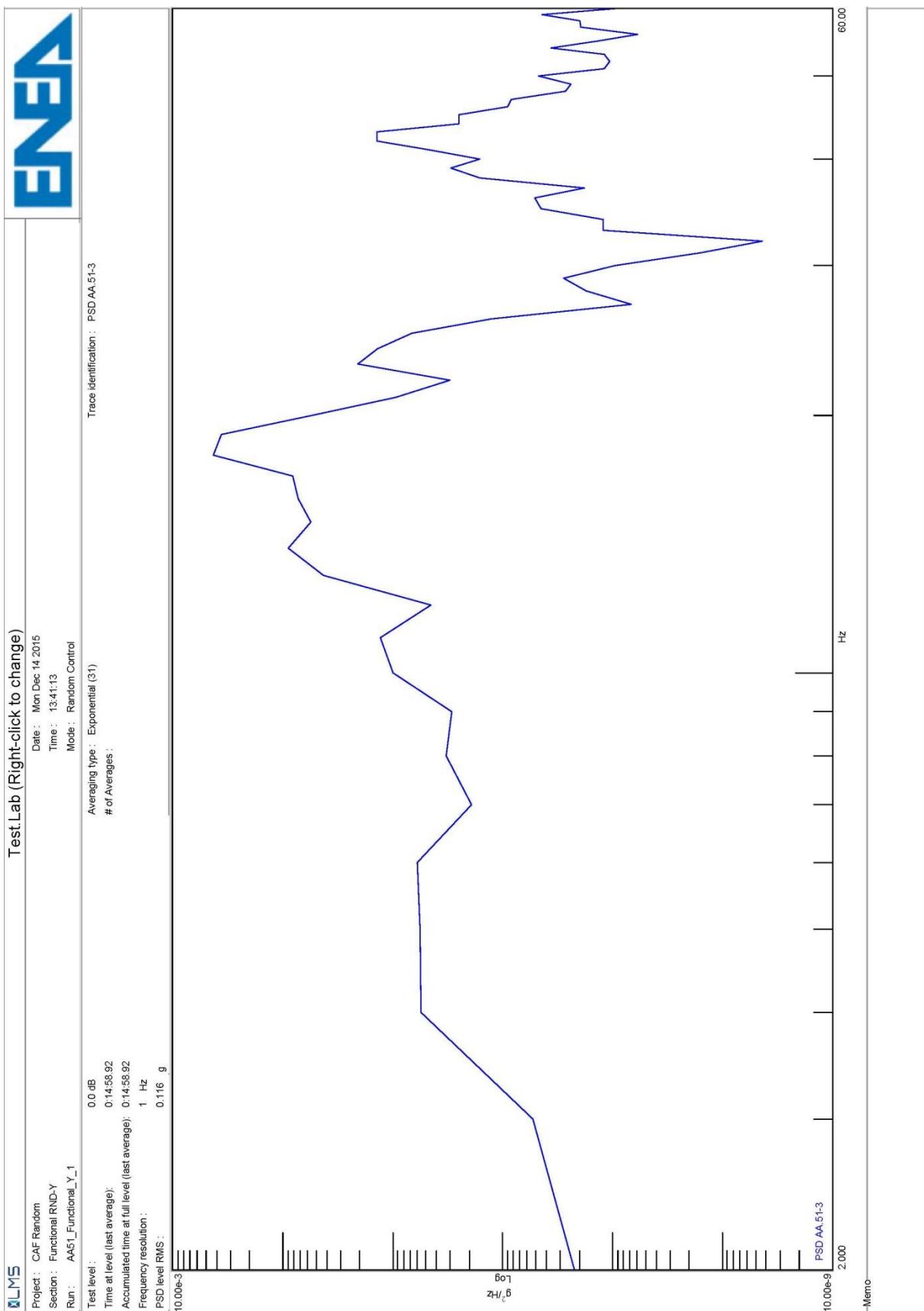


Figura 38 – Prova funzionale asse Y – PSD accelerometro AA.51-3

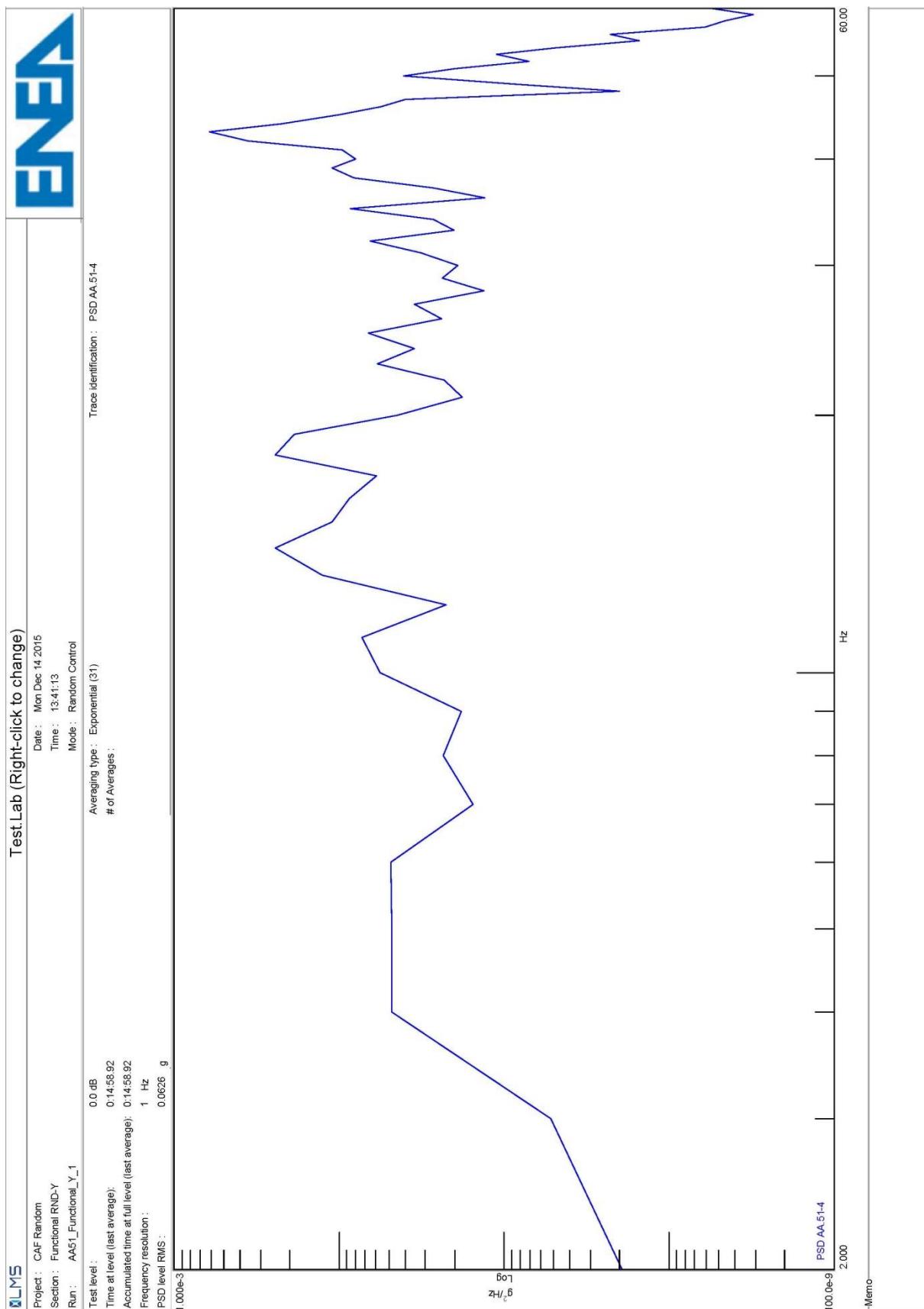
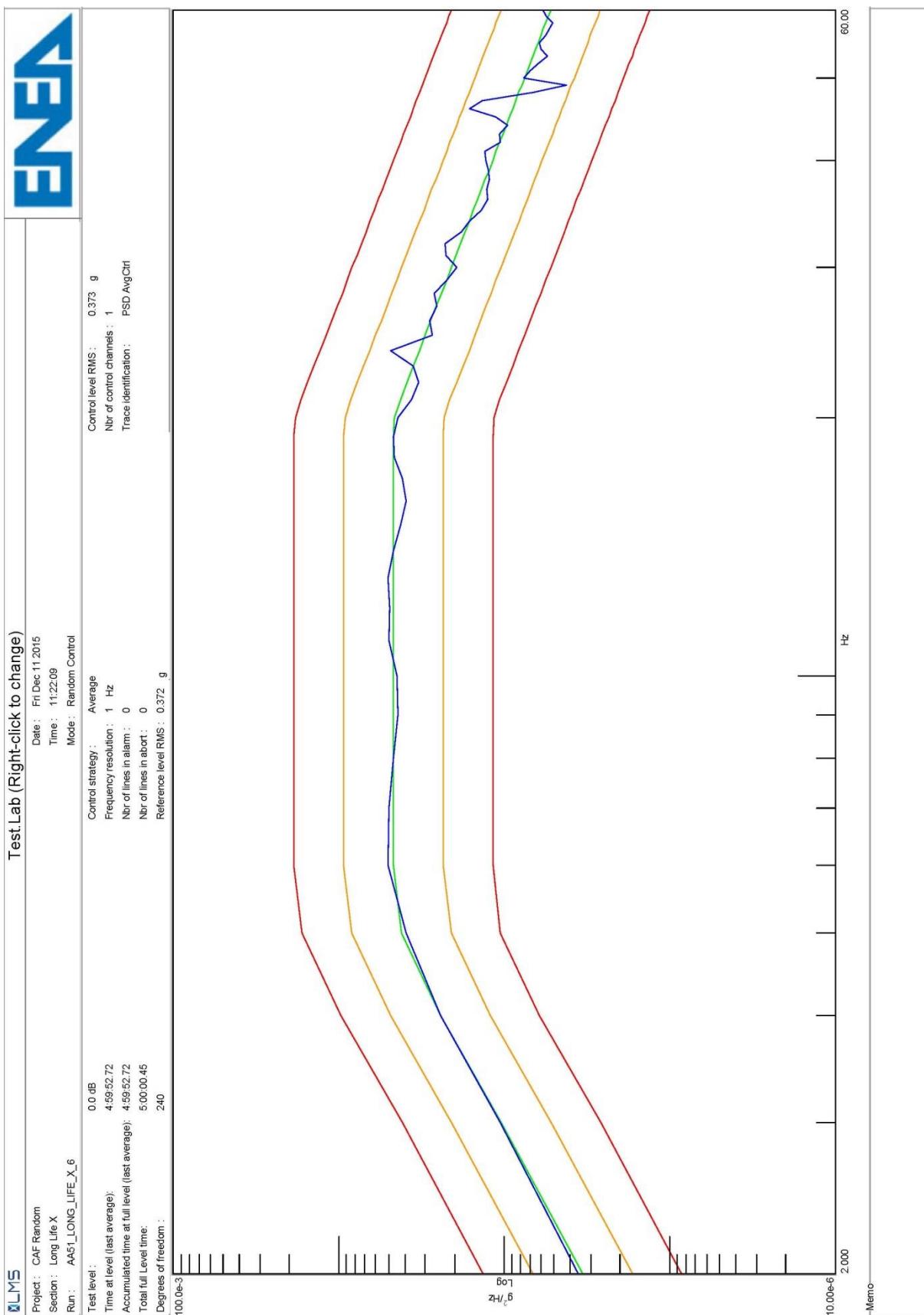


Figura 39 – Prova funzionale asse Y – PSD accelerometro AA.51-4



**Figura 40 – Prova di durata asse X – PSD accelerometro di controllo**

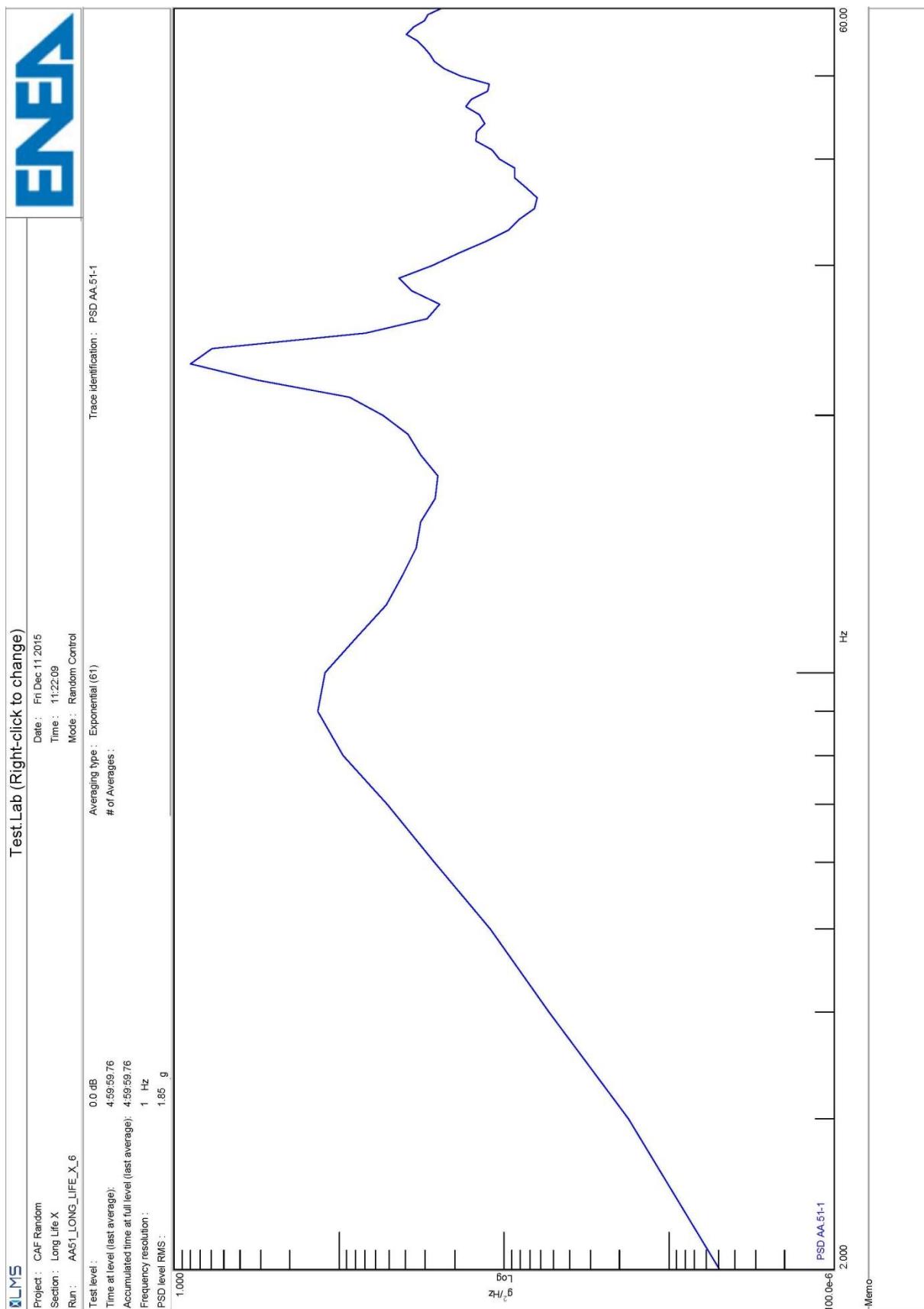


Figura 41 – Prova di durata asse X – PSD accelerometro AA.51-1

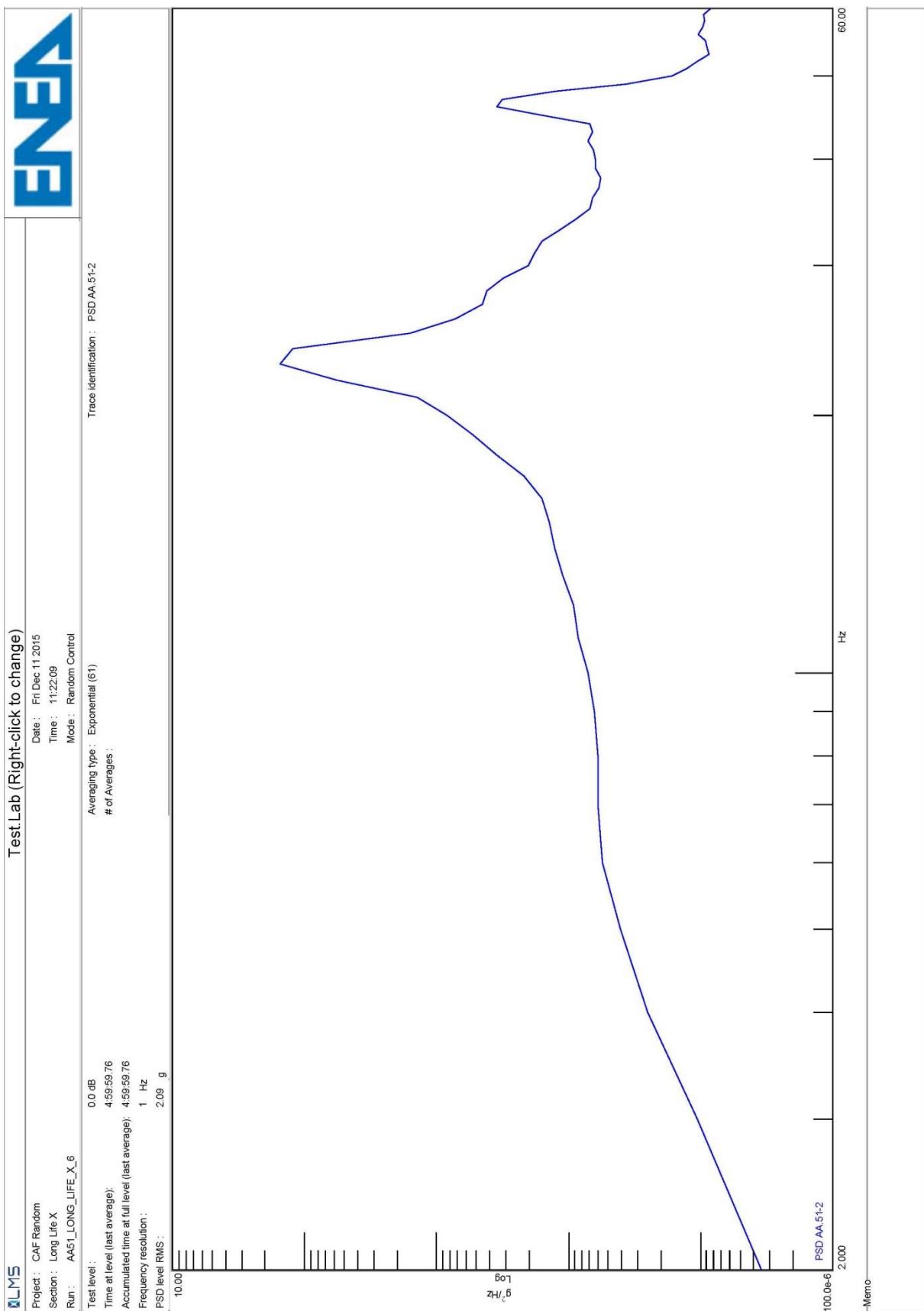


Figura 42 – Prova di durata asse X – PSD accelerometro AA.51-2

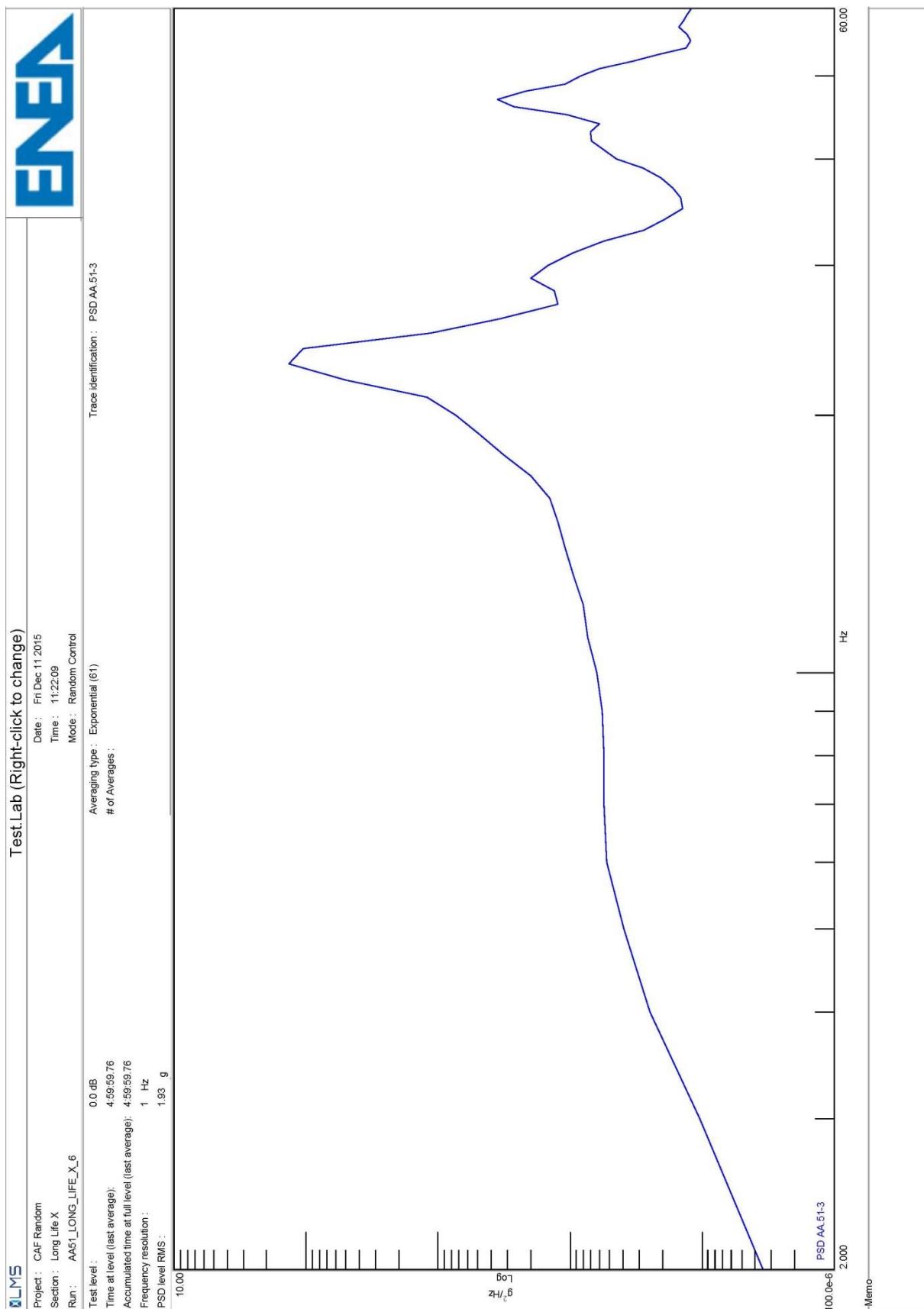


Figura 43 – Prova di durata asse X – PSD accelerometro AA.51-3

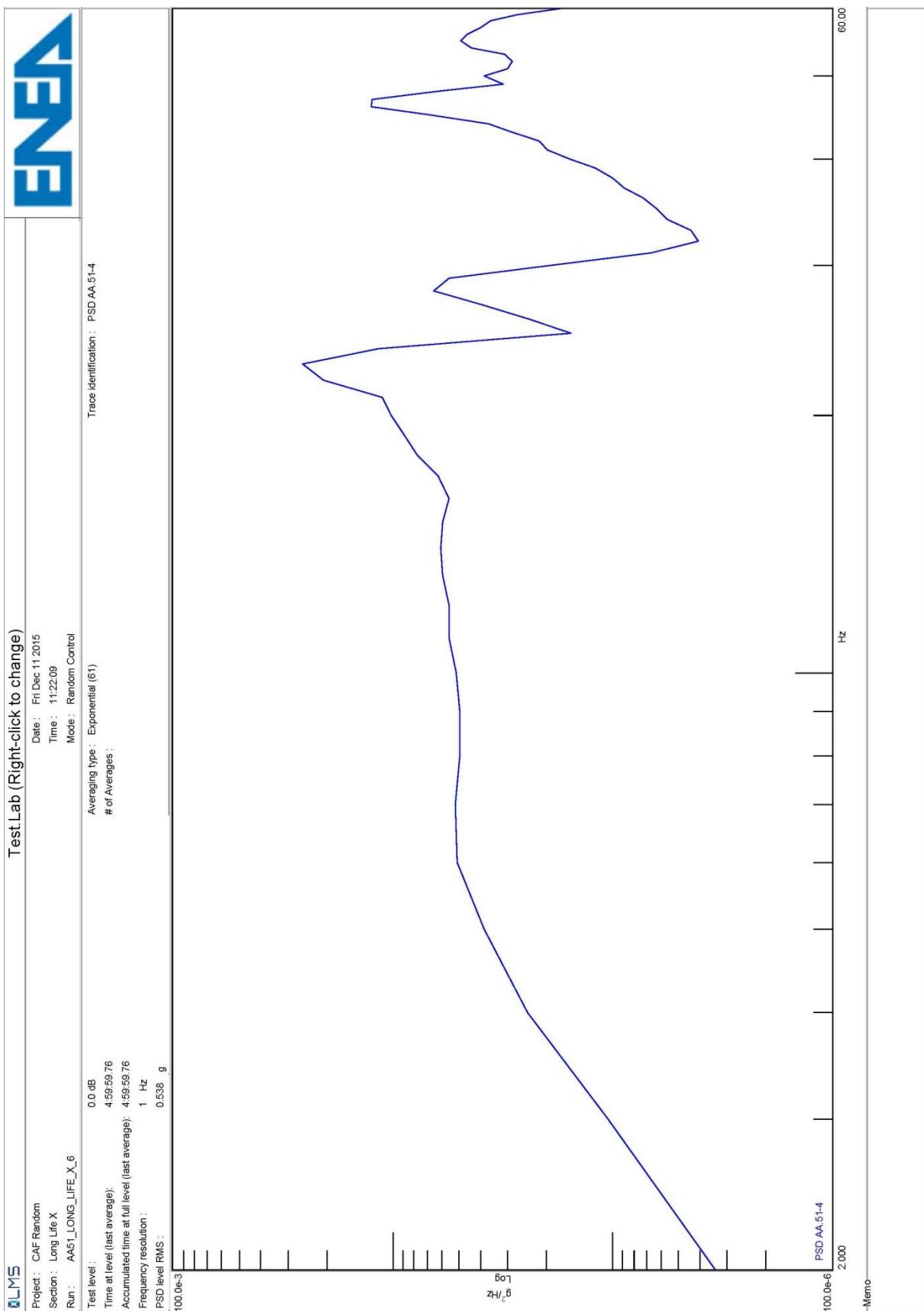


Figura 44 – Prova di durata asse X – PSD accelerometro AA.51-4

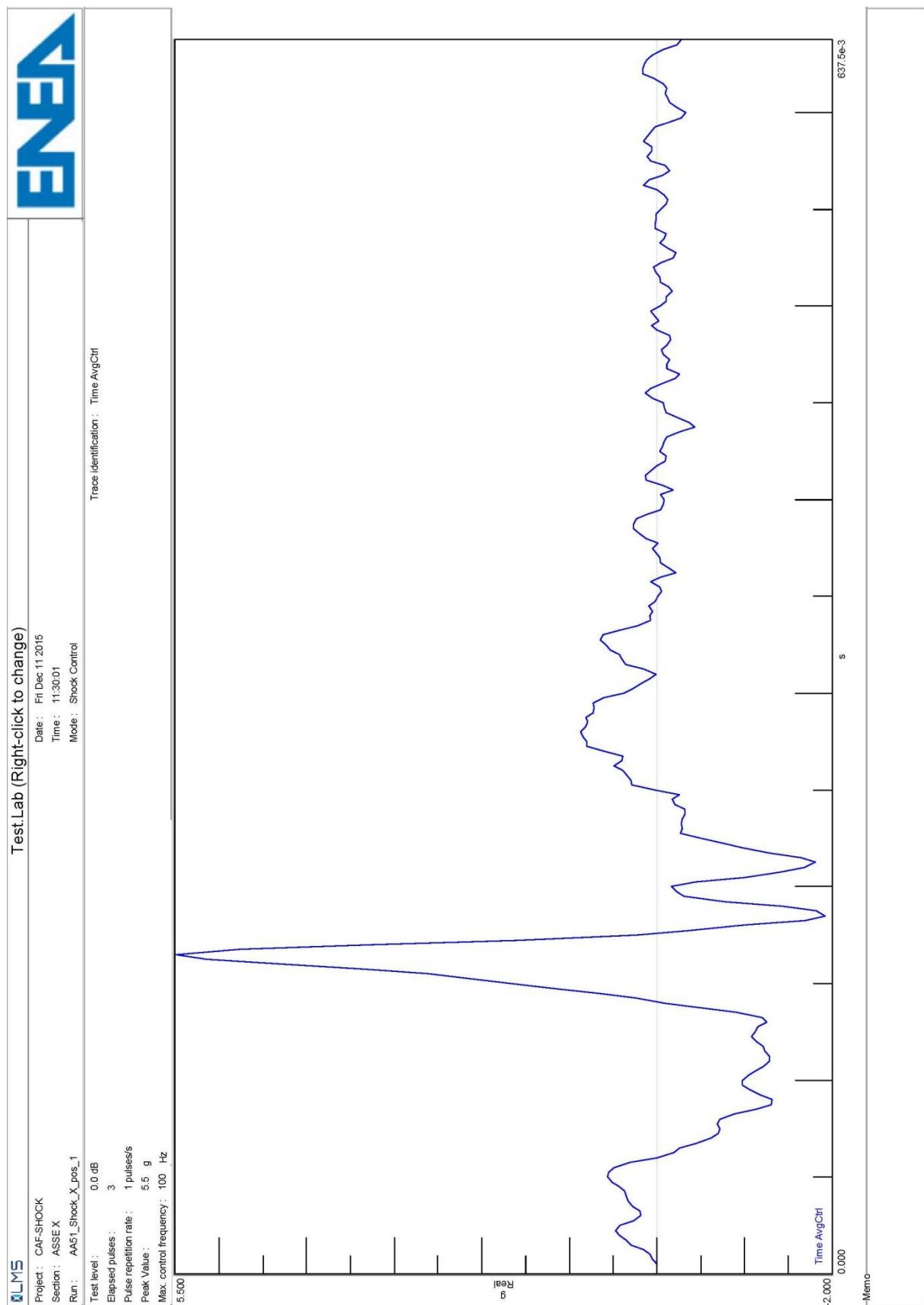


Figura 45 – Prova di urti positivi asse X –accelerometro di controllo – Urto 3 di 3

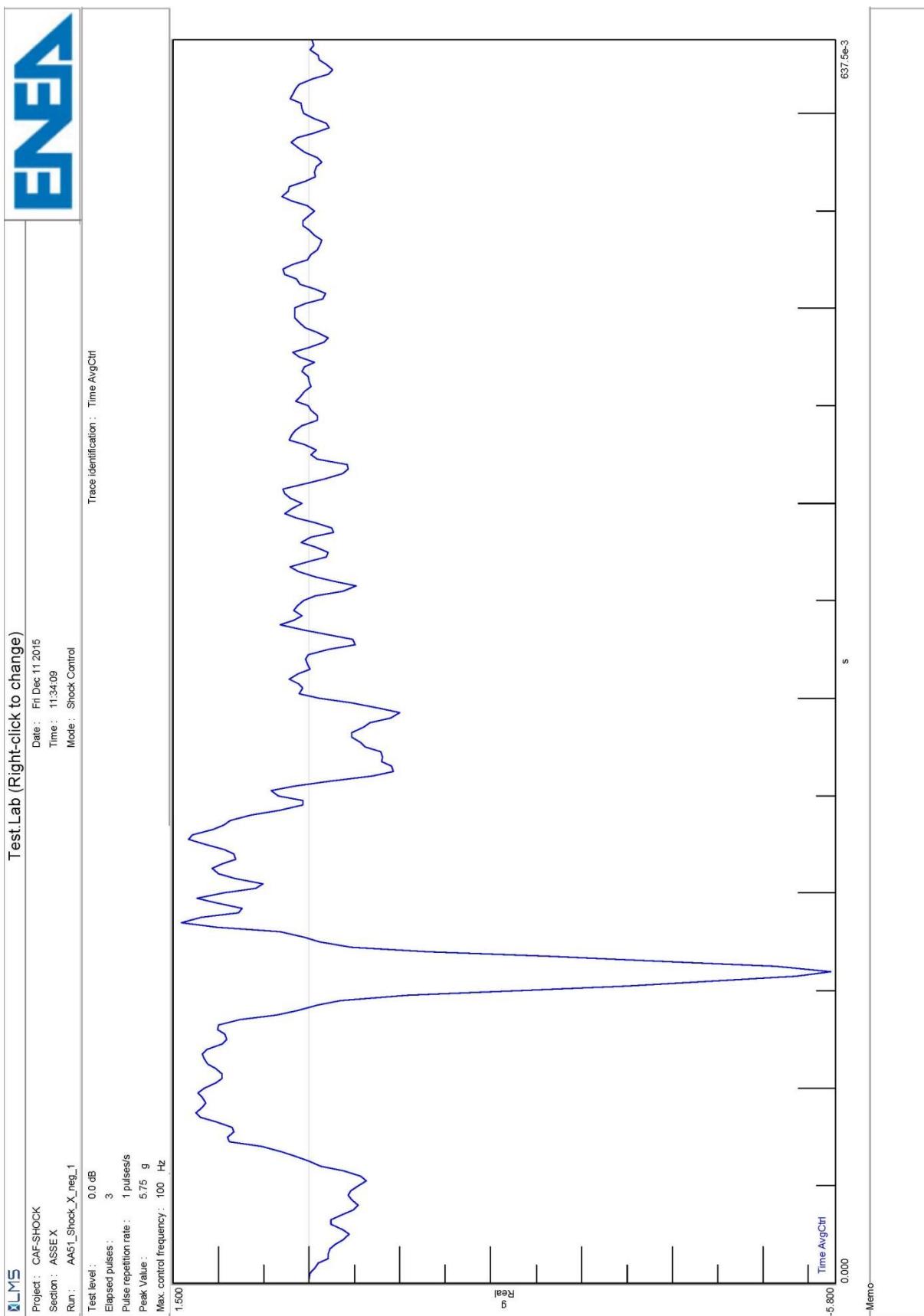


Figura 46 – Prova di urti negativi asse X –accelerometro di controllo – Urti 3 di 3

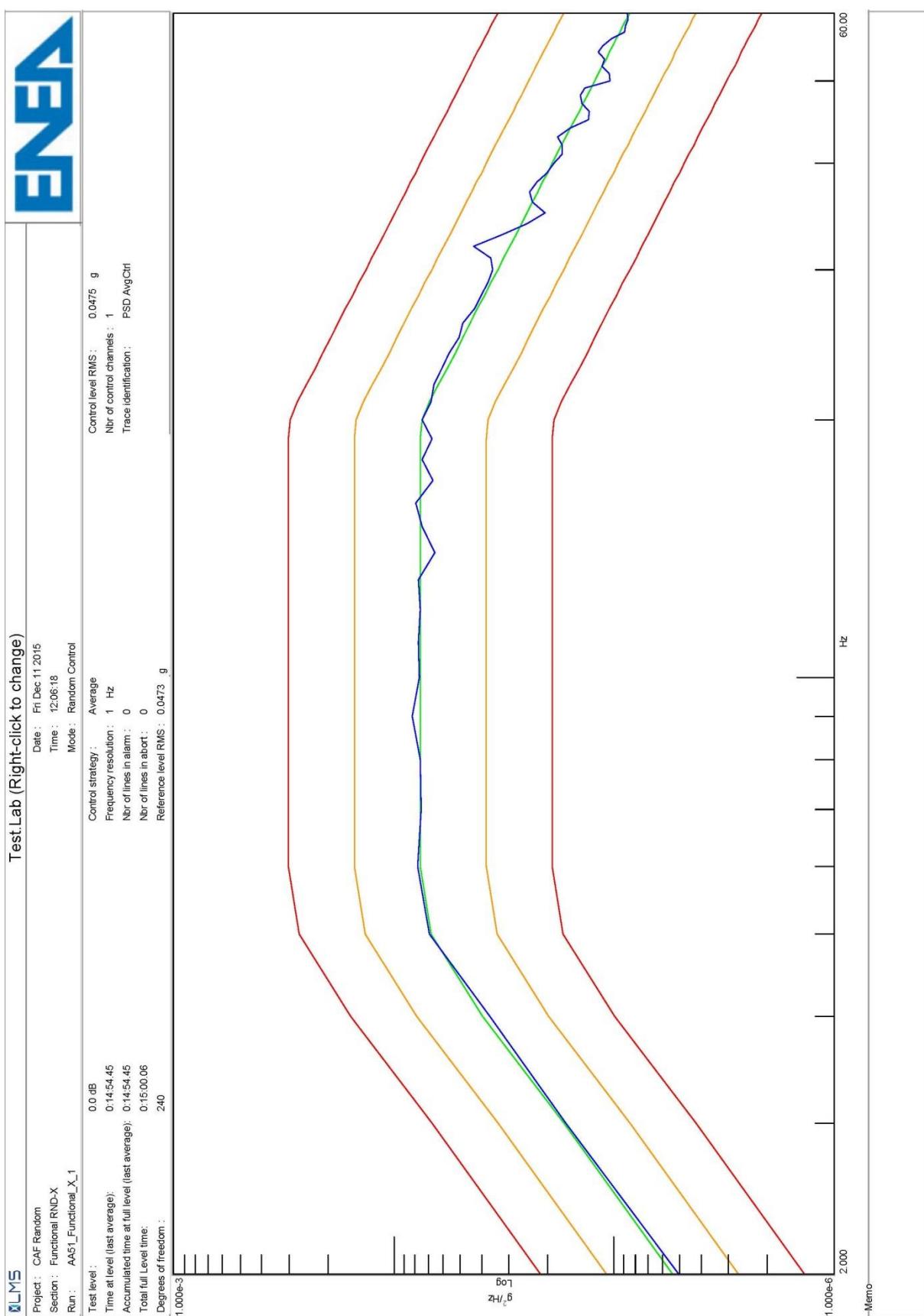
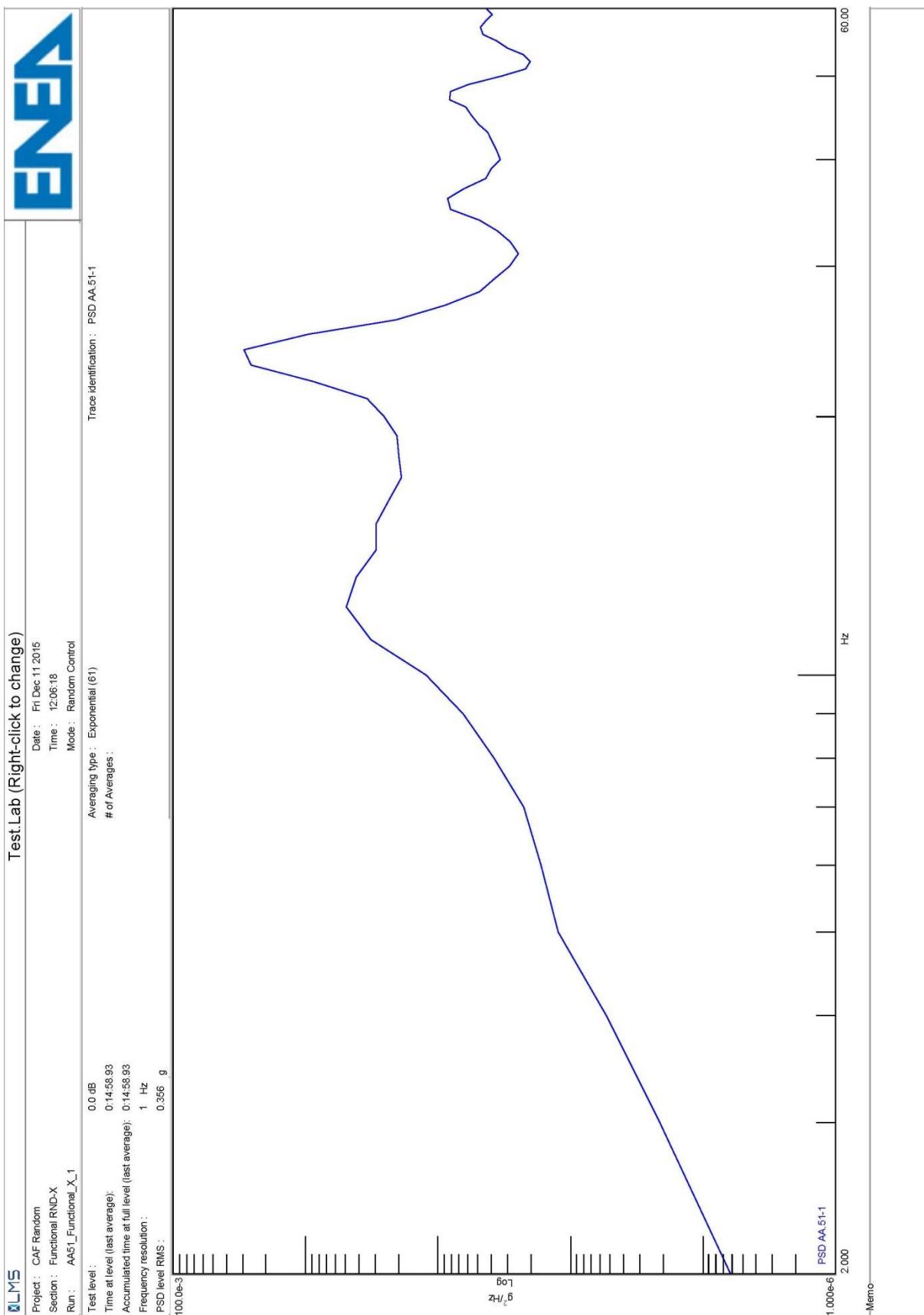


Figura 47– Prova funzionale asse X – PSD accelerometro di controllo



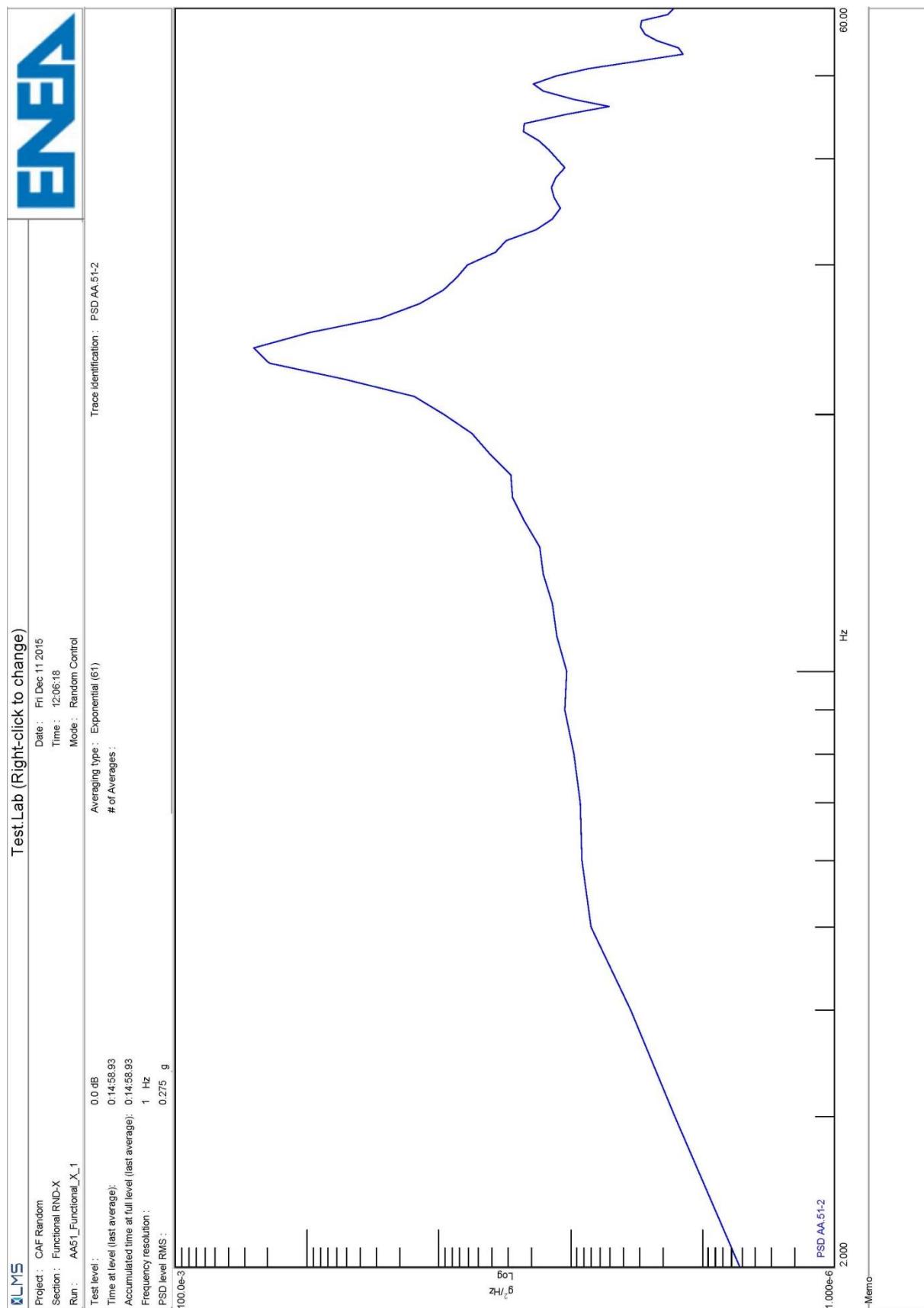


Figura 49 – Prova funzionale asse X – PSD accelerometro AA.51-2

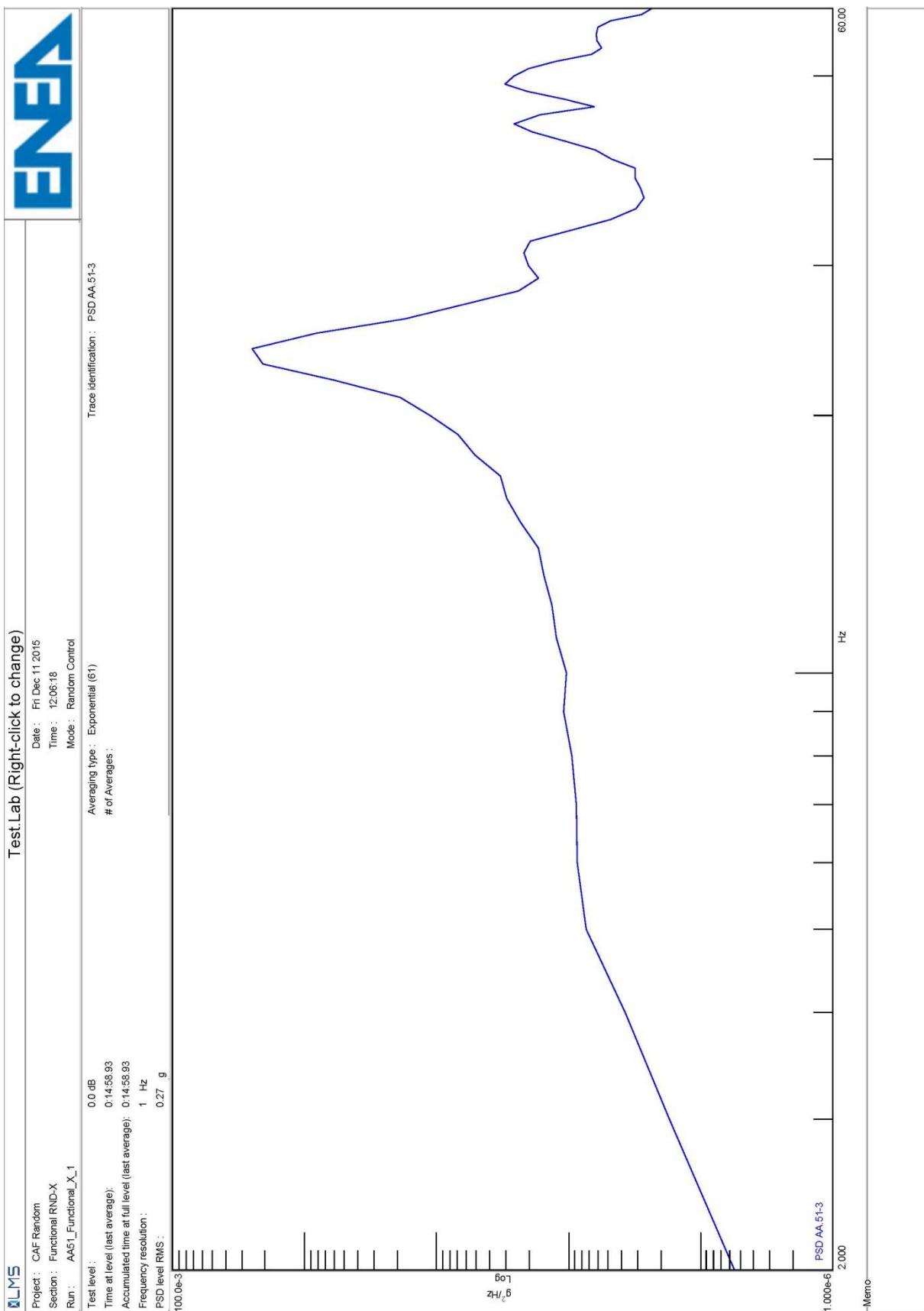


Figura 50 – Prova funzionale asse X – PSD accelerometro AA.51-3

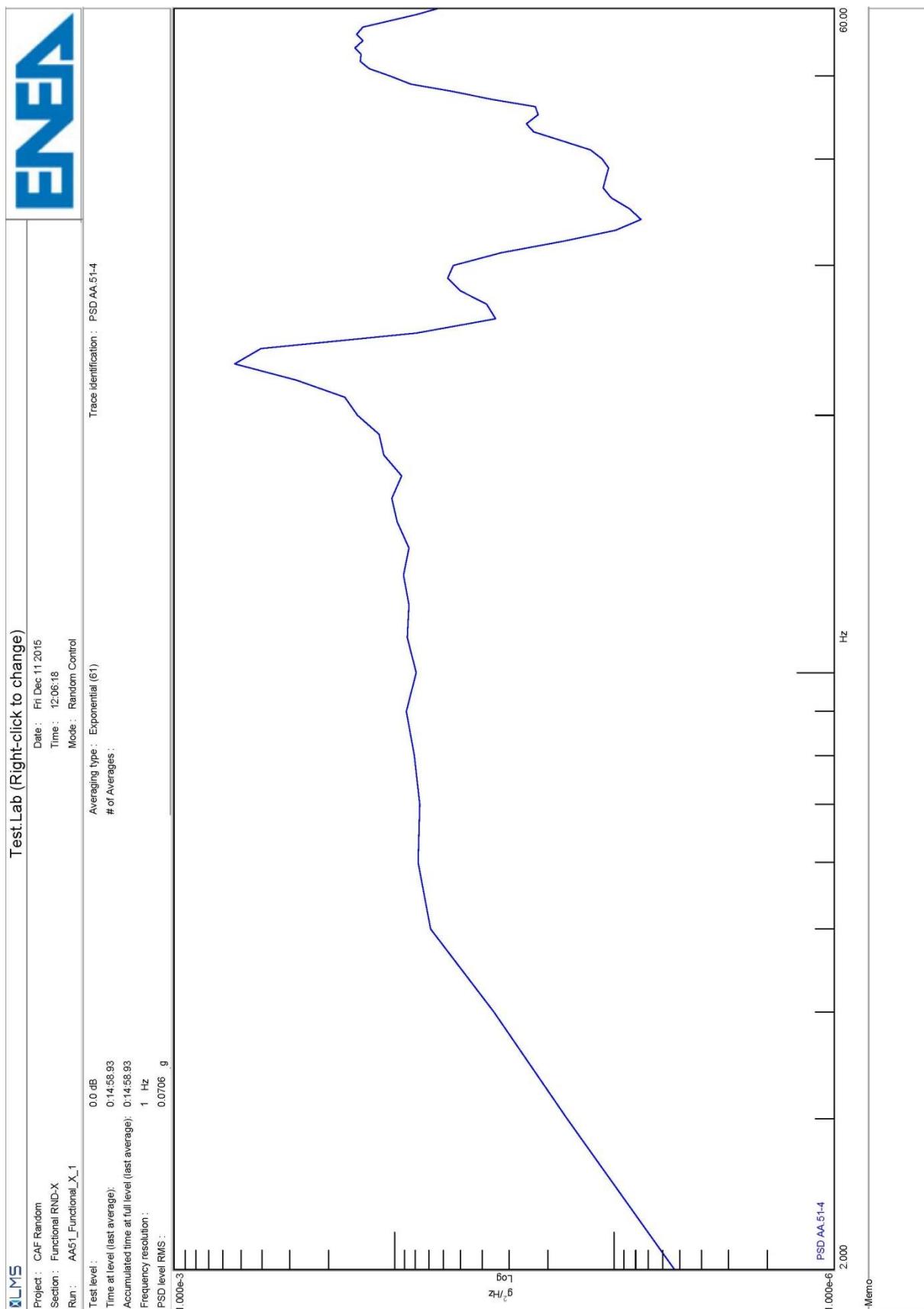


Figura 51 – Prova funzionale asse X – PSD accelerometro AA.51-4