

Verifica della conformità degli impianti di produzione alle prescrizioni tecniche del Gestore

Storia delle revisioni

Rev.00	09-03-2003	Prima emissione
Rev.01	14-12-2005	Aggiornamento generale. Introduzione verifica per transitorio di frequenza.
Rev.02	15 febbraio 2021	Aggiornamento generale del documento anche alla luce dell'evoluzione dei requisiti tecnici di connessione derivante dal Codice Europeo di Connessione (Rfg)

1	INTRODUZIONE	12
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	12
3	DEFINIZIONI E ACRONIMI.....	12
4	CAMPO DI APPLICAZIONE.....	15
5	GENERALITÀ	16
6	CLASSIFICAZIONE E MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLE VERIFICHE.....	17
6.1	VERIFICHE DI CONFORMITÀ CON ISPEZIONI STRUMENTALI (TIPO 1)	18
6.2	VERIFICHE DI CONFORMITÀ CON ISPEZIONI STRUMENTALI SU SPECIFICHE REGOLAZIONI E CARATTERISTICHE TECNICHE (TIPO 2)	19
6.3	VERIFICHE DI CONFORMITÀ ATTRAVERSO MONITORAGGIO CONTINUO STRUMENTALE (TIPO 3)	19
6.4	VERIFICHE DI CONFORMITÀ ATTRAVERSO PROVE IN AUTONOMIA (TIPO 4).....	20
6.5	VERIFICHE DI CONFORMITÀ ATTRAVERSO ISPEZIONI VISIVE E DOCUMENTALI (TIPO 5).....	21
7	CONDIZIONI GENERALI DI ACCESSO IN IMPIANTO	23
8	PREDISPOSIZIONE DELL'IMPIANTO.....	24
8.1	GRANDEZZE DA REGISTRARE PER GRUPPI DI GENERAZIONE SINCRONI	24
8.1.1	<i>Grandezze comuni a tutti i gruppi di generazione sincroni.....</i>	<i>24</i>
8.1.2	<i>Grandezze aggiuntive per i gruppi di generazione sincroni termoelettrici a vapore tradizionali</i> <i>25</i>	
8.1.3	<i>Grandezze aggiuntive per i gruppi di generazione sincroni di tipo turbogas in ciclo aperto o</i> <i>in ciclo combinato</i>	<i>26</i>
8.1.4	<i>Grandezze aggiuntive per i gruppi di generazione sincroni di tipo idroelettrico.....</i>	<i>26</i>
8.2	GRANDEZZE DA REGISTRARE PER PPM.....	26
8.2.1	<i>Grandezze comuni a tutti i PPM.....</i>	<i>27</i>
8.2.2	<i>Grandezze aggiuntive per impianti fotovoltaici</i>	<i>28</i>
8.2.3	<i>Grandezze aggiuntive per impianti eolici</i>	<i>28</i>
8.3	CARATTERISTICHE MINIME DELLA STRUMENTAZIONE ESTERNA	28
8.3.1	<i>Trasduttori di tensione, corrente, potenza attiva, potenza reattiva e frequenza</i>	<i>29</i>
8.3.2	<i>Trasduttore di valor medio.....</i>	<i>29</i>
8.3.3	<i>Sistema rapido di registrazione</i>	<i>30</i>
8.3.4	<i>Generatore di funzioni.....</i>	<i>30</i>
8.3.5	<i>Generatore programmabile delle terne di tensione e corrente.....</i>	<i>30</i>
8.3.6	<i>Analizzatore di armoniche</i>	<i>31</i>
8.3.7	<i>Simulatore di rete isolata.....</i>	<i>31</i>
8.4	REQUISITI SPECIFICI LA STRUMENTAZIONE DI IMPIANTO E PER L'INSTALLAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE ESTERNA	31
8.5	PREDISPOSIZIONE DEI SISTEMI DI CONTROLLO	32

8.6	SCHEMI DI RIFERIMENTO PER IL COLLEGAMENTO DELLA STRUMENTAZIONE	34
8.6.1	Sistema di regolazione della frequenza.....	34
8.6.2	Sistema di regolazione della tensione	34
8.6.3	Sistema di regolazione della tensione per le prove di tipo	35
9	VERIFICA DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE DELLA FREQUENZA PER GRUPPI DI GENERAZIONE SINCRONI.....	37
9.1	FMIS – PRECISIONE DELLA MISURA DI FREQUENZA	37
9.1.1	Condizioni di prova.....	37
9.1.2	Metodo di prova	37
9.1.3	Grandezze da registrare.....	37
9.1.4	Processamento dei dati registrati	37
9.1.5	Criteri di valutazione del risultato.....	38
9.2	PSET – REGOLAZIONE DEL SET-POINT DI POTENZA ATTIVA	38
9.2.1	Condizioni di prova.....	38
9.2.2	Metodo di prova	38
9.2.3	Grandezze da registrare.....	39
9.2.4	Processamento dei dati registrati	39
9.2.5	Criteri di valutazione del risultato.....	40
9.3	FSMLFSM – CARATTERISTICA STATICA DELLA REGOLAZIONE PRIMARIA	40
9.3.1	Condizioni di prova.....	40
9.3.2	Metodo di prova	41
9.3.3	Grandezze da registrare.....	42
9.3.4	Processamento dei dati registrati	42
9.3.5	Criteri di valutazione del risultato.....	43
9.4	INS – INSENSIBILITÀ DEL REGOLATORE DI VELOCITÀ.....	43
9.4.1	Condizioni di prova.....	43
9.4.2	Metodo di prova	43
9.4.3	Grandezze da registrare.....	44
9.4.4	Processamento dei dati registrati	44
9.4.5	Criteri di valutazione del risultato.....	45
9.5	DINF100 – COMPORTAMENTO DINAMICO DEL REGOLATORE DI VELOCITÀ.....	46
9.5.1	Condizioni di prova.....	46
9.5.2	Metodo di prova	46
9.5.3	Grandezze da registrare.....	47
9.5.4	Processamento dei dati registrati	47
9.5.5	Criteri di valutazione del risultato.....	47

9.6	DINF250 – COMPORTAMENTO DINAMICO DEL REGOLATORE DI VELOCITÀ.....	48
9.6.1	Condizioni di prova.....	48
9.6.2	Metodo di prova	48
9.6.3	Grandezze da registrare.....	49
9.6.4	Processamento dei dati registrati	50
9.6.5	Criteri di valutazione del risultato.....	50
9.7	DINF – COMPORTAMENTO DINAMICO DEL REGOLATORE DI VELOCITÀ.....	50
9.7.1	Condizioni di prova.....	50
9.7.2	Metodo di prova	50
9.7.3	Grandezze da registrare.....	51
9.7.4	Processamento dei dati registrati	52
9.7.5	Criteri di valutazione del risultato.....	55
9.8	PMAX – MASSIMA POTENZA ATTIVA EROGABILE DAL GRUPPO	56
9.8.1	Condizioni di prova.....	56
9.8.2	Metodo di prova	56
9.8.3	Grandezze da registrare.....	56
9.8.4	Processamento dei dati registrati	56
9.8.5	Criteri di valutazione del risultato.....	57
9.9	PMIN – MINIMA POTENZA ATTIVA EROGABILE DAL GRUPPO	57
9.9.1	Condizioni di prova.....	57
9.9.2	Metodo di prova	57
9.9.3	Grandezze da registrare.....	57
9.9.4	Processamento dei dati registrati	58
9.9.5	Criteri di valutazione del risultato.....	58
9.10	ILF – LOGICA ILF.....	58
9.10.1	Condizioni di prova.....	58
9.10.2	Metodo di prova	58
9.10.3	Grandezze da registrare.....	59
9.10.4	Processamento dei dati registrati	59
9.10.5	Criteri di valutazione del risultato.....	61
9.11	F1HZ – COMPORTAMENTO A FRONTE DI GRANDI PERTURBAZIONI DELLA FREQUENZA DI RETE	61
9.11.1	Condizioni di prova.....	61
9.11.2	Metodo di prova	61
9.11.3	Grandezze da registrare.....	62
9.11.4	Processamento dei dati registrati	62

9.11.5	Criteri di valutazione del risultato.....	64
9.12	LINIDR – RILIEVO DELLA CARATTERISTICA APERTURA-POTENZA PER GRUPPI IDROELETTRICI.....	64
9.12.1	Condizioni di prova.....	64
9.12.2	Metodo di prova	64
9.12.3	Grandezze da registrare.....	64
9.12.4	Processamento dei dati registrati	65
9.12.5	Criteri di valutazione del risultato.....	65
9.13	LINTR – RILIEVO DELLA CARATTERISTICA POSIZIONE SERVOMOTORE-POTENZA PER GRUPPI TERMOELETTRICI TRADIZIONALI A VAPORE.....	65
9.13.1	Condizioni di prova.....	65
9.13.2	Metodo di prova	65
9.13.3	Grandezze da registrare.....	66
9.13.4	Processamento dei dati registrati	66
9.13.5	Criteri di valutazione del risultato.....	66
10	VERIFICA DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE DELLA TENSIONE PER GRUPPI DI GENERAZIONE SINCRONI.....	66
10.1	STAV – ERRORE STATICO DELLA REGOLAZIONE PRIMARIA DI TENSIONE	66
10.1.1	Condizioni di prova.....	66
10.1.2	Metodo di prova	67
10.1.3	Grandezze da registrare.....	68
10.1.4	Processamento dei dati registrati	68
10.1.5	Criteri di valutazione del risultato.....	68
10.2	COMP – COMPOUND DELLA REGOLAZIONE PRIMARIA DI TENSIONE	68
10.2.1	Condizioni di prova.....	68
10.2.2	Metodo di prova	68
10.2.3	Grandezze da registrare.....	69
10.2.4	Processamento dei dati registrati	69
10.2.5	Criteri di valutazione del risultato.....	69
10.3	DINV – DINAMICA DELLA REGOLAZIONE PRIMARIA DI TENSIONE	69
10.3.1	Condizioni di prova.....	69
10.3.2	Metodo di prova	70
10.3.3	Grandezze da registrare.....	70
10.3.4	Processamento dei dati registrati	71
10.3.5	Criteri di valutazione del risultato.....	72
10.4	LIM – CURVE LIMITE IMPOSTATE NEL REGOLATORE DI TENSIONE	73
10.4.1	Condizioni di prova.....	73

10.4.2	Metodo di prova	73
10.4.3	Grandezze da registrare.....	74
10.4.4	Processamento dei dati registrati	75
10.4.5	Criteri di valutazione del risultato.....	75
10.5	VFMAX – TENSIONE DI ECCITAZIONE MASSIMA.....	75
10.5.1	Condizioni di prova.....	75
10.5.2	Metodo di prova	75
10.5.3	Grandezze da registrare.....	76
10.5.4	Processamento dei dati registrati	76
10.5.5	Criteri di valutazione del risultato.....	76
11	VERIFICA IN FABBRICA DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE DELLA TENSIONE PER GRUPPI DI GENERAZIONE SINCRONI.....	77
11.1	VRID – FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI ECCITAZIONE CON TENSIONE DI ALIMENTAZIONE RIDOTTA.....	77
11.1.1	Condizioni di prova.....	77
11.1.2	Metodo di prova	77
11.1.3	Grandezze da registrare.....	77
11.1.4	Processamento dei dati registrati	78
11.1.5	Criteri di accettazione del risultato.....	78
11.2	TCEI – TEMPO DI MANTENIMENTO DELLA TENSIONE DI CEILING.....	78
11.2.1	Condizioni di prova.....	78
11.2.2	Metodo di prova	78
11.2.3	Grandezze da registrare.....	79
11.2.4	Processamento dei dati registrati	79
11.2.5	Criteri di valutazione del risultato.....	79
11.3	IMAX – MANTENIMENTO DELLA CORRENTE DI ECCITAZIONE MASSIMA PER 10 SECONDI	79
11.3.1	Condizioni di prova.....	79
11.3.2	Metodo di prova	79
11.3.3	Grandezze da registrare.....	80
11.3.4	Processamento dei dati registrati	80
11.3.5	Criteri di valutazione del risultato.....	80
11.4	STEPAVRAP – CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA AVR IN ANELLO APERTO TRAMITE VARIAZIONI A GRADINO	80
11.4.1	Condizioni di prova.....	80
11.4.2	Metodo di prova	80
11.4.3	Grandezze da registrare.....	80

11.4.4	Processamento dei dati registrati	81
11.4.5	Criteri di valutazione del risultato.....	81
11.5	SINAVRAP – CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA AVR IN ANELLO APERTO TRAMITE VARIAZIONI SINUSOIDALI	81
11.5.1	Condizioni di prova.....	81
11.5.2	Metodo di prova	81
11.5.3	Grandezze da registrare.....	83
11.5.4	Processamento dei dati registrati	83
11.5.5	Criteri di valutazione del risultato.....	83
12	VERIFICA DEI SISTEMI PSS	84
12.1	SMORZ – SMORZAMENTO DELLE OSCILLAZIONI ELETTROMECCANICHE.....	84
12.1.1	Condizioni di prova.....	84
12.1.2	Metodo di prova	84
12.1.3	Grandezze da registrare.....	84
12.1.4	Processamento dei dati registrati	85
12.1.5	Criteri di valutazione del risultato.....	85
12.2	SINVR – CARATTERIZZAZIONE DEL GRUPPO DI GENERAZIONE E DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE TRAMITE VARIAZIONI SINUSOIDALI DEL RIFERIMENTO DI TENSIONE	86
12.2.1	Condizioni di prova.....	86
12.2.2	Metodo di prova	86
12.2.3	Grandezze da registrare.....	88
12.2.4	Processamento dei dati registrati	88
12.2.5	Criteri di valutazione del risultato.....	90
12.3	STEPVSI – CARATTERIZZAZIONE DEL PSS TRAMITE VARIAZIONI A GRADINO SUGLI INGRESSI VSI1 E VSI2.....	90
12.3.1	Condizioni di prova.....	90
12.3.2	Metodo di prova	90
12.3.3	Grandezze da registrare.....	90
12.3.4	Processamento dei dati registrati	91
12.3.5	Criteri di valutazione del risultato.....	91
12.4	SINVSI – CARATTERIZZAZIONE DEL PSS TRAMITE RISPOSTA IN FREQUENZA DEI CANALI DI INGRESSO VSI1 E VSI2.....	91
12.4.1	Condizioni di prova.....	91
12.4.2	Metodo di prova	91
12.4.3	Grandezze da registrare.....	93
12.4.4	Processamento dei dati registrati	93
12.4.5	Criteri di valutazione del risultato.....	94

12.5	SFAVF – VALUTAZIONE DELLO SFASAMENTO TRA TENSIONE E FREQUENZA DI RETE NELLA BANDA INTER-AREA	94
12.5.1	Condizioni di prova.....	94
12.5.2	Metodo di prova	94
12.5.3	Grandezze da registrare.....	94
12.5.4	Processamento dei dati registrati	95
12.5.5	Criteri di valutazione del risultato.....	95
12.6	2CHPSS – VERIFICA DELL'EFFICACIA DEI SISTEMI PSS NELLO SMORZARE LE OSCILLAZIONI INTER-AREA TRAMITE INSERZIONE DI SEGNALI AD HOC.....	95
12.6.1	Condizioni di prova.....	95
12.6.2	Metodo di prova	95
12.6.3	Grandezze da registrare.....	96
12.6.4	Processamento dei dati registrati	96
12.6.5	Criteri di valutazione del risultato.....	96
13	VERIFICA DEL SISTEMA SART	96
13.1	LIMSART – CURVE LIMITE IMPOSTATE NEL SART	96
13.1.1	Condizioni di prova.....	96
13.1.2	Metodo di prova	96
13.1.3	Grandezze da registrare.....	97
13.1.4	Processamento dei dati registrati	97
13.1.5	Criteri di valutazione del risultato.....	97
13.2	STAQ – CARATTERISTICA STATICA DELLA REGOLAZIONE DI POTENZA REATTIVA DI SART	98
13.2.1	Condizioni di prova.....	98
13.2.2	Metodo di prova	98
13.2.3	Grandezze da registrare.....	99
13.2.4	Processamento dei dati registrati	99
13.2.5	Criteri di valutazione del risultato.....	100
13.3	DINQ – PRESTAZIONI DINAMICHE DELLA REGOLAZIONE DI POTENZA REATTIVA DI SART	100
13.3.1	Condizioni di prova.....	100
13.3.2	Metodo di prova	100
13.3.3	Grandezze da registrare.....	101
13.3.4	Processamento dei dati registrati	101
13.3.5	Criteri di valutazione del risultato.....	102
13.4	STARTS – CARATTERISTICA STATICA DELLA REGOLAZIONE DI TENSIONE DI SBARRA	102
13.4.1	Condizioni di prova.....	102

13.4.2	Metodo di prova	103
13.4.3	Grandezze da registrare.....	104
13.4.4	Processamento dei dati registrati	104
13.4.5	Criteri di valutazione del risultato.....	104
13.5	DINRTS – PRESTAZIONI DINAMICHE DELLA REGOLAZIONE DI TENSIONE DI SBARRA....	104
13.5.1	Condizioni di prova.....	104
13.5.2	Metodo di prova	104
13.5.3	Grandezze da registrare.....	105
13.5.4	Processamento dei dati registrati	105
13.5.5	Criteri di valutazione del risultato.....	106
14	VERIFICA DEI REQUISITI PER LA GESTIONE DEI GENERATORI SINCRONI.....	107
14.1	DIS – DISTACCO DA REMOTO	107
14.1.1	Condizioni e metodo di prova.....	107
14.2	VPAS – VERIFICA DELLE PRESTAZIONI DI ALTRI SERVIZI	107
14.2.1	Condizioni e metodo di prova.....	107
15	VERIFICA DEI REQUISITI PER LA GESTIONE DEL SISTEMA ELETTRICO DEI PPM.....	107
15.1	PPM-AVV – AVVIAMENTO E PRESA DI CARICO	107
15.1.1	Condizioni di prova.....	107
15.1.2	Metodo di prova	107
15.1.3	Grandezze da registrare.....	108
15.1.4	Processamento dei dati registrati	108
15.1.5	Criteri di valutazione del risultato.....	109
15.2	PPM-PLIM – LIMITAZIONE DELLA POTENZA ATTIVA	110
15.2.1	Condizioni di prova.....	110
15.2.2	Metodo di prova	110
15.2.3	Grandezze da registrare.....	111
15.2.4	Processamento dei dati registrati	111
15.2.5	Criteri di valutazione del risultato.....	113
16	VERIFICA DEI REQUISITI RELATIVI ALLA STABILITÀ DELLA FREQUENZA DEI PPM.....	113
16.1	PPM-FMIS – PRECISIONE DELLA MISURA DI FREQUENZA.....	113
16.1.1	Condizioni di prova.....	113
16.1.2	Metodo di prova	113
16.1.3	Grandezze da registrare.....	113
16.1.4	Processamento dei dati registrati	113
16.1.5	Criteri di valutazione del risultato.....	113
16.2	PPM-PMAX – MASSIMA POTENZA	113

16.2.1	Condizioni di prova.....	113
16.2.2	Metodo di prova	114
16.2.3	Grandezze da registrare.....	114
16.2.4	Processamento dei dati registrati	114
16.2.5	Criteri di valutazione del risultato.....	114
16.3	PPM-FSMLFSM – CONTROLLO DELLA FREQUENZA.....	115
16.3.1	Condizioni di prova.....	115
16.3.2	Metodo di prova	115
16.3.3	Grandezze da registrare.....	116
16.3.4	Processamento dei dati registrati	116
16.3.5	Criteri di valutazione del risultato.....	117
16.4	PPM-ILF – INTEGRATORE LOCALE DI FREQUENZA	118
16.4.1	Condizioni di prova.....	118
16.4.2	Metodo di prova	118
16.4.3	Grandezze da registrare.....	119
16.4.4	Processamento dei dati registrati	119
16.4.5	Criteri di valutazione del risultato.....	120
17	VERIFICA DEI REQUISITI RELATIVI ALLA STABILITÀ DELLA TENSIONE DEI PPM	120
17.1	PPM-LIMQ – CURVE DI CAPABILITY E CONTROLLO DELLA POTENZA REATTIVA	120
17.1.1	Condizioni di prova.....	120
17.1.2	Metodo di prova	120
17.1.3	Grandezze da registrare.....	121
17.1.4	Processamento dei dati registrati	122
17.1.5	Criteri di valutazione del risultato.....	124
17.2	PPM-V – CONTROLLO DELLA TENSIONE	124
17.2.1	Condizioni di prova.....	124
17.2.2	Metodo di prova	124
17.2.3	Grandezze da registrare.....	125
17.2.4	Processamento dei dati registrati	126
17.2.5	Criteri di valutazione del risultato.....	127
18	VERIFICA DEI REQUISITI DI QUALITÀ DELLA POTENZA DEI PPM	127
18.1	PPM-ARM – MISURE DI ARMONICHE	127
18.1.1	Condizioni di prova.....	127
18.1.2	Metodo di prova	127
18.1.3	Grandezze da registrare.....	127
18.1.4	Processamento dei dati registrati	128

18.1.5	<i>Criteri di valutazione del risultato.....</i>	128
19	VERIFICA DEI REQUISITI PER LA GESTIONE DEI PPM.....	128
19.1	PPM-DIS – DISTACCO DA REMOTO	128
19.1.1	<i>Condizioni e metodo di prova.....</i>	129
19.2	PPM-VPAS – VERIFICA DELLE PRESTAZIONI DI ALTRI SERVIZI.....	129
19.2.1	<i>Condizioni e metodo di prova.....</i>	129
20	VERIFICHE DI CONFORMITÀ ATTRAVERSO MONITORAGGIO CONTINUO STRUMENTALE	130
20.1	MODALITÀ DI SCAMBIO DATI CON TERNA.....	130
21	VERIFICHE DELLA CONFORMITA' DI TIPO VISIVO E DOCUMENTALE	131
21.1	PREMESSA.....	131
21.2	VERIFICHE DELLA CONFORMITÀ VISIVE E DOCUMENTALI	131
21.2.1	<i>Verifiche comuni a gruppi di generazione sincroni e PPM.....</i>	132
21.2.2	<i>Verifiche su gruppi di generazione sincroni</i>	134
21.2.3	<i>Verifiche su PPM.....</i>	136
22	RAPPORTO DI PROVA	138
ANNEX A.	DOCUMENTAZIONE RICHIESTA	139
ANNEX B.	PROVE DA EFFETTUARE SU GENERATORI IN BASE ALLO STATO O A MODIFICHE DI IMPIANTO	141
B.1	GENERATORI SINCRONI	141
B.2	PPM.....	142

1 INTRODUZIONE

Il presente documento descrive le modalità per l'esecuzione delle verifiche di conformità degli impianti di produzione ad alcuni requisiti tecnici di connessione previsti nel Codice di Rete e relativi allegati.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] Allegato A.17
- [2] Allegato A.68
- [3] Allegato A.64
- [4] Allegato A.4
- [5] Allegato A.11
- [6] Allegato A.52
- [7] Allegato A.65
- [8] Codice di Rete
- [9] IEC 61724-1 Photovoltaic system performance – Part 1: Monitoring
- [10] Unità periferica dei sistemi di difesa e monitoraggio - Specifiche funzionali e di comunicazione, Documento Terna Nr N° DRRPX03016, Rev. 02, Allegato A.52 del CdR
- [11] Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 4-7: Tecniche di prova e misura - Guida generale per le misure di armoniche e interarmoniche e relativa strumentazione, applicabile alle reti di alimentazione ed agli apparecchi ad esse connessi, Norma CEI EN 6100-4-7, 2003
- [12] Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-30: Testing and measurement techniques - Power quality measurement methods, Norma CEI EN 61400-4-30, 2015
- [13] IEC TS 61724-2
- [14] Normativa tecnica di recepimento del Regolamento UE 2016/631 "Requirements for Generators", approvato con delibera ARERA 592/18: Sezione 1C del Capitolo 1 del Codice di Rete
- [15] REGOLAMENTO (UE) 2016/631 del 14 aprile 2016 che istituisce un codice di rete relativo ai requisiti per la connessione dei generatori alla rete, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, 24/04/2016
- [16] Allegato A.27 del CdR, impianti di produzione essenziali per la sicurezza del sistema elettrico ai sensi dell'articolo 63, comma 63.1, dell'Allegato A alla delibera dell'ARERA n. 111/06
- [17] Allegato A.14
- [18] Allegato A.15

3 DEFINIZIONI E ACRONIMI

- RfG Regolamento europeo 2016/631
- CdR Codice di rete
- SGM Gruppo di generazione sincrono ai sensi di RfG
- PPC Power Plant Controller
- PPM Parco di generazione ai sensi del Regolamento Europeo EU 2016/631 [15]
- Peff: potenza efficiente del gruppo di generazione in prova
- P0: potenza attiva generata dal gruppo di generazione all'inizio della prova.
- P: potenza attiva istantanea erogata dal gruppo di generazione durante la prova.
- Q: potenza reattiva erogata, o assorbita, dal gruppo di generazione in prova.
- f: frequenza di rete.

- fn: frequenza nominale di rete (50 Hz).
- fref: frequenza di riferimento del regolatore di velocità / potenza.
- freg: Frequenza misurata dal regolatore di velocità / potenza.
- df: $f - f_n$. Variazione di frequenza rispetto a 50 Hz
- S: Statismo impostato sul regolatore di velocità del gruppo di generazione.
- Vrif: Riferimento di tensione impostato nel regolatore di tensione.
- V: Tensione misurata ai morsetti di uscita.
- VAT: Tensione misurata sulla sbarra AT della centrale.
- Vf: Tensione di campo dell'alternatore in prova.
- If: Corrente di campo del gruppo di generazione in prova.
- av: Errore al nodo di riferimento del regolatore di tensione.
- a: Coefficiente di compound per la potenza reattiva.
- Ifmax: Massima corrente di campo ammissibile per il gruppo di generazione in prova.
- Vsi1: Ingresso di frequenza del sistema PSS.
- Vsi2: Ingresso di potenza attiva del sistema PSS
- Vst: Uscita del sistema PSS, variazione del set-point di tensione
- AVRo: Uscita del regolatore di tensione
- Vaux: Tensione di alimentazione dei servizi ausiliari
- Prif: Potenza di riferimento del regolatore di velocità/potenza
- Preg: Potenza attiva misurata dal regolatore di velocità / potenza
- Pme: Potenza massima erogabile
- dP: $P - P_{rif}$. Variazione di potenza attiva rispetto al set-point
- Paux: Potenza assorbita dai servizi ausiliari
- dVrif: Variazione rispetto al valore di tensione di riferimento
- dfsim: Valore di frequenza simulato
- Livq: Livello di potenza reattiva del sistema SART
- Qlim: Limite di reattivo istantaneo di SART (sovra e sottoeccitazione)
- PdC: Punto di Connessione
- Tap: Tacca del variatore sotto carico sul trasformatore elevatore dove applicabile
- Tempo di reazione: Per una grandezza controllata, è il tempo impiegato dalla grandezza per effettuare una variazione di almeno il 10% della variazione attesa a regime, misurato a partire dall'istante di richiesta di variazione (v. esempio di Figura 23).
- Tempo di risposta: Per una grandezza controllata, è il tempo minimo impiegato dalla grandezza per entrare per la prima volta nell'intervallo di tolleranza della variazione attesa a regime, misurato a partire dall'istante di richiesta di variazione (v. esempio di Figura 23).
- Tempo di assestamento: Per una grandezza controllata, è il tempo impiegato dalla grandezza per entrare definitivamente nell'intervallo di tolleranza della variazione attesa a regime, misurato a partire dall'istante di richiesta di variazione (v. esempio di Figura 23).

Tempo di salita: Per una grandezza controllata, è il tempo impiegato dalla grandezza per effettuare una variazione dal 10% al 90% del valore imposto, misurato a partire dall'istante corrispondente al tempo di reazione (v. esempio di Figura 23).

4 CAMPO DI APPLICAZIONE

Le prescrizioni del presente documento si applicano alle seguenti tipologie di impianti:

- a) Impianti di produzione connessi alla RTN;
- b) Impianti di produzione in cui almeno un gruppo di generazione è di tipo D, limitatamente a tale tipologia di gruppi;
- c) Impianti rientranti nell'elenco degli impianti essenziali riportati in [16].

Ricadono nel suddetto campo di applicazione sia i gruppi di generazione sincroni sia i parchi di generazione come definiti in [14].

Le previsioni contenute nel presente Allegato A.18 sono altresì applicate agli impianti non rientranti nelle tipologie di cui sopra qualora gli stessi partecipino al mercato dei servizi di dispacciamento e/o al mercato della capacità, nonché agli impianti per i quali Terna valuti la necessità di verificare, ai fini della sicurezza del sistema, la conformità dell'impianto all'erogazione di uno o più servizi di rete tra quelli elencati nel presente documento. Infine, si precisa che:

1. le prescrizioni del presente documento si applicano sia agli impianti nuovi sia agli impianti esistenti (rientranti nelle tipologie sopra indicate) nei limiti dei requisiti di connessione e di esercizio agli stessi applicabili in base alla normativa tecnica di riferimento, all'impianto o alle sue porzioni in caso di rifacimento. Tali requisiti sono quindi oggetto di verifica secondo le modalità indicate nel presente documento;
2. con riferimento all'ambito di applicazione dei requisiti di connessione derivanti dalla implementazione nazionale del Regolamento EU 2016/631, c.d. RfG, si applica quanto previsto nella sezione 1C del capitolo 1 – par. 2 del Codice di Rete che disciplina l'ambito di applicazione di tali requisiti;
3. le predisposizioni (es. aggiornamento del software dell'eccitatrice o del regolatore di frequenza-potenza) degli impianti necessarie per l'attuazione di quanto previsto nel presente documento dovranno essere implementate entro 3 anni dalla data di pubblicazione del presente Allegato A.18 per:
 - i. UP di taglia pari o superiore a 100 MVA esistenti alla data di pubblicazione dell'A18;
 - ii. UP che effettuano il primo parallelo (ION) entro 12 mesi dalla data di pubblicazione dell'A18 indipendentemente dalla taglia.

Tali predisposizioni non vengono invece richieste nei casi in cui il Titolare dimostri che le stesse implicano la sostituzione di componenti hardware appartenenti a:

- sistema di eccitazione e regolatore di tensione;
- sistema di regolazione di frequenza-potenza.

Per tutte le altre tipologie di impianti, l'A18 è da considerarsi applicabile, anche sotto il profilo delle predisposizioni, nei limiti consentiti dalla componentistica esistente, fatta eccezione per i componenti soggetti a modifiche significative.

5 GENERALITÀ

Il presente allegato definisce le tipologie di verifiche per l'accertamento della conformità degli impianti di produzione alle prescrizioni del Codice di rete e relativi allegati, nonché le procedure e modalità per effettuare le verifiche stesse.

Come meglio specificato in seguito, le verifiche potranno essere effettuate sia da Terna sia dal titolare dell'impianto ("Titolare").

Le verifiche sono volte a riscontrare la conformità degli impianti ai requisiti tecnici di connessione nonché la veridicità delle dichiarazioni e dei dati tecnici forniti a Terna tramite GAUDÌ.

In ragione della tipologia di verifica cui sottoporre gli impianti di produzione, Terna concorderà con il Titolare il periodo e le condizioni di verifica tenendo conto delle condizioni dell'impianto (es. unità in esercizio, in manutenzione, in avviamento dopo la manutenzione, in fase di primo avviamento).

Per le finalità del presente documento, Terna può avvalersi di personale proprio o di Istituti terzi.

Per le verifiche strumentali condotte direttamente da Terna ed effettuate attraverso strumenti di registrazione e di monitoraggio dei parametri fisici (elettrici e meccanici) della risposta dei sistemi di regolazione d'impianto, Terna fornisce la strumentazione specifica ad integrazione di quella normalmente presente sull'impianto sostenendone i relativi oneri.

Il Titolare è tenuto a mettere a disposizione di Terna adeguate risorse umane e materiali per la: (i) progettazione di dettaglio delle verifiche e (ii) la predisposizione e l'attuazione delle verifiche stesse nonché tutta la documentazione richiesta da Terna propedeutica allo svolgimento delle verifiche. La mancata messa a disposizione delle risorse e della documentazione completa rappresenta un inadempimento del codice di rete ai sensi del capitolo 14 e pertanto comporta l'attivazione delle procedure ivi previste.

Si precisa che non è necessario sottoporre a verifica una unità di produzione se il Titolare può dimostrare che un'altra unità, di caratteristiche documentate identiche alla prima, è già stata soggetta a prove conformemente al presente documento con esito positivo. Il Titolare invece è tenuto a eseguire le verifiche in caso di modifiche significative o in fase di prima attivazione degli impianti secondo quanto previsto al successivo paragrafo 6.4.

Per i parchi di generazione la prova verrà effettuata al punto di connessione con la rete, verrà invece effettuata sul singolo modulo qualora fattibile e laddove necessario per la corretta verifica del requisito tecnico oggetto di analisi.

Per quanto concerne la disciplina degli oneri di sbilanciamento durante l'esecuzione delle verifiche, si rimanda a quanto previsto al capitolo 7 del CdR.

In caso di mancato superamento delle prove, il Titolare provvederà a definire un piano per adeguare l'impianto e/o i relativi dati tecnici riportati sui sistemi Terna. A valle di tali adeguamenti, il Titolare è tenuto a svolgere nuovamente le prove per attestare la conformità ai requisiti.

Tutte le comunicazioni tra Terna e il Titolare d'impianto prescritte nel documento, dovranno essere effettuate tramite casella di posta al seguente indirizzo mail GestioneImpianti@terna.it.

6 CLASSIFICAZIONE E MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLE VERIFICHE

Si distinguono le seguenti tipologie di verifiche in funzione degli obiettivi e delle modalità di svolgimento.

Identificativo verifica	Verifica	Obiettivo	Modalità
Tipo 1	Verifiche di conformità con ispezioni strumentali	Ispezione avente l'obiettivo di verificare in dettaglio i sistemi di regolazione, i relativi parametri e le caratteristiche tecniche	Ispezione da parte di Terna dell'impianto tramite installazione e impiego di dispositivi di misura dedicati, con applicazione del relativo protocollo di prova
Tipo 2	Verifiche di conformità con ispezioni strumentali (su specifiche regolazioni e caratteristiche tecniche)	Ispezione avente l'obiettivo di verificare in dettaglio solo alcuni sistemi di regolazione e i relativi parametri	Ispezione da parte di Terna dell'impianto tramite installazione e impiego di dispositivi di misura dedicati, con applicazione del relativo protocollo di prova
Tipo 3	Verifiche di conformità attraverso monitoraggio continuo strumentale	Monitoraggio da remoto della conformità delle prestazioni d'impianto in condizioni di effettivo esercizio continuativo	Acquisizione, tramite opportuni dispositivi di misura, di misure d'impianto per il monitoraggio continuativo delle prestazioni. Verifica a bassa invasività e senza impiego di generazione di eventi simulati
Tipo 4	Verifiche della conformità attraverso prove in autonomia	Verifica della conformità eseguita in autonomia dal Titolare di impianto al momento della prima connessione e periodicamente dopo l'entrata in esercizio	Esecuzione da parte del titolare dell'impianto in autonomia dal protocollo di prova, invio a Terna dei risultati relativi agli esiti delle verifiche
Tipo 5	Verifiche di conformità attraverso ispezioni visive e documentali	Ispezione orientata, tra l'altro, a intercettare non conformità sostanziali e a individuare la necessità di ulteriori e successive verifiche strumentali	Analisi documentale e ispezione da parte di Terna dell'impianto senza installazione di dispositivi di misura. Verifica a bassa invasività e senza generazione di eventi simulati

Tabella 1: Classificazione delle verifiche di conformità

Con riferimento alle verifiche di tipo 1, 2 e 5, e con riferimento alle verifiche di tipo 3 che richiedono l'installazione temporanea di dispositivi mobili di cui al §6.3, Terna programma le prove, in coordinamento con il Titolare, con una periodicità di svolgimento non superiore a una volta ogni 3 anni, ad eccezione dei casi in cui siano necessari ulteriori verifiche sulla base dell'analisi delle misure di prova/ dei dati acquisiti dal monitoraggio o sulla base di evidenze di esercizio.

Con riferimento alle verifiche di tipo 4, la periodicità di esecuzione delle stesse è regolata dal §6.4.

Terna, sulla base di una valutazione tecnica può richiedere, qualora ne rilevi la necessità e in accordo con il Titolare dell'impianto, l'esecuzione di ulteriori verifiche non comprese fra quelle descritte nel presente documento. Tale circostanza si verifica nei casi in cui è necessario integrare, o confermare, i risultati delle verifiche precedentemente eseguite e di cui è stata già fornita documentazione oppure per integrare le verifiche in corso richieste dal Titolare o da Terna, oppure nei casi in cui sia necessario analizzare specifici comportamenti dell'impianto.

6.1 Verifiche di conformità con ispezioni strumentali (Tipo 1)

Le verifiche di conformità con ispezioni strumentali sono verifiche che prevedono l'esecuzione di prove con l'installazione di strumentazione dedicata alla registrazione dei parametri fisici (elettrici e meccanici) che caratterizzano il comportamento dell'unità di produzione. La strumentazione è fornita e gestita da Terna. Tali verifiche includono:

Per i generatori sincroni:

- 1) Verifica del sistema di regolazione della frequenza dei generatori sincroni;
- 2) Verifica del sistema di regolazione della tensione dei generatori sincroni;
- 3) Verifica dei sistemi PSS;
- 4) Verifica del sistema SART;
- 5) Verifica dei requisiti per la gestione dei generatori sincroni.

Per i PPM:

- 1) Verifica dei requisiti per la gestione del sistema elettrico dei PPM;
- 2) Verifica dei requisiti di stabilità della frequenza dei PPM;
- 3) Verifica dei requisiti di stabilità della tensione dei PPM;
- 4) Verifica dei requisiti di qualità della potenza dei PPM;
- 5) Verifica dei requisiti per la gestione dei PPM.

Il Titolare è tenuto a:

- fornire la massima collaborazione al fine di produrre la documentazione propedeutica ai test riportata in ANNEX A nel più breve tempo possibile e comunque entro 15 giorni solari dalla richiesta di Terna ("Richiesta");
- fornire la massima collaborazione al fine di concordare nel più breve tempo possibile e comunque entro 90 giorni solari dalla Richiesta, il periodo previsto per lo svolgimento delle verifiche e la data per la riunione preliminare di definizione del protocollo di prova.

In seguito alla definizione del periodo previsto di svolgimento delle verifiche, quest'ultimo deve essere comunicato a Terna per il tramite dell'Utente del dispacciamento con le modalità e le tempistiche previste dal processo di gestione delle indisponibilità definite nel Capitolo 3 del CdR. Terna provvede a valutare la compatibilità del periodo di svolgimento delle verifiche con la sicurezza di funzionamento e l'adeguatezza del sistema elettrico nazionale secondo le modalità previste nel medesimo Capitolo 3 del CdR.

6.2 Verifiche di conformità con ispezioni strumentali su specifiche regolazioni e caratteristiche tecniche (Tipo 2)

Terna può individuare un insieme ridotto di prove, di cui al tipo 1, al fine di verificare specifiche regolazioni o caratteristiche tecniche d'impianto, con test della durata tipica di 2 giorni.

Il Titolare è tenuto a:

- fornire la massima collaborazione al fine di produrre la documentazione propedeutica ai test riportata in ANNEX A nel più breve tempo possibile e comunque entro 15 giorni solari dalla Richiesta;
- fornire la massima collaborazione al fine di concordare nel più breve tempo possibile e comunque entro 90 giorni solari dalla Richiesta, il periodo previsto per lo svolgimento delle verifiche e la data per la riunione preliminare di definizione del protocollo di prova.

In seguito alla definizione del periodo previsto di svolgimento delle verifiche, tale periodo deve essere comunicato a Terna per il tramite dell'Utente del dispacciamento con le modalità e le tempistiche previste per il processo di gestione delle indisponibilità definite nel Capitolo 3 del CdR. Ciò al fine di consentire a Terna, come per le altre richieste di indisponibilità, di valutare la compatibilità del periodo di svolgimento delle verifiche con la sicurezza di funzionamento e l'adeguatezza del sistema elettrico nazionale secondo le modalità previste nel medesimo Capitolo 3 del CdR.

Terna può effettuare le verifiche di tipo 2 a titolo esemplificativo e non esaustivo, nel caso in cui il Titolare abbia già eseguito, con riferimento al medesimo impianto, alcune verifiche secondo modalità conformi al presente documento e l'esito delle stesse sia stato positivo. A tale fine, il Titolare dovrà esibire una opportuna documentazione tecnica, costituita da relazioni di prova, bollettini di collaudo, ecc., la cui validità e completezza sarà valutata da Terna.

In ogni caso Terna valuterà la compatibilità delle verifiche con le caratteristiche dell'impianto, il suo esercizio programmato e la disponibilità del sistema elettrico.

6.3 Verifiche di conformità attraverso monitoraggio continuo strumentale (Tipo 3)

Le verifiche di conformità attraverso monitoraggio continuo strumentale sono verifiche svolte tramite la registrazione e il monitoraggio dei parametri fisici (elettrici e meccanici) della risposta dei sistemi di regolazione d'impianto. Il monitoraggio avviene, di regola, tramite interfacciamento e acquisizione continuativa in remoto dei dati prelevati dai dispositivi di misura; in aggiunta, Terna può richiedere al Titolare di fornire anche le registrazioni proprietarie (ad esempio i dati disponibili mediante DCS, UVRP, apparecchiature di tachiperturbografia e oscilloperturbografia, RCE, etc.).

Lo scopo di tali verifiche è quello di indagare il comportamento degli impianti al fine di individuare e concordare con il Titolare possibili azioni di miglioramento. Il monitoraggio strumentale da remoto non sostituisce le verifiche tradizionali di tipo strumentale.

Le campagne di misura prevedono l'impiego di dispositivi di misura, interrogabili da remoto o in via differita da Terna, che possono essere:

- a) Localizzati nell'impianto del Titolare:
 - i. Dispositivi di misura già installati e di proprietà del Titolare (tra i quali, ad esempio, PMU e UVRP);
 - ii. Dispositivi mobili installati temporaneamente e di proprietà Terna o di altri Istituti delegati.
- b) Localizzati in stazioni elettriche di proprietà Terna (tra cui, ad esempio, PMU).

Terna individua la tipologia di dispositivo di misura e la sua localizzazione sulla base delle seguenti modalità:

- 1) In caso di impiego di strumentazione già installata in sito e di proprietà del Titolare, Terna darà preventiva comunicazione al Titolare. Il Titolare è tenuto a fornire un pronto riscontro entro e non oltre 5 giorni lavorativi e concorda con Terna la data di avvio e la durata del monitoraggio nonché le modalità di scambio dati;
- 2) In caso di necessità d'installazione di strumentazione mobile nell'impianto del Titolare, Terna ne darà preventiva comunicazione al Titolare. Il Titolare è tenuto a fornire un pronto riscontro entro e non oltre 5 giorni lavorativi al fine di confermarne la data di installazione e concorda con Terna il tempo di permanenza in impianto del dispositivo di misura, l'avvio e durata del monitoraggio nonché i tempi e le modalità di rimozione dello stesso;
- 3) In riferimento al monitoraggio tramite dispositivi installati in stazioni Terna, Terna si riserva la facoltà di condurre campagne di misura secondo modalità e in fasce temporali definite da Terna senza la preventiva comunicazione al Titolare dell'impianto soggetto al monitoraggio.

6.4 Verifiche di conformità attraverso prove in autonomia (Tipo 4)

Le verifiche contrassegnate con un flag (✓) nell'ANNEX B di questo documento sono effettuate in autonomia dal Titolare dell'impianto e dovranno essere eseguite da:

1. tutti gli impianti in fase di prima attivazione;
2. tutti gli impianti oggetto di ammodernamento o di modifiche significative, limitatamente a tutti i sistemi e le regolazioni impattate da tali interventi;
3. tutti gli impianti composti da UP aventi una delle seguenti caratteristiche: i) per i gruppi di generazione sincroni, UP di taglia pari o superiore a 100 MVA o composte da almeno un gruppo di taglia pari o superiore a 50 MVA; (ii) per i PPM, UP di taglia pari o superiore a 50 MVA. Tali impianti dovranno svolgere le verifiche ogni 3 anni.

Le verifiche di cui ai precedenti punti 1 e 2 dovranno essere eseguite sotto la sorveglianza e responsabilità di un apposito Organismo Certificatore, accreditato ai sensi della norma CEI UNI EN ISO/IEC 17065 ad emettere certificati sui gruppi di generazione in conformità alle specifiche tecniche di cui al presente allegato. In generale, l'Organismo Certificatore ha il compito di presenziare le prove al fine di poterne garantire la corretta esecuzione e nel caso di verifiche in fase di prima attivazione, l'Organismo Certificatore ha l'ulteriore funzione di emettere il certificato attestante il corretto svolgimento delle prove in ottemperanza a quanto definito nel presente documento. Si precisa inoltre che gli esiti delle verifiche di cui ai punti 2 e 3 dovranno essere autocertificati ex D.P.R. 445/00 e comunicati a Terna.

Limitatamente agli impianti che in base alla versione precedente del presente documento A18 non erano soggetti alle verifiche triennali, tale obbligo si applica a partire dal 12° mese successivo alla pubblicazione del presente documento.

Terna si riserva la facoltà di richiedere lo svolgimento di ulteriori verifiche elencate nel medesimo ANNEX B anche se non contrassegnate dal flag (✓).

L'Utente del dispacciamento deve comunicare il periodo di svolgimento delle verifiche a Terna secondo le modalità e le tempistiche previste dal processo di gestione delle indisponibilità definite nel Capitolo 3 del CdR e comunque con un preavviso minimo di almeno 30 giorni solari. Ciò al fine di consentire a Terna di valutare la compatibilità del periodo di svolgimento delle verifiche con la sicurezza di funzionamento e l'adeguatezza del sistema elettrico nazionale secondo le modalità previste nel medesimo Capitolo 3 del

CdR. Un programma dettagliato delle verifiche deve essere comunicato con almeno una settimana di anticipo.

L'esito delle verifiche sarà comunicato a Terna e, alla luce delle caratteristiche delle grandezze registrate, il Titolare dell'impianto dovrà conseguentemente aggiornare le informazioni dichiarate in GAUDÌ. Le ispezioni eseguite da Terna sostituiscono le prove in autonomia e i relativi obblighi da parte del Titolare. Pertanto, qualora nel medesimo orizzonte temporale di svolgimento delle verifiche di tipo 1 e 2 fosse programmata una verifica in autonomia, non è più necessario svolgere la verifica in autonomia (nel caso di prove di tipo 2, limitatamente alle prove eseguite) ad eccezione di eventuali ammodernamenti e modifiche significative.

Il Titolare invia a Terna il Rapporto di Prova di cui al §22 entro 30 giorni solari dal termine delle verifiche.

Inoltre, Terna richiede per ogni singolo gruppo di generazione (o singola UP) una dichiarazione aggiuntiva ex D.P.R. 445/ 00 attestante:

- A. la conformità delle regolazioni, delle protezioni e delle loro tarature in condizioni di emergenza o di ripristino del sistema elettrico;
- B. l'idoneità dei sistemi di regolazione a garantire il funzionamento stabile del gruppo di generazione (o dell'UP);
- C. la funzionalità degli apparati di protezione di interfaccia con la rete.

Con riferimento alle lettere A e B la dichiarazione aggiuntiva dovrà pervenire nei casi indicati ai punti 1, 2 e 3 di questo paragrafo (i.e. in fase di prima attivazione e in caso di ammodernamento o di modifiche significative, e in aggiunta, ogni 3 anni per le UP indicate al precedente punto).

Con riferimento al punto C, invece, la funzionalità degli apparati di protezione di interfaccia con la rete dovrà essere sottoposta a controlli sistematici standardizzati una volta ogni 4 anni per gli apparati numerici ed ogni 2 anni per gli apparati analogici, a meno di esplicita richiesta da parte di Terna.

Terna si riserva la facoltà, previo preavviso, di assistere alle prove svolte dal Titolare e/o monitorare da remoto le stesse¹; in tal caso, qualora richiesto da Terna, il Titolare è tenuto a fornire le misure al termine di ogni prova.

6.5 Verifiche di conformità attraverso ispezioni visive e documentali (Tipo 5)

Le verifiche di conformità attraverso ispezioni visive e documentali sono verifiche effettuate da Terna che non prevedono l'installazione di strumentazione dedicata alla registrazione dei parametri fisici (elettrici o meccanici) che caratterizzano il comportamento dell'unità di produzione. Le verifiche in oggetto prevedono sia la trasmissione in anticipo da parte del Titolare della documentazione tecnica d'impianto sia l'ispezione visiva presso l'impianto.

Il Titolare dovrà prestare la massima collaborazione al fine di:

- concordare una data per la verifica visiva da svolgere entro e non oltre 15 giorni solari dalla Richiesta di Terna;
- inviare a Terna entro 7 giorni solari dalla Richiesta la documentazione necessaria.

Nel caso di esigenze di esercizio o di sicurezza per la RTN l'ispezione può avere luogo anche con un preavviso inferiore.

¹ Entro 15 giorni dallo svolgimento delle verifiche, il Titolare è tenuto a fornire l'indicazione dei punti di prelievo dei segnali specificando l'interposizione di eventuali filtri.

In caso di fornitura incompleta della documentazione il Titolare è comunque tenuto a integrarla e consegnarla a Terna entro lo svolgimento della visita ispettiva di Terna. Nel caso di documentazione sia incompleta è facoltà di Terna decidere di posticipare la verifica o procedere in ogni caso alla verifica visiva.

7 CONDIZIONI GENERALI DI ACCESSO IN IMPIANTO

Nei 3 giorni precedenti l'ispezione (visiva o strumentale), il Titolare dell'impianto dovrà comunicare i nominativi e il ruolo del personale autorizzato ad assistere, supportare e fornire documentazione/informazioni al personale Terna: a tali soggetti sarà altresì demandata la sottoscrizione del verbale che, al termine della visita sul sito, sarà redatto in duplice copia. Il Titolare dell'impianto è tenuto ad adottare tutte le precauzioni necessarie affinché la verifica possa svolgersi in condizioni permanenti di igiene e sicurezza nel pieno rispetto della normativa vigente, e in particolare di quanto previsto nel D.Lgs 81/08 e ss.mm.ii., in materia di tutela della salute e della sicurezza sui luoghi di lavoro. A tale scopo, entro 7 giorni solari dal ricevimento della richiesta di verifica, qualsiasi essa sia, il Titolare dell'impianto dovrà informare il personale incaricato Terna su eventuali rischi per la salute e sicurezza associati al sito, nella sua interezza e nelle singole aree che lo compongono, e fornire la documentazione e le informative/procedure/disposizioni in materia.

Nel corso delle verifiche, il personale di Terna o di Istituti delegati, potrà effettuare acquisizione diretta di immagini mediante fotografie dei principali componenti d'impianto e relativi dati di targa.

Inoltre, il personale Terna o di suoi Istituti delegati, potrà chiedere l'accesso, accompagnato dal personale del Titolare e nel pieno rispetto delle norme vigenti in materia di sicurezza sul lavoro e delle procedure di safety definite dal Titolare, in qualsiasi area d'impianto.

Il Titolare dell'impianto dovrà altresì mettere a disposizione anche un locale dove poter effettuare le riunioni preliminare e conclusiva dell'ispezione e stampare il relativo verbale.

Per le verifiche di tipo 1 e 2, le modalità di accesso agli impianti sono definite nel corso della riunione preliminare cui partecipano Terna e il Titolare dell'impianto.

8 PREDISPOSIZIONE DELL'IMPIANTO

Si segnala che qualora parte delle funzionalità oggetto di test non risultino attive nel normale esercizio, le prove atte a verificare i relativi requisiti di connessione dovranno essere eseguite attivando temporaneamente le suddette funzionalità con parametri concordati con Terna.

8.1 Grandezze da registrare per gruppi di generazione sincroni

In questo paragrafo sono riportate le grandezze da registrare per permettere una valutazione del gruppo di generazione sotto test. Le grandezze sono suddivise tra quelle comuni a tutti i gruppi di generazione (§8.1.1) e quelle aggiuntive specifiche ad alcune tipologie di impianto di generazione, ed in particolare

- §8.1.2: grandezze specifiche agli impianti termoelettrici a vapore tradizionali
- §8.1.3: grandezze specifiche agli impianti di tipo turbogas in ciclo aperto o in ciclo combinato
- §8.1.4: grandezze specifiche agli impianti idroelettrici

8.1.1 Grandezze comuni a tutti i gruppi di generazione sincroni

Grandezza
P: potenza attiva trifase di gruppo istantanea generata
Q: potenza reattiva trifase di gruppo generata
V: tensione efficace del gruppo di generazione
I: corrente efficace del gruppo di generazione
f: frequenza di rete
Vf: tensione di eccitazione/campo del gruppo di generazione
w: velocità del rotore
dfs _{sim} : errore di frequenza simulato
freg: frequenza di rete misurata dal regolatore di velocità / potenza
Prif: riferimento di potenza attiva
Preg: potenza attiva misurata dal regolatore di velocità / potenza
dVr _{if} : variazione del riferimento di tensione di macchina simulato
Vr _{if} : riferimento di tensione di macchina
Vs _{i1} : ingresso di frequenza del PSS dove applicabile
Vs _{i2} : ingresso di potenza del PSS dove applicabile
Vs _t : uscita del PSS dove applicabile

AVRo: uscita del regolatore di tensione
Vaux: tensione di alimentazione dei servizi ausiliari
Livq: livello di reattivo della regolazione SART dove applicabile
Qlim: limite di reattivo istantaneo di SART (sovra e sottoeccitazione) dove applicabile
Vrif_RTS: riferimento del calibratore di sbarra RTS di SART dove applicabile
Intervento limite sovraeccitazione
Intervento limite sottoeccitazione
Paux: potenza assorbita dai servizi ausiliari
V _{AT} : tensione lato AT/AAT
P _{AT} : potenza attiva lato AT/AAT del trasformatore elevatore
Q _{AT} : potenza reattiva lato AT/AAT del trasformatore elevatore
Posizione interruttore AT
Tap: tacca ² del variatore sotto carico sul trasformatore elevatore dove applicabile

8.1.2 Grandezze aggiuntive per i gruppi di generazione sincroni termoelettrici a vapore tradizionali

Grandezza
Pressione ammissione turbina
Richiesta Turbina
Posizione valvole di adduzione vapore
Livello corpo cilindrico (ove applicabile)
Posizione valvole di bypass

² Se l'impianto è dotato di variatore sotto carico sul trasformatore elevatore la tacca (Tap) deve essere campionata analogamente alle altre grandezze. Se il variatore è a vuoto, è sufficiente fornire il valore della tacca con cui è stata svolta la prova

8.1.3 Grandezze aggiuntive per i gruppi di generazione sincroni di tipo turbogas in ciclo aperto o in ciclo combinato

Grandezza
Richiesta combustibile TG
Temperatura scarico TG
Riferimento di temperatura termoregolazione TG
Intervento termoregolazione TG
Posizione IGV
Livelli corpi cilindrici (per cicli combinati)
Posizione valvole di adduzione TV (per cicli combinati)
Posizione valvole di bypass TV (per cicli combinati)
Temperatura ambientale
Pressione ambientale
Umidità ambientale

8.1.4 Grandezze aggiuntive per i gruppi di generazione sincroni di tipo idroelettrico

Grandezza
Richiesta apertura organi di manovra (distributore, tegoli, spine) ³
Posizione organi di manovra (distributore, tegoli, spine) ⁴
Pressione base condotta
Salto motore

8.2 Grandezze da registrare per PPM

In questo paragrafo sono riportate le grandezze da registrare per permettere una valutazione del PPM sotto test. Le grandezze sono suddivise tra quelle comuni a tutti i PPM (§8.2.1) e quelle aggiuntive specifiche ad alcune tipologie di impianto di generazione, ed in particolare

- §8.2.2: grandezze specifiche agli impianti fotovoltaici
- §8.2.3: grandezze specifiche agli impianti eolici

³ Se i getti sono gestiti in parallelo è sufficiente prelevare una sola misura per ogni tipologia di organo

⁴ Se i getti sono gestiti in parallelo è sufficiente prelevare una sola misura per ogni tipologia di organo

8.2.1 Grandezze comuni a tutti i PPM

Grandezza
P: potenza attiva trifase generata al PdC dal PPM
Q: potenza reattiva trifase generata al PdC dal PPM
V: tensione efficace al PdC del PPM
I: corrente efficace al PdC del PPM
f: frequenza di rete al PdC
dfsim: errore di frequenza simulato
freg: frequenza di rete misurata dal PPC
Prif: riferimento di potenza attiva del PPM
Pme: potenza massima erogabile dal PPM in funzione delle condizioni ambientali
Preg: Potenza attiva misurata dal PPC
Segnale di limitazione della potenza attiva
dVrif: variazione del riferimento di tensione simulato
Vrif: riferimento di tensione del PPM
Qrif: riferimento di potenza reattiva del PPM
Qlim: massima potenza reattiva erogabile/assorbibile dal PPM (sovra e sottoeccitazione)
Raggiungimento massima potenza reattiva erogabile (sovrareccitazione)
Raggiungimento massima potenza reattiva assorbibile (sottoeccitazione)
Posizione interruttore AT
Tap: tacca ⁵ del variatore sotto carico sul trasformatore elevatore dove applicabile
Temperatura ambientale

⁵ Se l'impianto è dotato di variatore sotto carico sul trasformatore elevatore la tacca (Tap) deve essere campionata analogamente alle altre grandezze. Se il variatore è a vuoto, è sufficiente fornire il valore della tacca con cui è stata svolta la prova

8.2.2 Grandezze aggiuntive per impianti fotovoltaici

Grandezza
Irraggiamento solare

8.2.3 Grandezze aggiuntive per impianti eolici

Grandezza
Velocità media del vento
Densità dell'aria
Pressione ambientale
Umidità ambientale

8.3 Caratteristiche minime della strumentazione esterna

In questo capitolo sono riportate le caratteristiche tecniche di riferimento della strumentazione utili ai fini delle verifiche di conformità alle regole tecniche di connessione ed esercizio.

Con riferimento a quanto specificato al §8.4, per l'acquisizione e la generazione delle grandezze d'interesse è previsto l'utilizzo dei seguenti apparati e strumenti:

- Trasduttore di tensione, corrente, potenza attiva, potenza reattiva e frequenza
- Trasduttore di valor medio della tensione di eccitazione
- Sistema rapido di registrazione
- Generatore di funzioni
- Generatore programmabile delle forme d'onda di tensione e di corrente
- Analizzatore di armoniche
- Simulatore di rete isolata

La lista di strumenti sopra riportata fornisce un'indicazione al Titolare dell'impianto rispetto alla strumentazione necessaria per le prove, per i quali l'impianto deve essere predisposto all'interfacciamento. Il Titolare dell'impianto di generazione deve infatti raggruppare le morsettiere relative ai segnali in luoghi fisicamente vicini in modo da agevolare la connessione della strumentazione.⁶

Nel caso di verifiche in autonomia le prestazioni e caratteristiche della strumentazione utilizzata dovranno essere dimostrabili attraverso adeguata documentazione e/o certificazione.

⁶ Il raggruppamento delle grandezze in morsettiere è da considerarsi applicabile alle sole grandezze elettriche, in quanto esse devono essere sempre addotte alla strumentazione esterna. Inoltre, laddove disponibili, possono essere registrate tramite strumentazione esterna anche le grandezze di processo (e.g. del ciclo termico o idraulico, dati ambientali, ecc.)

8.3.1 *Trasduttori di tensione, corrente, potenza attiva, potenza reattiva e frequenza*

La trasduzione dovrà corrispondere ad una misura trifase⁷ prelevando i segnali dai secondari dei TA e TV di macchina. I TA e TV utilizzati dovranno essere relativi alla misura di potenza lorda di macchina (a monte del prelievo dei servizi ausiliari). La classe dei trasformatori non deve essere superiore a 0.5. Le morsettiere di interconnessione con i secondari dei TA e TV di tutti i gruppi presenti in impianto devono essere rispettivamente cortocircuitabili e sezionabili. Tali morsettiere, relative a tutti i generatori presenti in impianto che si intende verificare, devono essere fisicamente raggruppate e devono permettere il collegamento sicuro di strumenti di misura temporanei senza che sia richiesto il fermo dell'impianto per il loro collegamento.

I trasduttori devono avere le seguenti caratteristiche minime:

- Precisione migliore o pari a $\pm 0.2\%$ del fondo scala per le misure di tensione e corrente.
- Precisione migliore o pari a $\pm 0.5\%$ del fondo scala per le misure di potenza attiva e reattiva.
- Precisione migliore di 5 mHz per la misura di frequenza
- Risoluzione sulle misure di tensione, corrente, potenza attiva e reattiva migliore o pari a 0.1% del fondo scala.
- Risoluzione sulla misura di frequenza migliore o pari a 5 mHz
- Tempo di risposta inferiore o uguale a 50 ms.

Il formato delle grandezze di ingresso ai trasduttori è di seguito riportato:

- Tre tensioni alternate sinusoidali concatenate con tensione nominale 100 V oppure tre tensioni di fase con tensione nominale $100/\sqrt{3}$ V.
- Tre correnti alternate sinusoidali con corrente nominale 1 A oppure 5 A acquisibili anche per mezzo di pinze amperometriche.

Per tutte le grandezze in regime periodico alternato sinusoidale sono richiesti valori RMS calcolati non oltre 40 ms.

8.3.2 *Trasduttore di valor medio*

Il trasduttore di valore medio è uno strumento di misura di tensione dei generatori sincroni. Tipicamente la tensione di eccitazione è una grandezza fortemente variabile nel tempo poiché, nel caso di eccitatrici statiche, è l'uscita di un ponte raddrizzatore. La grandezza significativa della forma d'onda in uscita da un ponte raddrizzatore è il valor medio. Normalmente tale valore può arrivare ad assumere valori di 2 kV.

Il trasduttore di valor medio è, quindi, uno strumento di misura di tensione che fornisce il valor medio⁸ attenuato della tensione di eccitazione dell'alternatore. La precisione di misura deve essere migliore di $\pm 0.5\%$ del fondo scala.

Laddove il trasduttore di valor medio sia dotato di un ingresso per la misura della corrente di eccitazione tramite shunt, per questo ingresso la precisione di misura deve essere migliore di $\pm 0.5\%$. Tale caratteristica si considera applicabile anche ad un trasduttore di corrente di eccitazione separato.

⁷ È consentita l'inserzione Aron.

⁸ Il calcolo del valor medio deve essere eseguito con periodo non superiore a 10 ms

Il prelievo dei segnali deve essere facilitato dal Titolare dell'impianto per mezzo di morsettiere dedicate in cui sia facilmente connettabile il trasduttore e in cui sia disponibile la tensione di eccitazione non trasdotta.

8.3.3 Sistema rapido di registrazione

Il sistema di registrazione deve permettere l'acquisizione contemporanea di un numero adeguato di segnali analogici (tipicamente 16). Al fine di limitare gli errori della catena di misura il sistema di registrazione può essere interfacciato con gli altri trasduttori descritti per via digitale (via ethernet TCP o altri protocolli di comunicazione digitale). Nel caso, invece, il sistema acquisisca le grandezze analogiche di uscita da trasduttori esterni, l'acquisizione deve avere le seguenti caratteristiche minime:

- Frequenza di campionamento per ogni canale non inferiore a 50 Hz (campionamento minimo pari a 20 ms)
- Risoluzione degli ingressi analogici non inferiore a 16 bit

Al fine di poter effettuare una valutazione dei dati direttamente misurati, questi devono essere registrati ed esportati in un formato da concordare prima dell'effettuazione delle prove.

8.3.4 Generatore di funzioni

Il generatore di funzioni è uno strumento programmabile in grado di generare profili di tensione o di corrente utilizzabili per stimolare i sistemi di regolazione. Esso è in grado di generare rampe di tensione o corrente in corrente continua con possibilità di impostarne sia i valori limite che i gradienti di variazione.

Le prestazioni minime richieste sono:

- Range dell'uscita di tensione ± 10 V
- Risoluzione sull'uscita di tensione 100 μ V
- Range dell'uscita di corrente 0-20 mA
- Risoluzione sull'uscita di corrente 1 μ A
- Precisione $\pm 0,025\%$ del fondo scala

8.3.5 Generatore programmabile delle terne di tensione e corrente

Il generatore di terne di tensione e corrente è un dispositivo in grado di generare contemporaneamente una terna di tensioni sinusoidali simmetrica, con ampiezza pari a quelle presenti sul secondario dei TV di macchina (100 V concatenati nominali), ed una terna di correnti sinusoidali simmetrica, con ampiezza paragonabile a quelle presenti sul secondario dei TA di macchina (5 A o 1 A).

Lo strumento deve essere in grado di modificare l'ampiezza sia della terna di tensioni che della terna di correnti sino a poterle annullare. Inoltre deve essere possibile modificare lo sfasamento relativo tra le due terne di corrente e tensione.

Le prestazioni minime richieste sono le seguenti:

- Range di tensione: 0 - 130 V
- Risoluzione sulla terna di tensione: 100 mV
- Precisione rispetto al fondo scala per la terna di tensione: 0.1%
- Distorsione massima della forma d'onda sinusoidale di tensione: 0.4%
- Range di corrente: 0 - 6 A
- Risoluzione sulla terna di corrente: 100 mA

- Precisione rispetto al fondo scala per la terna di corrente: 0.1%
- Range di frequenza impostabile per le terne: 0 – 100 Hz
- Risoluzione della frequenza impostabile per le terne: 25 mHz
- Precisione rispetto al fondo scala della frequenza delle terne: 0.02%

8.3.6 Analizzatore di armoniche

L'analizzatore di armoniche è uno strumento in grado di misurare il contenuto armonico della corrente erogata da un PPM, il quale deve essere conforme alla normativa CEI EN 61000-4-7 in vigore [11] e di classe I sempre con riferimento alla norma [11].

Lo strumento di misura di cui sopra deve inoltre essere in grado di interfacciarsi con trasduttori di misura di corrente (TA) conformi alla normativa CEI EN 61000-4-30 in vigore [12].

8.3.7 Simulatore di rete isolata

Il Simulatore di Rete Isolata è uno strumento che permette di verificare il comportamento del gruppo di generazione sotto test in condizioni di funzionamento su rete debole o isolata mantenendo il gruppo in parallelo sulla rete interconnessa. Il dispositivo si sostituisce alla misura di velocità di rotazione reale del gruppo inviata al regolatore generando un opportuno segnale che rappresenta la velocità del gruppo in funzionamento su rete isolata.

Si precisa che il Titolare non è tenuto a dotarsi di tale strumento, la cui installazione sarà inoltre concordata tra Terna e il Titolare.

8.4 Requisiti specifici la strumentazione di impianto e per l'installazione della strumentazione esterna

Tutte le grandezze di cui ai precedenti paragrafi, dovranno essere fornite secondo i seguenti formati:

- per quanto riguarda le grandezze P, Q, V, I, f, la misurazione deve avvenire tramite una delle seguenti alternative:
 - o trasduzione e registrazione da strumentazione esterna, rendendo disponibili i morsetti secondari dei TA e TV di macchina per ogni gruppo sotto test secondo quanto specificato in §8.3.1 e con acquisizione conforme ai requisiti riportati in §8.3.3;
 - o trasduzione da strumentazione d'impianto conforme ai requisiti riportati in §8.3.1 e:
 - con registrazione tramite strumentazione esterna conforme a §8.3.3, predisponendo ingressi/uscite fisici dedicati su morsettiere ad-hoc con segnali del tipo 4-20 mA (o ± 10 V);
 - con registrazione dei valori delle grandezze acquisite durante il periodo delle prove tramite acquirente di impianto (e.g. DCS) su file leggibili da comuni editor di testo e concordando il formato prima dell'effettuazione delle prove. È possibile anche l'utilizzo di un formato standard - come ad esempio il COMTRADE binario - con campionamenti adeguati rispetto alla dinamica della grandezza primaria (il periodo di campionamento e il tempo di risposta non potranno essere superiori a 100 ms);
- per quanto riguarda la tensione di eccitazione Vf:
 - o Rendendo disponibili i morsetti di eccitazione per ogni gruppo sotto test ed eseguendo la misura per il tramite della strumentazione esterna di cui al §8.3.2 e §8.3.3;

- per quanto riguarda le altre grandezze (e.g. grandezze di processo, parametri ambientali, etc.), la trasduzione e la registrazione deve avvenire tramite una delle seguenti alternative:
 - o tramite strumentazione esterna conforme a §8.3.3, predisponendo ingressi/uscite fisici dedicati su morsettiere ad-hoc con segnali del tipo 4-20 mA (o ± 10 V);
 - o tramite apparati di impianto (e.g. DCS) su file leggibili da comuni editor di testo e concordando il formato prima dell'effettuazione delle prove. È possibile anche l'utilizzo di un formato standard - come ad esempio il COMTRADE binario - con campionamenti adeguati rispetto alla dinamica della grandezza primaria.

In generale, la sincronizzazione temporale e il campionamento delle grandezze devono essere garantiti e adeguati alla prestazione monitorata.

Le prescrizioni riguardo a precisione e risoluzione di cui sopra si applicano anche nel caso di misure effettuate direttamente dal Titolare dell'impianto di generazione e fornite al Gestore per prove in autonomia.

8.5 Predisposizione dei sistemi di controllo

I test descritti nel seguito presuppongono l'iniezione di segnali nei sistemi di controllo del gruppo di generazione sotto test. Si segnala che, laddove possibile, l'iniezione di tali segnali in sistemi elettronici/software può essere eseguita direttamente al loro interno sfruttando funzionalità dedicate.

Per quanto riguarda i test per la verifica dei sistemi di regolazione della frequenza è prevista l'iniezione di un segnale di variazione di frequenza simulata che deve essere interpretata dal sistema di regolazione come il valore di scostamento della frequenza di rete rispetto al nominale. Durante le prove in cui si vuole verificare il comportamento del sistema di regolazione tramite variazioni simulate di frequenza, le variazioni spontanee della frequenza di rete non devono influire sul valore di potenza attiva generata. Per farlo, una possibile modalità di realizzazione è inserire una banda morta⁹ (aggiuntiva rispetto a quella di normale esercizio) sul canale di misura della frequenza di rete del regolatore di velocità / potenza con un valore indicativo di 100 mHz. Un'indicazione di come possono essere implementate una tale banda morta e la sua logica di funzionamento è riportata in Figura 1, in cui quando il selettore è in posizione 1 il test è attivo e la frequenza di rete è annullata fino a scostamenti rispetto al nominale di 100 mHz. Al contrario, quando il selettore è in posizione 2 (normale esercizio) la frequenza è mandata direttamente al nodo somma del regolatore di velocità / potenza per la normale regolazione primaria di frequenza.

⁹ Tale banda morta non deve essere confusa con quella presente nel regolatore di velocità e non deve mai essere attiva nell'esercizio normale del gruppo di generazione

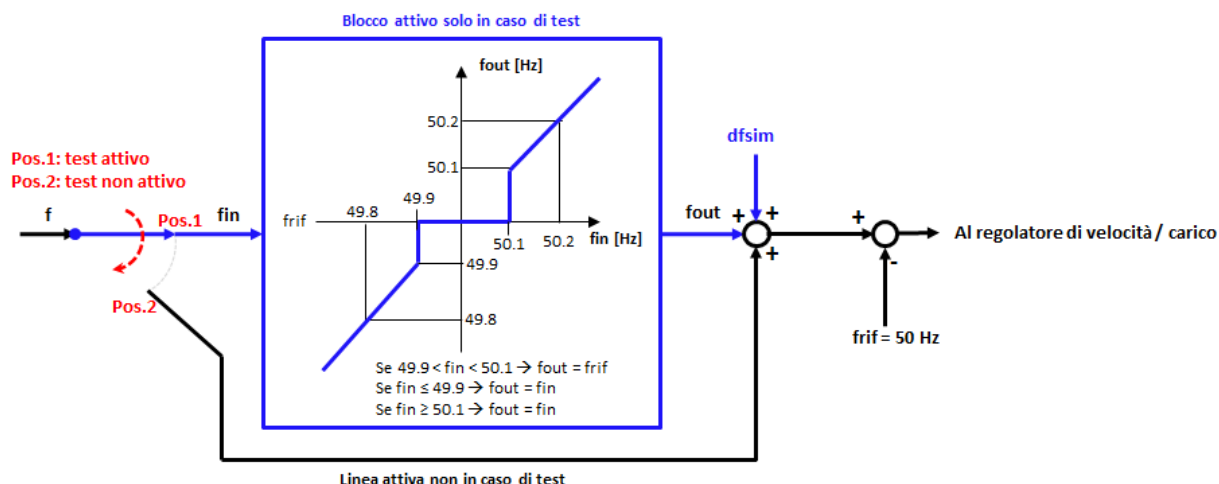


Figura 1: possibile implementazione di una banda morta per l'annullamento del contributo della frequenza di rete durante il test

Fermo restando la necessità che le prove sul sistema di regolazione della frequenza non siano influenzate dalla reale frequenza di rete (entro i limiti descritti), la modalità di realizzazione della logica di cui sopra è a discrezione del Titolare. L'implementazione descritta e riportata in Figura 1 ne è un esempio.

Figura 2 mostra invece lo schema indicativo della predisposizione del regolatore per le prove di regolazione della tensione. Quando il selettore è in posizione 1 l'uscita dei sistemi PSS agisce sul nodo somma del riferimento di tensione di macchina. Al contrario, quando il selettore è in posizione 2 l'uscita dei sistemi PSS non va ad influire sul set-point del regolatore di tensione. Il segnale dV_{rif} invece rappresenta il segnale di test aggiunto in somma al riferimento di tensione.

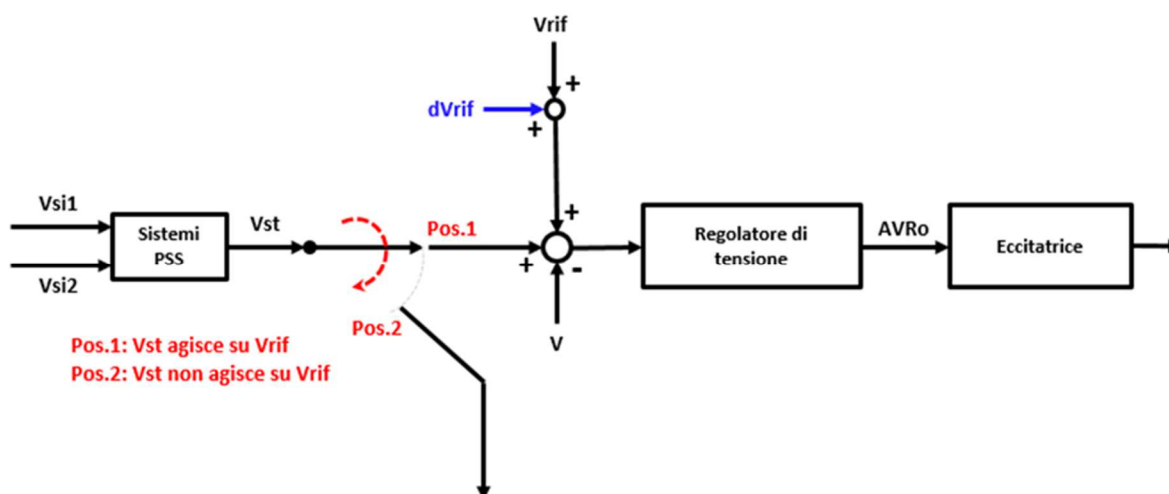


Figura 2: indicazione delle modalità di inserimento e misura dei segnali coinvolti nei test di regolazione di tensione

8.6 Schemi di riferimento per il collegamento della strumentazione

8.6.1 Sistema di regolazione della frequenza

In Figura 3 è riportato uno schema indicativo di inserzione della strumentazione di un generico gruppo di generazione sottoposto alle prove sul sistema di regolazione della frequenza. In essa sono riportati in nero gli elementi di impianto, in blu la strumentazione di prova dedicata.

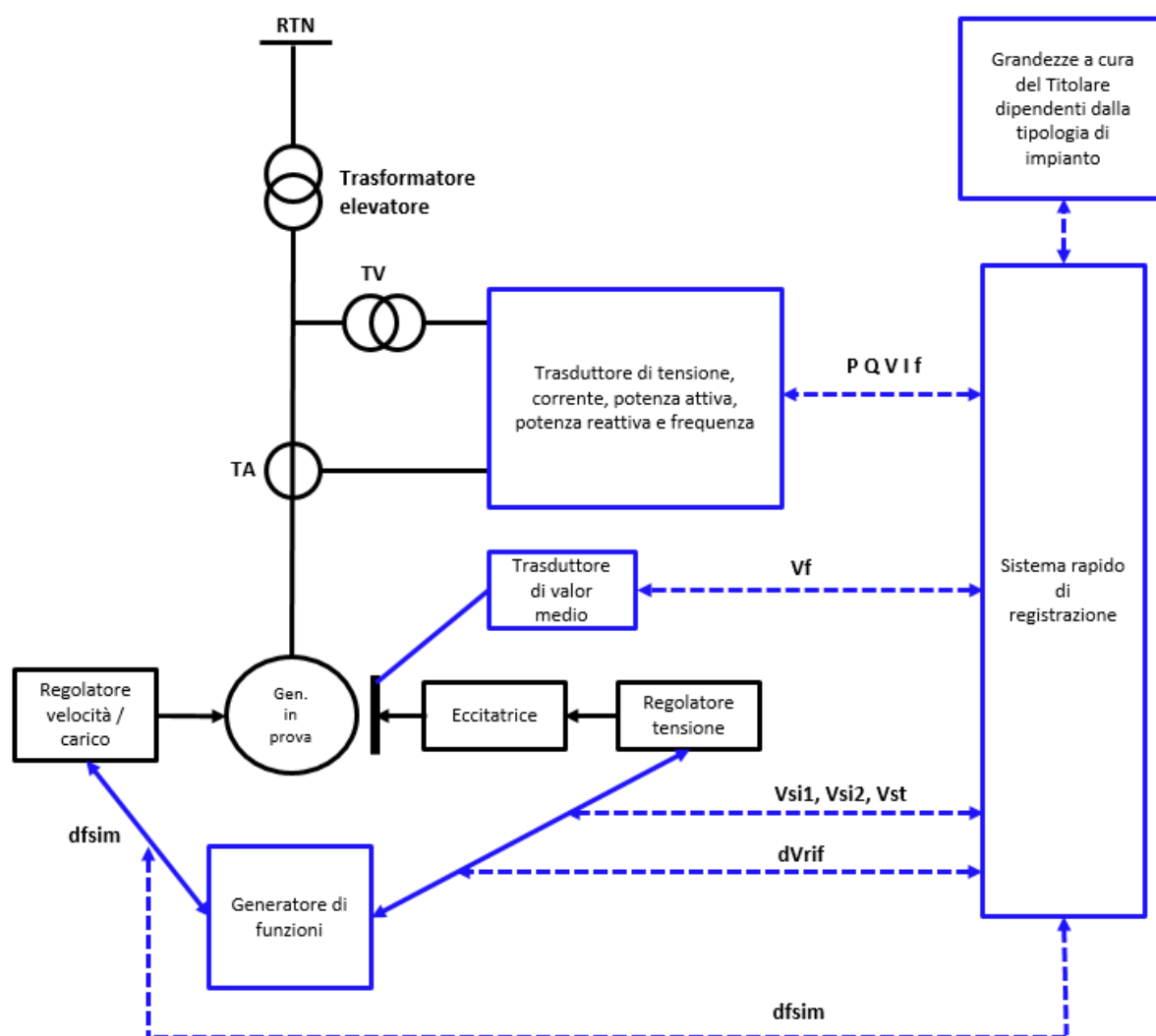


Figura 3: Schema indicativo di inserzione della strumentazione per le prove sul sistema di regolazione della frequenza

8.6.2 Sistema di regolazione della tensione

In Figura 4 è riportato uno schema indicativo di inserzione della strumentazione per un generico gruppo di generazione sottoposto alle prove di regolazione della tensione. In essa sono riportati in nero gli elementi di impianto, in blu la strumentazione di prova dedicata.

Nel caso in cui i morsetti di eccitazione non siano raggiungibili (tipicamente nel caso di eccitatrice rotante) la prova può essere svolta misurando la tensione dell'eventuale eccitatrice pilota (dove applicabile).

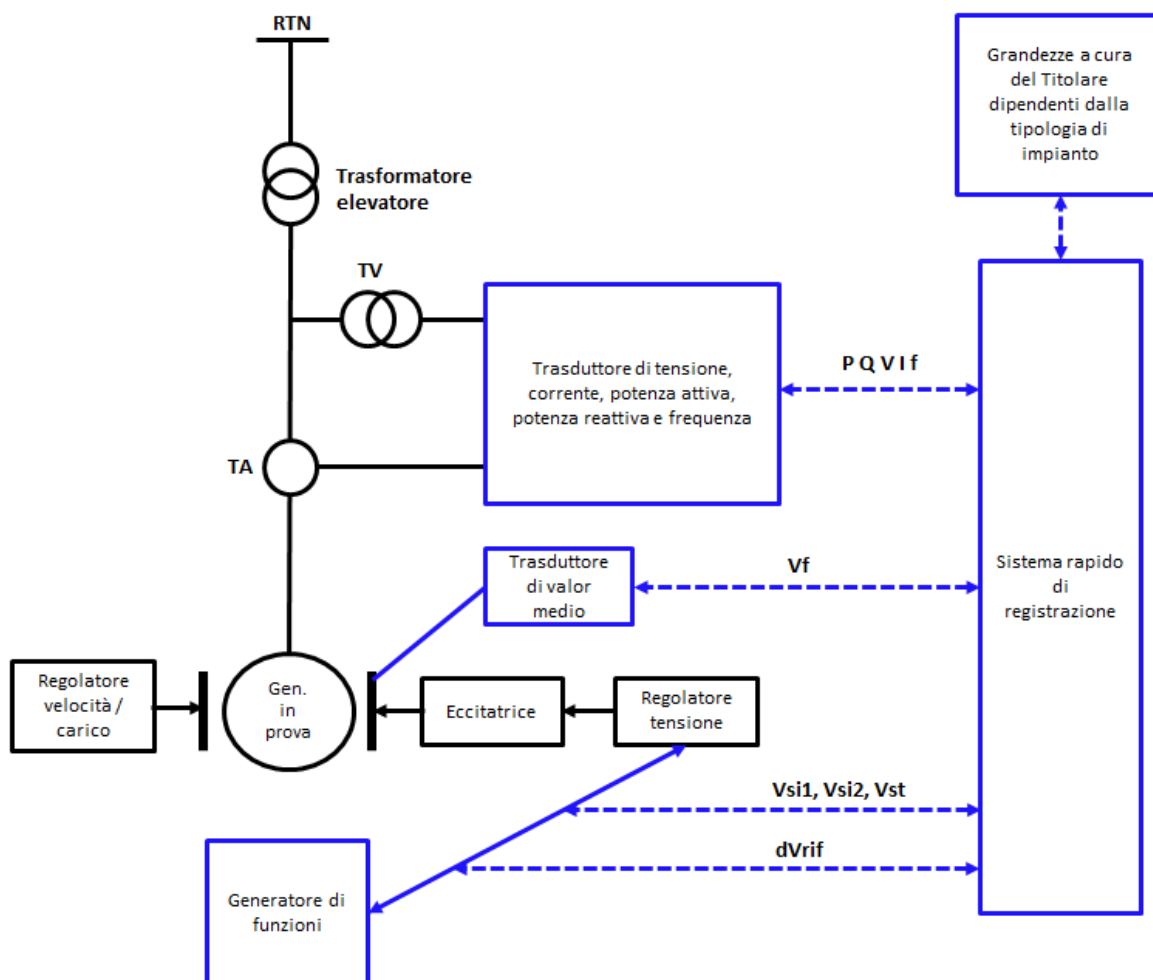


Figura 4: Schema indicativo di inserimento della strumentazione per le prove sul sistema di regolazione della tensione

8.6.3 Sistema di regolazione della tensione per le prove di tipo

Le prove riportate al §11 devono essere effettuate in fabbrica presso il fornitore del sistema di eccitazione. In Figura 5 è riportato uno schema indicativo di inserimento della strumentazione di prova.

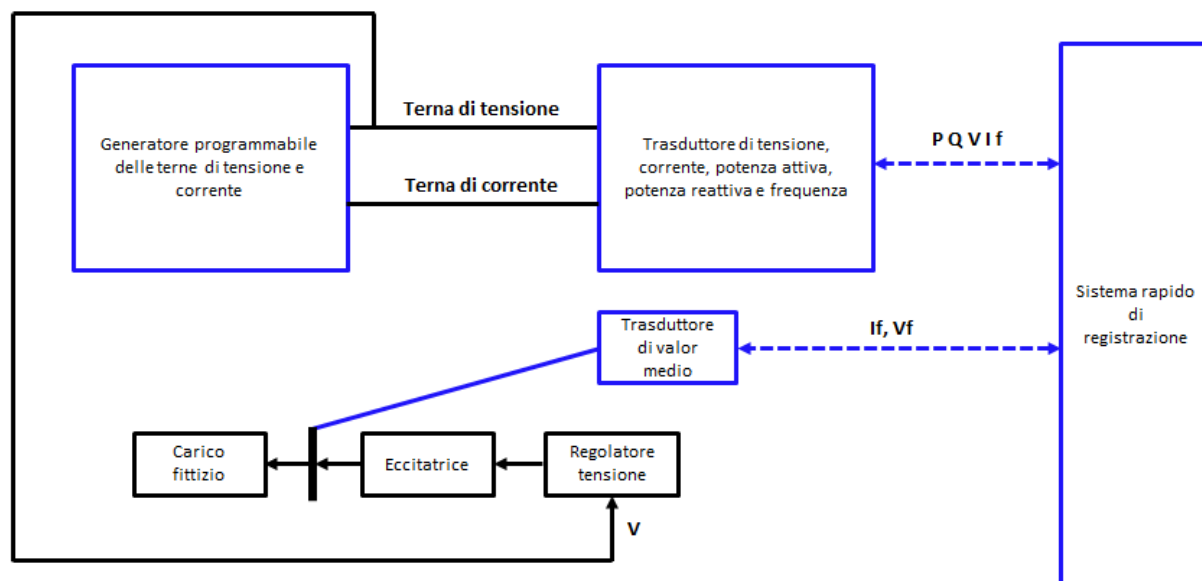


Figura 5: Schema indicativo di inserzione della strumentazione

Qualora l'assetto proposto non sia compatibile con l'implementazione delle prove per eventuali logiche presenti nel sistema AVR sotto test, tali logiche dovranno essere escluse per la durata della prova. Il costruttore dovrà rendere disponibile a Terna tutte le logiche implementate che sono state escluse per la prova e fornire la motivazione tecnica della loro esistenza.

9 VERIFICA DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE DELLA FREQUENZA PER GRUPPI DI GENERAZIONE SINCRONI

Nel seguito sono descritti i test da effettuare per la verifica del sistema di regolazione della frequenza per gruppi di generazione sincroni. Se l'unità sotto test è composta da più gruppi di generazione le prove dovranno essere eseguite a livello di impianto di generazione e tutti i gruppi di generazione sotto test dovranno essere monitorati come nel seguito descritto.

9.1 FMIS – PRECISIONE DELLA MISURA DI FREQUENZA

Questa prova è da intendersi come propedeutica rispetto alle altre riportate nel seguito e relative alle specifiche funzionalità della regolazione. Questo test infatti ha lo scopo di verificare che il regolatore di velocità/potenza misuri in modo corretto la frequenza di rete.

9.1.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point iniziale di potenza costante pari ad un valore medio-alto (ad esempio 70% della potenza efficiente) per la durata di circa mezz'ora
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.1.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione delle normali variazioni di frequenza di rete e nel confronto fra le misurazioni dello strumento di cui al §8.3.1 e le misurazioni del regolatore di velocità. Con riferimento alla Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 2.

9.1.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- f
- f_{reg}
- P_{reg}

9.1.4 Processamento dei dati registrati

Si effettua il confronto tra la frequenza di rete misurata dalla strumentazione di prova e la frequenza misurata dal regolatore di velocità/potenza. I dati devono essere allineati temporalmente. I dati così ottenuti sono processati con un filtro a media mobile tra 1 s e 10 s per eliminare il rumore di misura. L'errore assoluto (E_f) tra le grandezze filtrate è calcolato come segue:

$$E_f(t) = |f(t) - f_{reg}(t)|$$

A discrezione del Gestore, questa prova potrà essere utilizzata per valutazioni relative alla caratteristica statica del regolatore di velocità con metodologie analoghe a quanto riportato in §9.3.4.

9.1.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se E_f è conforme alle prescrizioni del CdR.

9.2 PSET – REGOLAZIONE DEL SET-POINT DI POTENZA ATTIVA

Lo scopo della prova è quello di valutare la precisione della regolazione della potenza attiva¹⁰.

9.2.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point iniziale di potenza costante pari al valore minimo
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.2.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione della variazione di potenza attiva erogata a fronte di una variazione del set-point con gradiente predefinito. Con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1 in modo che le normali variazioni di frequenza di rete non influiscano sul valore di potenza attiva.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- impostare il set-point di potenza al valore massimo consentito¹¹ variando il riferimento di potenza con il gradiente di variazione di normale esercizio,
- attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime per circa cinque minuti
- impostare di nuovo il set-point di potenza al valore minimo variando il riferimento di potenza con il gradiente di normale esercizio e attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime

In Figura 6 è riportato l'andamento indicativo della variazione del set-point di potenza descritto in precedenza. Per potenza massima e minima s'intendono rispettivamente i valori estremi del set-point decurtati della semi-banda minima di regolazione primaria.

¹⁰ La prova deve essere eseguita dalle sole UP dotate di regolatore di potenza attiva.

¹¹ Con riferimento alle sole unità di produzione a ciclo combinato, tale valore corrisponde alla massima potenza erogabile dall'unità di produzione senza che il gruppo turbogas raggiunga la termoregolazione

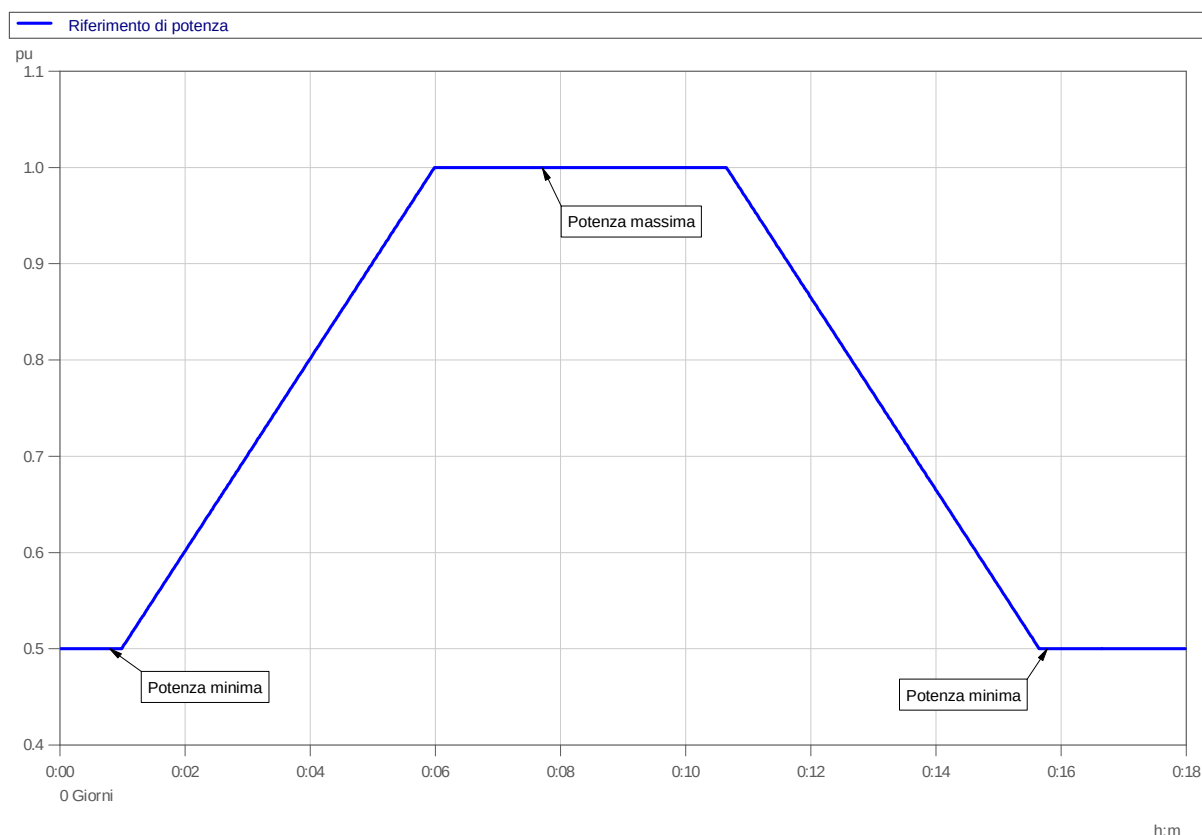


Figura 6: Variazione indicativa del set-point di potenza

9.2.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Prif
- Preg

9.2.4 Processamento dei dati registrati

Le misure devono essere processate con un filtro a media mobile a 1 s. Si riporta su un grafico con ascissa temporale il valore di riferimento di potenza, la potenza attiva misurata e le bande di tolleranza di scostamento rispetto al set-point. Le bande di tolleranza devono essere costruite sulla base di quanto riportato nel CdR. Figura 7 mostra un andamento indicativo dei segnali di riferimento di potenza e dei valori di scostamento ammessi. Inoltre, si costruisce un grafico con la stessa ascissa temporale del precedente con in ordinata l'errore transitorio così definito:

$$E_{Prif}(t) = \frac{|P(t) - P_{rif}(t)|}{P_{eff}}$$

In aggiunta, istante per istante vengono riportate su quest'ultimo grafico le bande di tolleranza variabili in base al valore istantaneo del set-point.

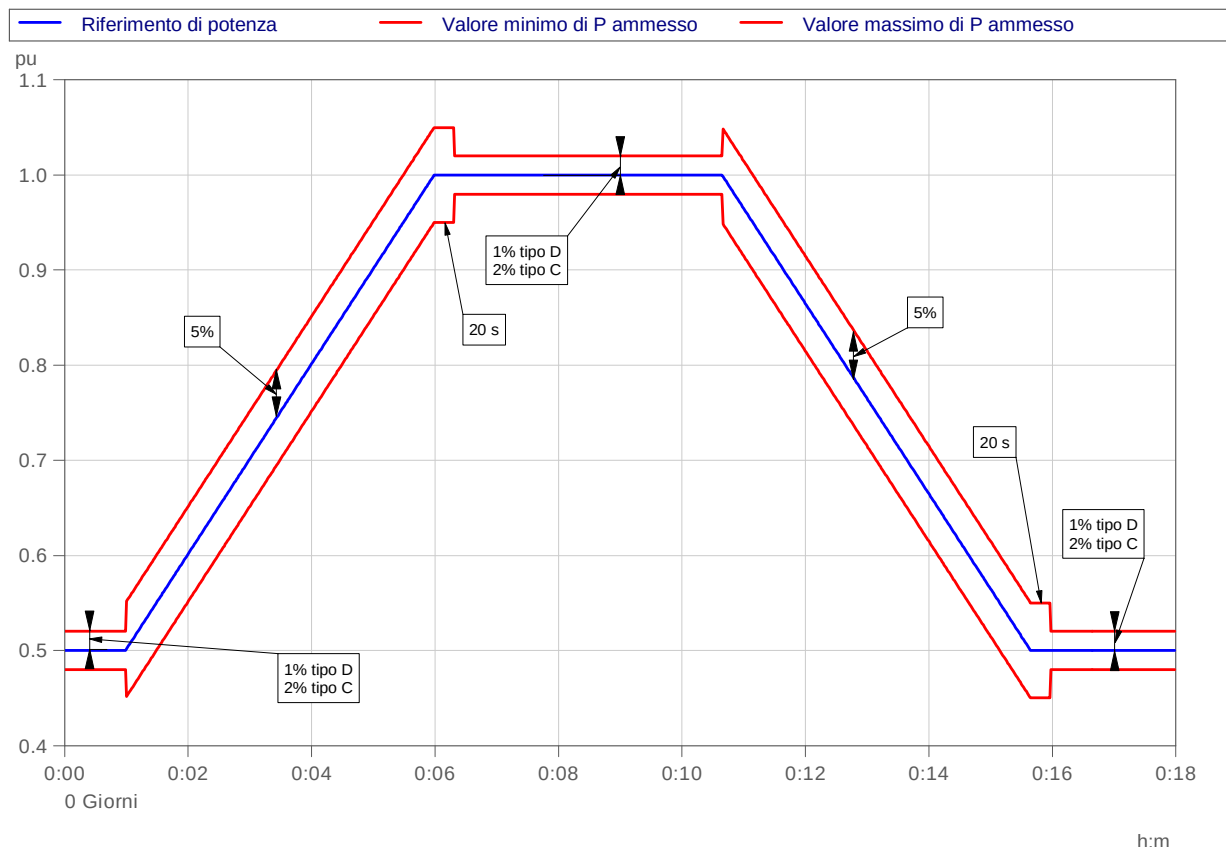


Figura 7: Rappresentazione indicativa della tolleranza del discostamento tra la potenza attiva del gruppo, misurata come media al secondo, e il valore di riferimento

Infine si valuta il gradiente medio di variazione della potenza elettrica a salire e a scendere andando a misurare la variazione di potenza filtrata tra il 10% e il 90% della variazione imposta e dividendo tale valore per il tempo impiegato nel passare dal 10% al 90% della variazione.

9.2.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se E_{prif} è conforme alle prescrizioni del CdR ovvero se il valore di potenza misurato e filtrato risulta interno alle bande di tolleranza.

9.3 FSMLFSM – CARATTERISTICA STATICA DELLA REGOLAZIONE PRIMARIA

9.3.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari ad un valore medio (ad esempio 80% della potenza efficiente)
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.3.2 Metodo di prova

La prova consiste nel simulare variazioni a rampa della frequenza di rete e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di potenza attiva generata. Al fine di considerare gli effetti della sola iniezione del profilo di frequenza, con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- simulare una variazione a rampa di *dfs_{sim}* fino a 200 mHz con un gradiente di variazione non superiore a 0.05 Hz/min
- terminata la rampa attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime per due minuti
- simulare una rampa di *dfs_{sim}* fino a 290 mHz con un gradiente di variazione non superiore a 0.05 Hz/min
- terminata la rampa attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime per due minuti
- simulare una rampa di *dfs_{sim}* fino a 200 mHz con un gradiente di variazione non inferiore a -0.05 Hz/min
- terminata la rampa attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime per due minuti
- simulare una rampa di *dfs_{sim}* fino a -200 mHz con un gradiente di variazione non inferiore a -0.05 Hz/min
- terminata la rampa attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime per due minuti
- simulare una rampa di *dfs_{sim}* fino a -290 mHz con un gradiente di variazione non inferiore a -0.05 Hz/min
- terminata la rampa attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime
- simulare una rampa di *dfs_{sim}* fino a -200 mHz con un gradiente di variazione non superiore a 0.05 Hz/min
- terminata la rampa attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime
- Ritornare al valore iniziale con un gradiente non superiore a 0.05 Hz/min

I gradienti di variazione riportati sopra sono indicativi e potranno essere modificati in base alle caratteristiche del gruppo di generazione.

In Figura 8 è riportato l'andamento indicativo della variazione simulata di frequenza di rete descritta in precedenza.

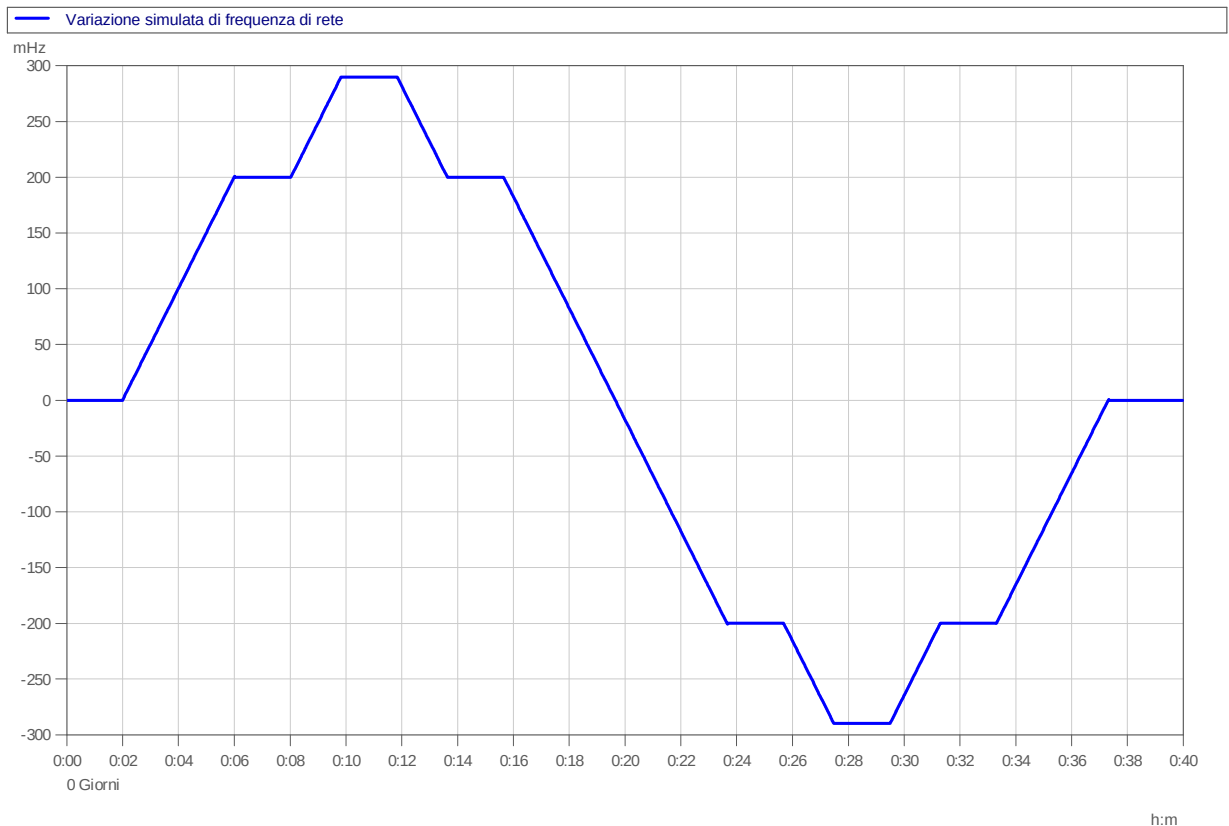


Figura 8: Variazione simulata di frequenza di rete (dfsim) indicativa per la valutazione dello statismo e della banda morta del regolatore di velocità / potenza

9.3.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- I
- f
- dfsim
- Prif
- Preg

9.3.4 Processamento dei dati registrati

Le misure devono essere processate con un filtro a media mobile a 30 s^{12} per rimuovere la dinamica della regolazione. In seguito, i dati sono riportati su un grafico dove *dfsim* filtrato è sulle ascisse e *dP* filtrato è sulle ordinate.

¹² Il filtraggio delle grandezze nel processamento dei segnali deve essere adeguato al gradiente di potenza attiva

Graficamente si individua il valore di banda morta intenzionale come la banda di frequenza in cui il gruppo non fornisce un contributo di potenza apprezzabile. Si individua inoltre la banda di recupero della banda morta per via grafica.

Riportando su un grafico XY i valori di $\frac{df_{sim}}{f_n}$ in ascissa e $\frac{P_{rif}-P}{P_{eff}}$ in ordinata si individua lo statismo S sulla base della pendenza della retta di regressione lineare.

Devono essere calcolati i seguenti valori di statismo dipendenti dall'intervallo di frequenza in esame:

- S_{FSM} come statismo calcolato nell'intervallo di frequenza tra -200 mHz e 200 mHz, escludendo i campioni interni alla banda morta (comprensiva del recupero)
- S_{LFMS-O} come statismo calcolato nell'intervallo di frequenza tra 200 mHz e 290 mHz
- S_{LFMS-U} come statismo calcolato nell'intervallo di frequenza tra -200 mHz e -290 mHz

9.3.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se la banda morta misurata e i valori di statismo calcolati sono conformi alle prescrizioni. Si verifica inoltre che sia implementato il meccanismo di recupero della banda morta, ossia che il contributo di potenza non fornito in regolazione primaria all'interno della banda morta sia recuperato all'esterno.

9.4 INS – INSENSIBILITÀ DEL REGOLATORE DI VELOCITÀ

9.4.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari ad un valore medio alto (ad esempio 80% della potenza efficiente)
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.4.2 Metodo di prova

La prova consiste nel simulare alcune variazioni a gradino della frequenza di rete e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di potenza attiva generata. Al fine di considerare gli effetti della sola iniezione del profilo di frequenza, con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- simulare un gradino di frequenza di rete df_{sim} di +50 mHz
- mantenere la variazione di frequenza df_{sim} di 50 mHz per circa un minuto
- simulare un gradino di frequenza di rete df_{sim} di +60 mHz
- mantenere la variazione di frequenza df_{sim} di 60 mHz per circa un minuto
- simulare un gradino di frequenza di rete df_{sim} di +50 mHz
- mantenere la variazione di frequenza df_{sim} di 50 mHz per circa un minuto
- simulare un gradino di frequenza di rete df_{sim} di +40 mHz
- mantenere la variazione di frequenza df_{sim} di 40 mHz per circa un minuto
- simulare un gradino di frequenza di rete df_{sim} di +50 mHz
- mantenere la variazione di frequenza df_{sim} di 50 mHz per circa un minuto
- rimuovere il gradino di frequenza

In Figura 9 è riportato l'andamento indicativo della variazione simulata di frequenza di rete descritta in precedenza.

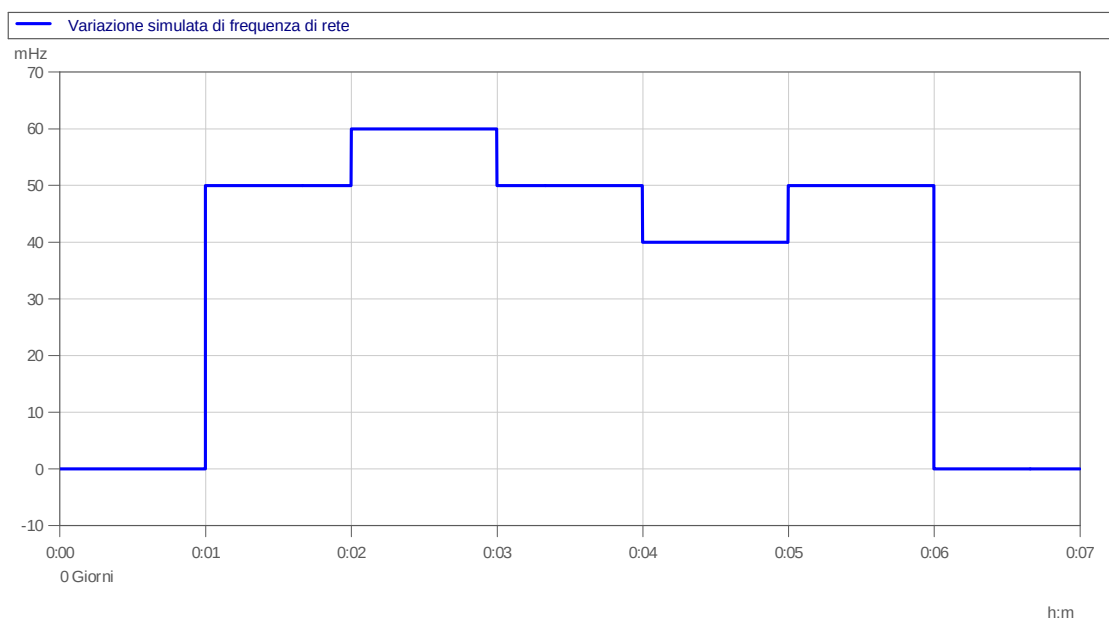


Figura 9: Variazione simulata di frequenza (*dfsim*) di rete per la valutazione dell'insensibilità

Con riferimento a §9.4.4, qualora i valori della quarta e quinta colonna di Tabella 2 non risultino essere maggiori di zero, si effettua nuovamente la prova per variazioni crescenti dei gradini di frequenza al di fuori della banda morta intenzionale fino ad ottenere valori positivi della quarta e della quinta colonna di Tabella 2.

9.4.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- *dfsim*
- Prif
- Preg

9.4.4 Processamento dei dati registrati

Le misure devono essere processate con un filtro a media mobile a 1 s con lo scopo di eliminare il rumore di misura e in seguito riportate su un grafico con ascissa temporale.

Inoltre si effettua la media dei valori della potenza attiva in quattro condizioni di funzionamento del gruppo di generazione corrispondenti ai valori stabili di *dfsim* al di fuori della banda morta intenzionale del regolatore, ossia, per *dfsim* di Figura 9, 50 mHz, 60 mHz e 40 mHz. Si riportino i valori rilevati in una tabella simile a Tabella 2.

P1 = P media @ dfsim 50 mHz [MW]	P2 = P media @ dfsim 60 mHz [MW]	P3 = P media @ dfsim 40 mHz [MW]	(P1-P2)/Peff*100 [%]	(P3-P1)/Peff*100 [%]

Tabella 2: valutazione dell'insensibilità**9.4.5 Criteri di valutazione del risultato**

L'esito della prova si considera positivo se il gruppo di generazione fornisce un contributo di potenza conforme alle prescrizioni ossia se la quarta e la quinta colonna di Tabella 2 riportano valori positivi a fronte di variazioni di frequenza simulata pari al valore di massima insensibilità prescritto nel CdR.

9.5 DINF100 – COMPORTAMENTO DINAMICO DEL REGOLATORE DI VELOCITÀ

9.5.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari ad un valore medio alto (ad esempio 80% della potenza efficiente)
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.5.2 Metodo di prova

La prova consiste nel simulare alcune variazioni a gradino della frequenza di rete e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di potenza attiva generata. Al fine di considerare gli effetti della sola iniezione del profilo di frequenza, con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- simulare un gradino di frequenza di rete *dfsim* di +100 mHz
- mantenere la variazione di frequenza *dfsim* di 100 mHz per quindici minuti
- rimuovere il gradino di frequenza *dfsim* e attendere la regimazione del gruppo di generazione
- simulare un gradino di frequenza di rete *dfsim* di -100 mHz
- mantenere la variazione di frequenza *dfsim* di -100 mHz per quindici minuti
- rimuovere il gradino di frequenza *dfsim* e attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime

In Figura 10 è riportato l'andamento indicativo della variazione simulata di frequenza di rete descritta in precedenza.

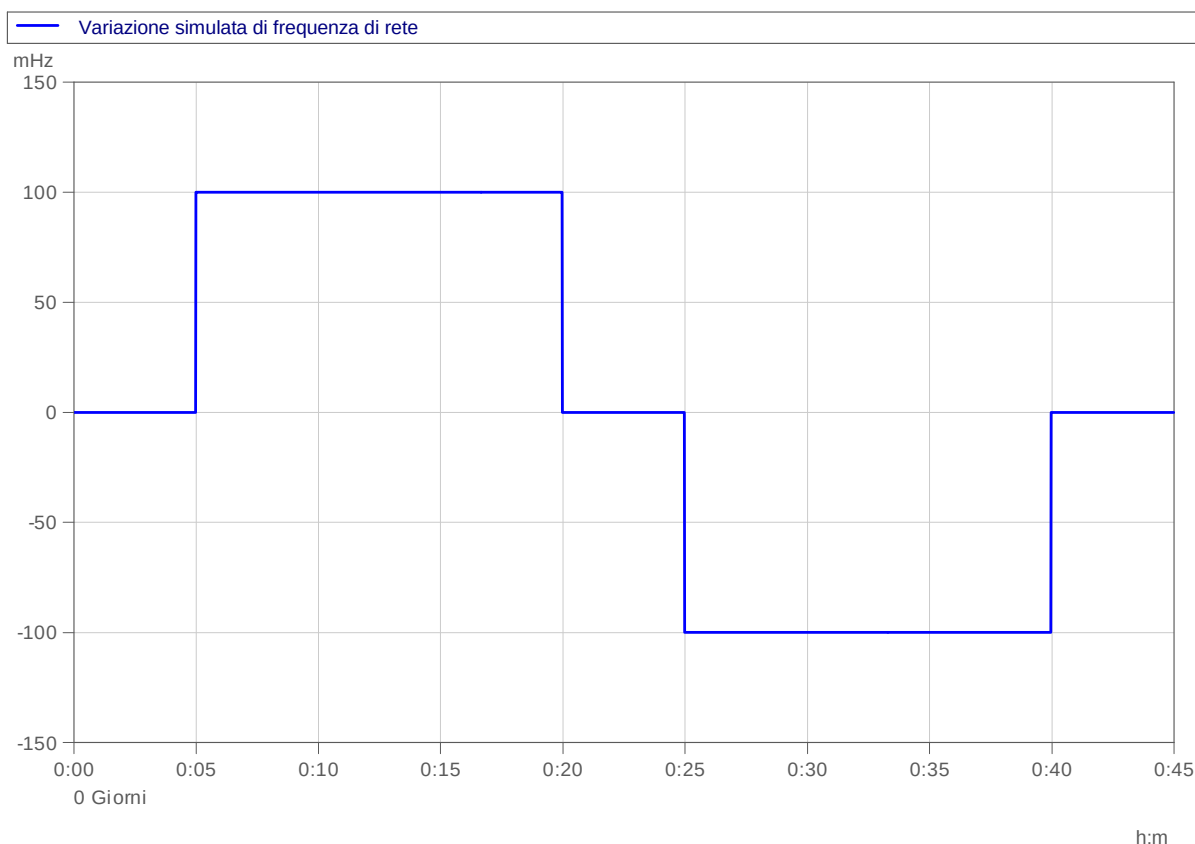


Figura 10: Variazione simulata di frequenza di rete (dfs) per la valutazione dinamica dell'erogazione del contributo primario

9.5.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- I
- f
- dfsim
- Prif
- Preg

9.5.4 Processamento dei dati registrati

Le misure sono processate con un filtro a media mobile a 1 s per eliminare il rumore di misura. I dati di dP filtrati sono posti su un grafico con ascissa temporale e vengono rilevati i valori dopo 15 s e 30 s dall'iniezione dei disturbi di sottofrequenza e sovralfrequenza.

9.5.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- l'andamento di dP filtrato è di segno opposto rispetto a dfs_{im} e in valore assoluto non inferiore ai contributi attesi richiesti dal CdR dopo 15 s e 30 s.
- Il contributo primario è erogato in modo stabile e non si verificano oscillazioni non smorzate dopo la risposta alla variazione a gradino

9.6 DINF250 – COMPORTAMENTO DINAMICO DEL REGOLATORE DI VELOCITÀ

9.6.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari ad un valore medio alto (ad esempio 80% della potenza efficiente)
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.6.2 Metodo di prova

La prova consiste nel simulare alcune variazioni a gradino della frequenza di rete e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di potenza attiva generata. Al fine di considerare gli effetti della sola iniezione del profilo di frequenza, con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- simulare un gradino di frequenza di rete dfs_{im} di +250 mHz
- mantenere la variazione di frequenza dfs_{im} di 250 mHz per quindici minuti
- rimuovere il gradino di frequenza dfs_{im}
- simulare un gradino di frequenza di rete dfs_{im} di -250 mHz
- mantenere la variazione di frequenza dfs_{im} di -250 mHz per quindici minuti
- rimuovere il gradino di frequenza dfs_{im} e attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime

In Figura 11 è riportato l'andamento indicativo della variazione simulata di frequenza di rete descritta in precedenza.

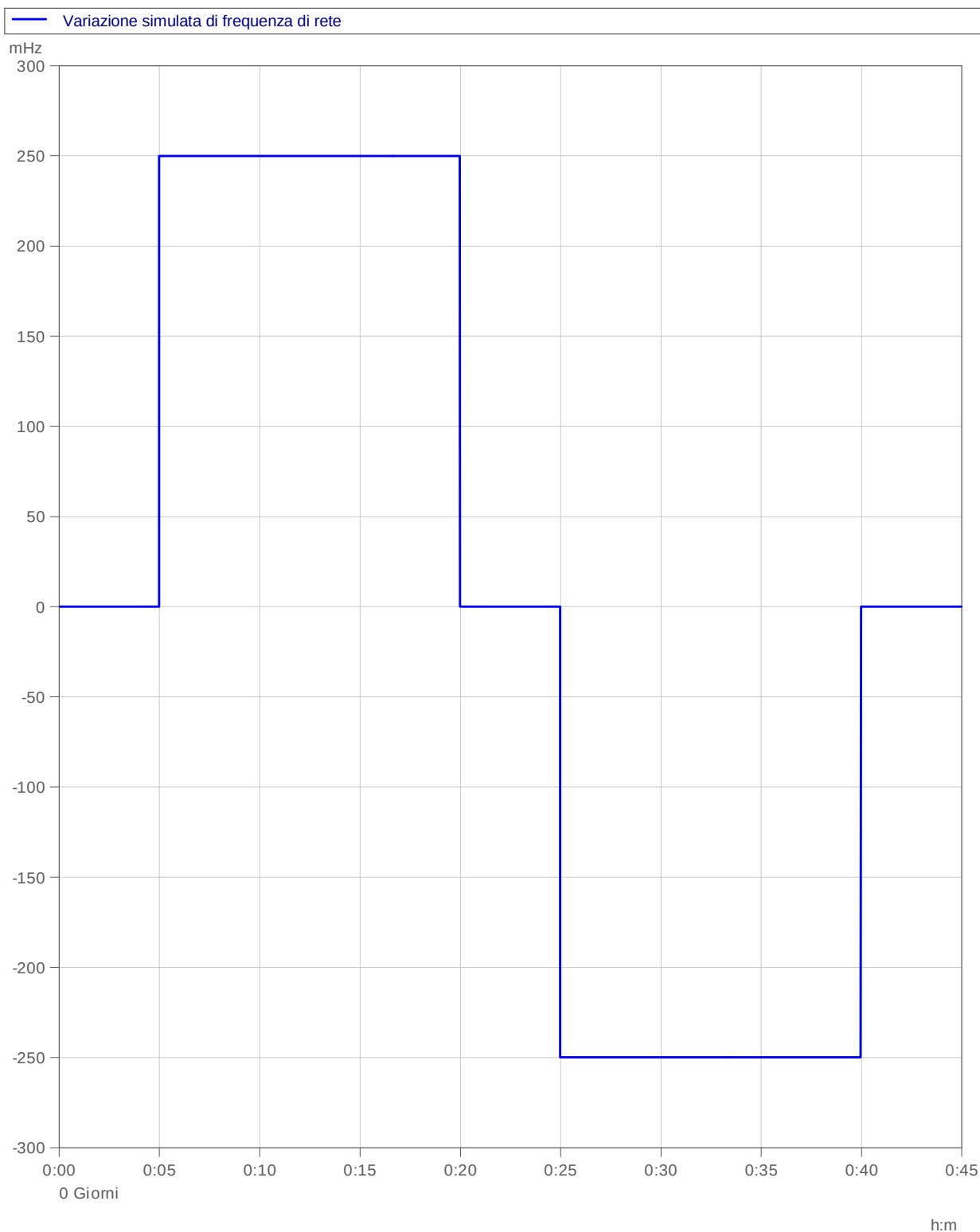


Figura 11: Variazione simulata di frequenza di rete (dfs) per la valutazione dinamica dell'erogazione del contributo primario

9.6.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- I
- f
- dfs_{im}
- Prif
- Preg

9.6.4 Processamento dei dati registrati

Le misure sono processate con un filtro a media mobile a 1 s per eliminare il rumore di misura. I dati di dP filtrati sono posti su un grafico con ascissa temporale e vengono rilevati i valori dopo 15 s e 30 s dall'iniezione dei disturbi di sottofrequenza e sovralfrequenza.

9.6.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- l'andamento di dP filtrato è di segno opposto rispetto a dfs_{im} e in valore assoluto non inferiore ai contributi attesi richiesti dal CdR dopo 15 s e 30 s.
- Il contributo primario è erogato in modo stabile e non si verificano oscillazioni non smorzate dopo la risposta alla variazione a gradino

9.7 DINF – COMPORTAMENTO DINAMICO DEL REGOLATORE DI VELOCITÀ

9.7.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari ad un valore medio alto (ad esempio 80% della potenza efficiente)
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.7.2 Metodo di prova

La prova consiste nel simulare alcune variazioni a gradino della frequenza di rete e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di potenza attiva generata. Al fine di considerare gli effetti della sola iniezione del profilo di frequenza, con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- simulare un gradino di frequenza di rete dfs_{im} di +200 mHz
- mantenere la variazione di frequenza dfs_{im} di 200 mHz per trenta minuti
- simulare un gradino di frequenza di rete dfs_{im} di +290 mHz
- mantenere la variazione di frequenza dfs_{im} di 290 mHz per cinque minuti
- rimuovere il gradino di frequenza dfs_{im}
- simulare un gradino di frequenza di rete dfs_{im} di -200 mHz
- mantenere la variazione di frequenza dfs_{im} di -200 mHz per cinque minuti

- simulare un gradino di frequenza di rete *dfs* di -290 mHz
- mantenere la variazione di frequenza *dfs* di -290 mHz per cinque minuti
- rimuovere il gradino di frequenza *dfs* e attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime

In Figura 12 è riportato l'andamento indicativo della variazione simulata di frequenza di rete descritta in precedenza.

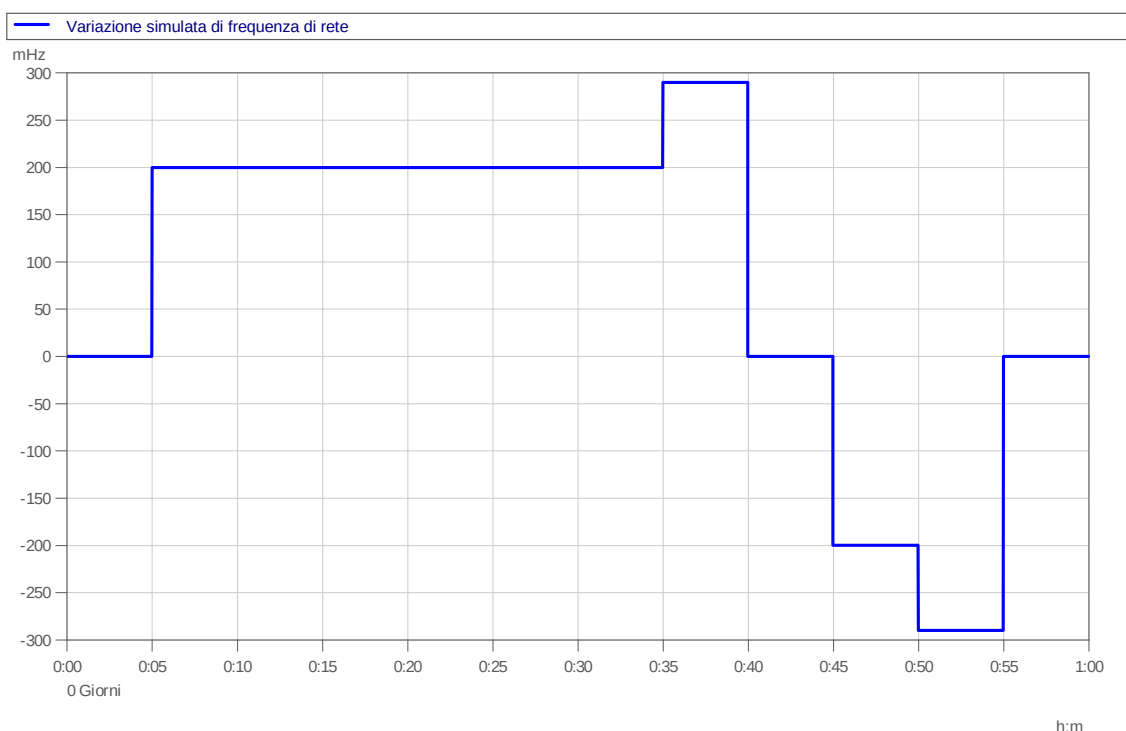


Figura 12: Variazione simulata di frequenza di rete (*dfs*) per la valutazione dinamica dell'erogazione del contributo primario

9.7.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- I
- f
- *dfs*
- Prif
- Preg

9.7.4 Processamento dei dati registrati

Le misure sono processate con un filtro a media mobile a 1 s per eliminare il rumore di misura. I dati di dP filtrati sono posti su un grafico con ascissa temporale e vengono confrontati con gli andamenti minimi richiesti riportati a titolo indicativo in Figura 13, Figura 14 e Figura 15.

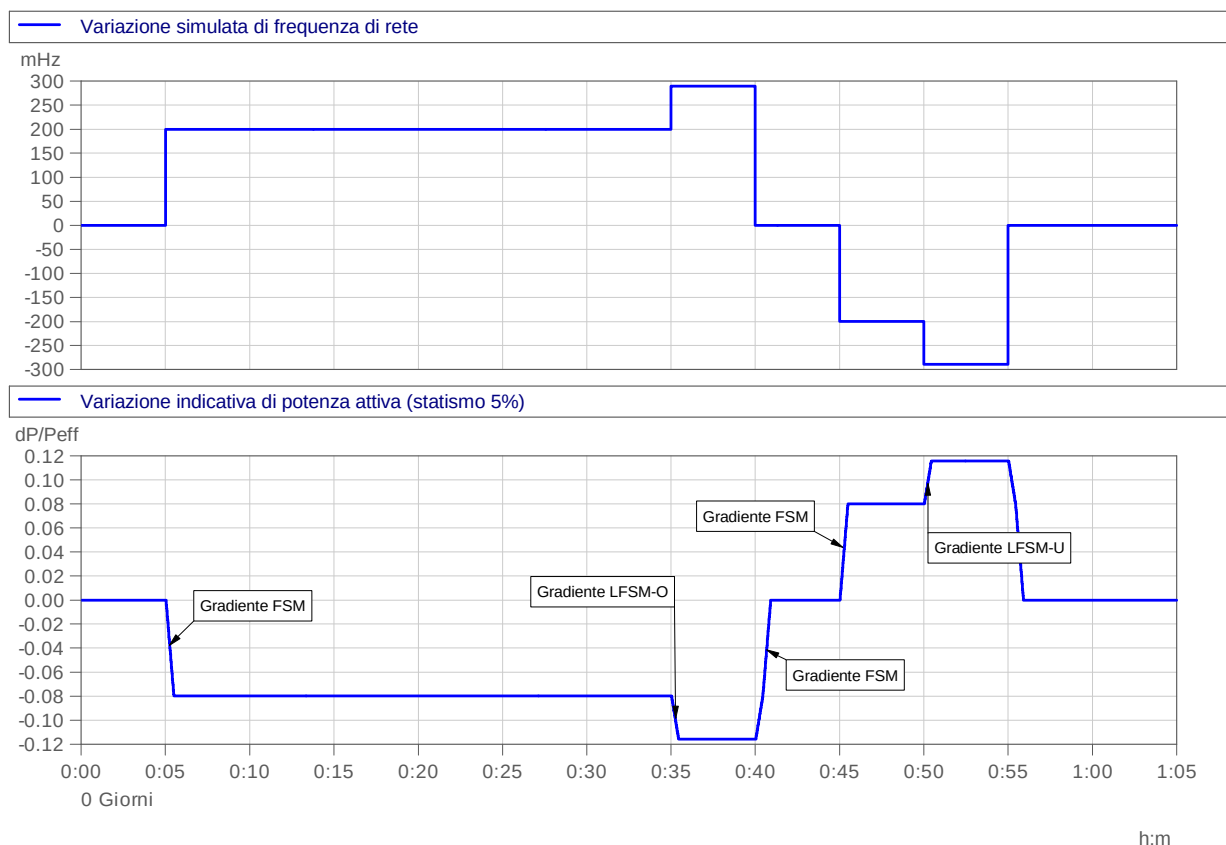


Figura 13: Risposta dinamica indicativa attesa per gruppo di generazione con statismo 5%

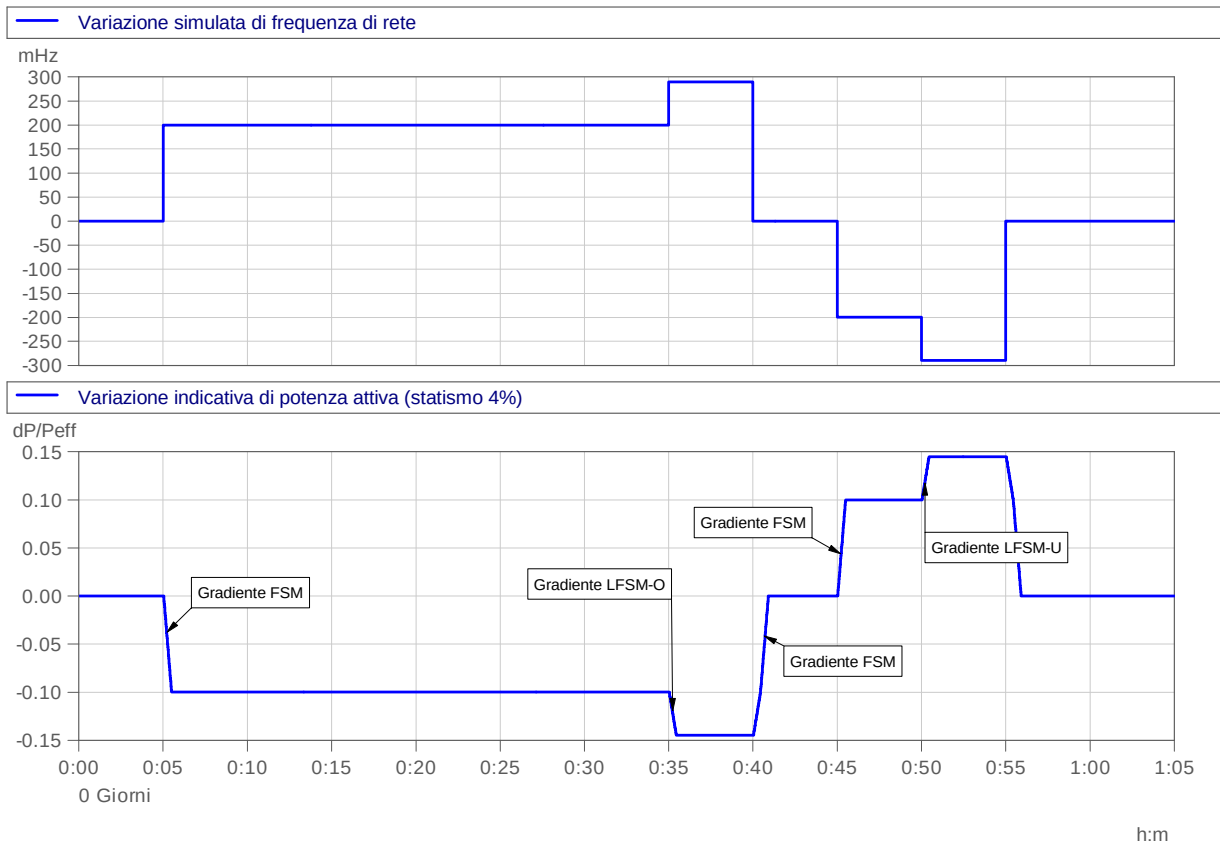


Figura 14: Risposta dinamica indicativa attesa per gruppo di generazione con statismo 4%

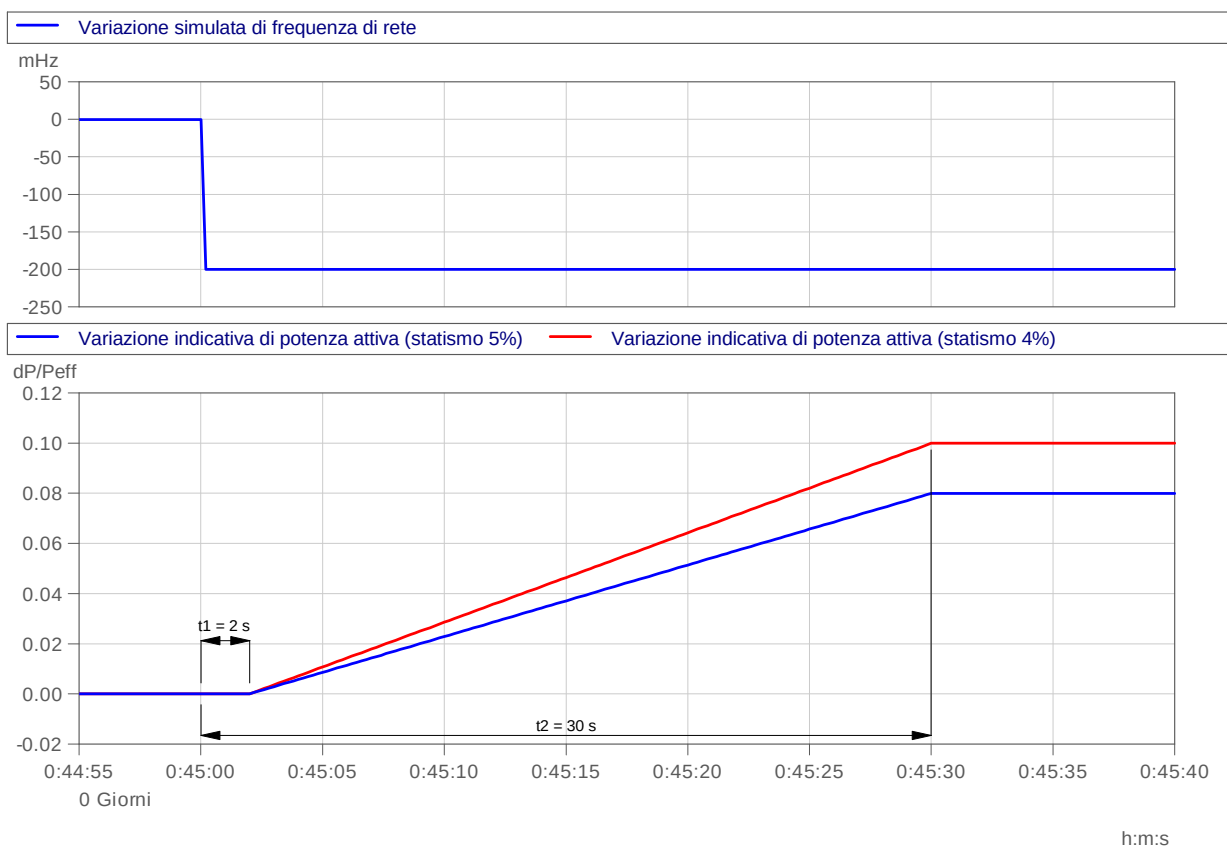


Figura 15: Zoom della risposta dinamica minima attesa in modalità FSM con gradino in sottofrequenza *dfsim* di 200 mHz

Inoltre, devono essere rilevati i gradienti della risposta in frequenza in modalità LFSM. In particolare, con riferimento a Figura 16, il gradiente è calcolato come l'80% della variazione di carico a regime in LFSM diviso per il tempo di salita.

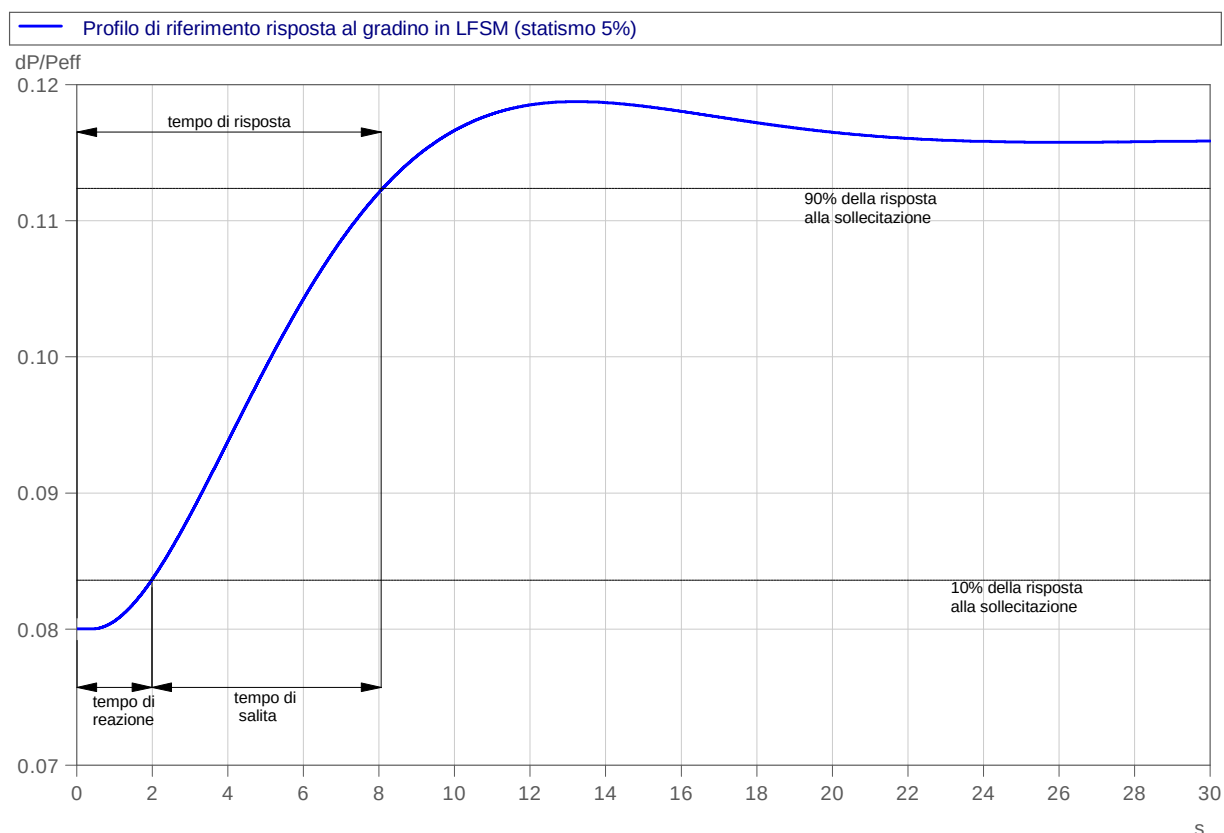


Figura 16: Risposta alla sollecitazione in LFSM per il calcolo del gradiente (statismo 5%)

9.7.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il tempo di ritardo iniziale non supera il valore massimo ammissibile t_1 prescritto nel CdR
- l'andamento di dP filtrato è di segno opposto rispetto a dfs_{im} e in valore assoluto non inferiore alla curva di riferimento riportata in Figura 13 e Figura 14
- non si verificano oscillazioni non smorzate dopo la risposta alla variazione a gradino
- dove richiesto dalla variazione di frequenza simulata si verifica la stabilità dell'erogazione per trenta minuti

Inoltre, il gradiente di variazione nella modalità LFSM (tra 200 mHz e 290 mHz di errore) deve soddisfare le prescrizioni applicabili a seconda della tipologia di impianto.

9.8 PMAX – MASSIMA POTENZA ATTIVA EROGABILE DAL GRUPPO

Il gruppo di generazione deve poter erogare la potenza massima dichiarata secondo quanto richiesto dal relativo requisito. La prova per verificare tale funzionalità è di seguito descritta.

9.8.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari al valore di massimo possibile al momento della prova¹³
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.8.2 Metodo di prova

La prova consiste nel registrare la potenza attiva generata per la durata della prova.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova mantenere il set-point al valore massimo per almeno quindici minuti. Con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1.

9.8.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- I
- f
- dfsim
- Prif
- Preg
- Paux
- Temperatura ambientale (ove applicabile)
- Pressione ambientale (ove applicabile)
- Umidità ambientale (ove applicabile)
- Pressione base condotta (ove applicabile)
- Salto motore (ove applicabile)

9.8.4 Processamento dei dati registrati

Viene rilevato come valore di potenza massima il valor minimo della potenza misurata filtrata (con filtro a media mobile di 10 s) nel periodo di prova. Il valore calcolato fa riferimento alle condizioni ambientali¹⁴ e impiantistiche del giorno della prova e deve essere riportato nelle condizioni di riferimento attraverso le curve di correzione fornite dal Titolare dell'impianto di generazione. Nel calcolo della potenza massima deve essere considerato anche il valore di potenza attiva assorbito dai servizi ausiliari.

¹³ Per gli impianti a ciclo combinato o TG a ciclo aperto, la potenza massima di set-point si intende come la massima potenza escluso peak firing.

¹⁴ Di salto motore per impianti idroelettrici

9.8.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se la potenza riportata alle condizioni di riferimento¹⁵ al netto del valore di potenza assorbito dai servizi ausiliari è superiore o uguale alla potenza efficiente netta dichiarata dal Titolare dell'impianto di generazione. Inoltre, la potenza deve essere erogata in modo stabile per il tempo previsto dal requisito del CdR.

9.9 PMIN – MINIMA POTENZA ATTIVA EROGABILE DAL GRUPPO

Il gruppo di generazione deve poter erogare la potenza minima dichiarata secondo quanto richiesto dal relativo requisito. La prova per verificare tale funzionalità è di seguito descritta.

9.9.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari al valore di minimo possibile al momento della prova
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.9.2 Metodo di prova

La prova consiste nel registrare la potenza attiva generata per la durata della prova.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova mantenere il set-point al valore minimo per almeno quindici minuti. Con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1.

9.9.3 Grandezze da registrare

- P
- Q
- V
- I
- f
- dfsim
- Prif
- Preg
- Paux
- Temperatura ambientale (ove applicabile)
- Pressione ambientale (ove applicabile)
- Umidità ambientale (ove applicabile)
- Pressione base condotta (ove applicabile)
- Salto motore (ove applicabile)

¹⁵ Le condizioni di riferimento corrispondono alle condizioni ambientali del valore di potenza efficiente dichiarato in GAUDI

9.9.4 Processamento dei dati registrati

Viene rilevato come valore di potenza minima il valor massimo della potenza misurata filtrata (con filtro a media mobile di 10 s) nel periodo di prova. Il valore calcolato fa riferimento alle condizioni ambientali¹⁶ e impiantistiche del giorno della prova e, ove applicabile, deve essere riportato nelle condizioni di riferimento attraverso le curve di correzione fornite dal Titolare dell'impianto di generazione. Nel calcolo della potenza minima deve essere considerato anche il valore di potenza attiva assorbito dai servizi ausiliari.

9.9.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se la potenza riportata alle condizioni di riferimento¹⁷ al netto del valore di potenza assorbita dai servizi ausiliari è inferiore o uguale al minimo tecnico dichiarato dal Titolare dell'impianto di generazione. Inoltre, la potenza deve essere erogata in modo stabile.

9.10 ILF – LOGICA ILF

9.10.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza attiva costante pari al valore minimo
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.10.2 Metodo di prova

La prova consiste nel simulare un profilo di frequenza di rete e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di potenza attiva generata. Al fine di considerare gli effetti della sola iniezione del profilo di frequenza, con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- simulare un gradino di frequenza di rete *dfsim* di -290 mHz e mantenere la variazione di frequenza per circa due minuti
- simulare un gradino di frequenza di rete *dfsim* di -310 mHz e mantenere la variazione di frequenza per almeno un minuto avendo cura che il gruppo di generazione non raggiunga la potenza massima del momento della prova
- simulare un gradino di frequenza di rete *dfsim* di -80 mHz e mantenere la variazione di frequenza per circa due minuti o per il tempo necessario al raggiungimento del regime
- simulare un gradino di frequenza di rete *dfsim* di -120 mHz e mantenere la variazione di frequenza fino al raggiungimento della potenza massima del gruppo
- attendere almeno cinque minuti alla potenza massima
- rimuovere il gradino di frequenza *dfsim* e attendere il raggiungimento del valore di regime del gruppo di gruppo di generazione

In Figura 17 è riportato l'andamento indicativo della variazione simulata di frequenza di rete descritta in precedenza.

¹⁶ Di salto motore per impianti idroelettrici

¹⁷ Le condizioni di riferimento corrispondono alle condizioni ambientali del valore di minimo tecnico dichiarato in GAUDI

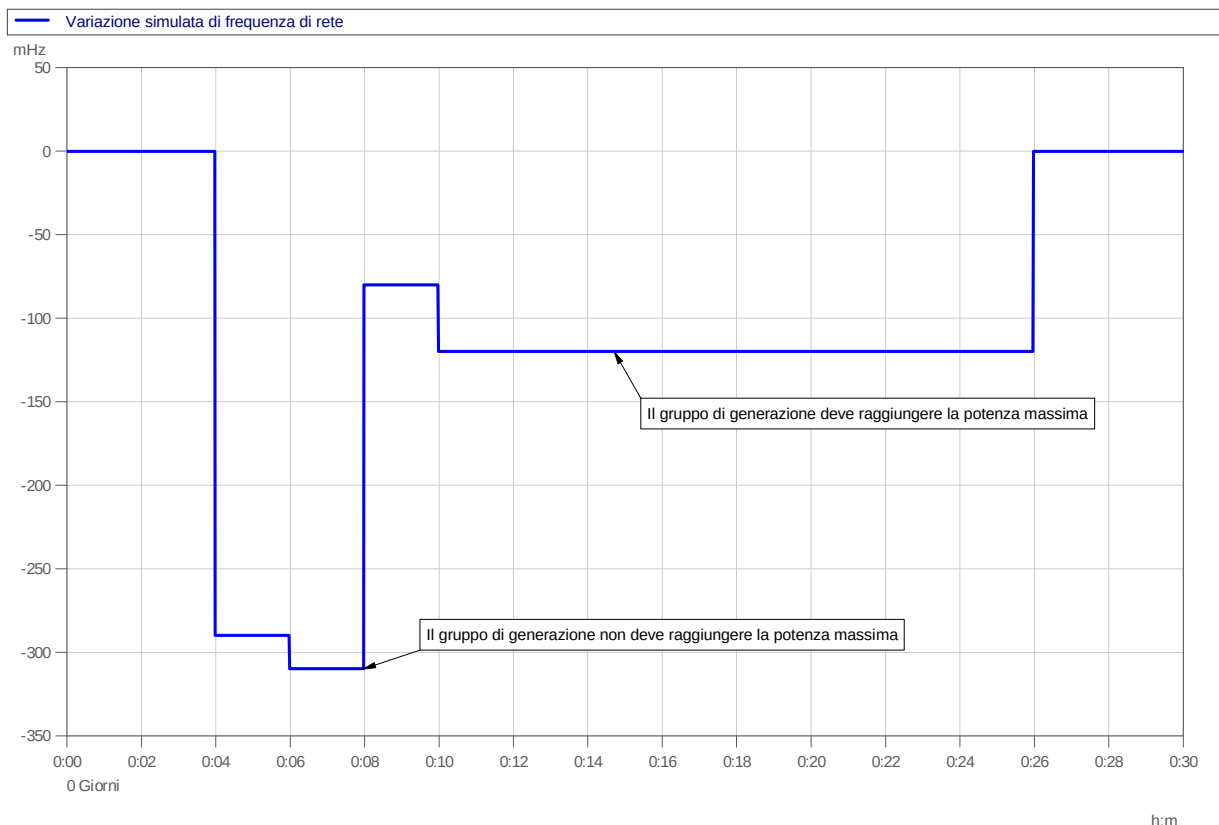


Figura 17: Variazione simulata di frequenza di rete (*dfsim*) per l'identificazione delle soglie ILF

Terna si riserva la facoltà di ripetere o sostituire tale prova simulando gradini di frequenza di rete positivi e sostituendo ove applicabile la “potenza massima” con la “potenza minima”, implementando di fatto un profilo di prova speculare rispetto a quello di Figura 17.

Al fine di verificare il corretto rilascio del contributo di regolazione primaria, Terna si riserva la facoltà di poter modificare la prova di Figura 17.

Qualora Terna lo richieda, la prova potrà essere eseguita simulando le condizioni di rete isolata con un simulatore di rete di cui al di cui al §8.3.7.

9.10.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- *dfsim*
- Prif
- Preg

9.10.4 Processamento dei dati registrati

Le misure vengono poste in un grafico con ascissa temporale e vengono valutate le soglie di inserzione/inibizione/esclusione delle logiche di tipo “ILF”. L'andamento qualitativo della potenza minima

attesa per un gruppo di generazione con statismo 5% è riportato in Figura 18 con gradienti di LFSM e ILF puramente indicativi.

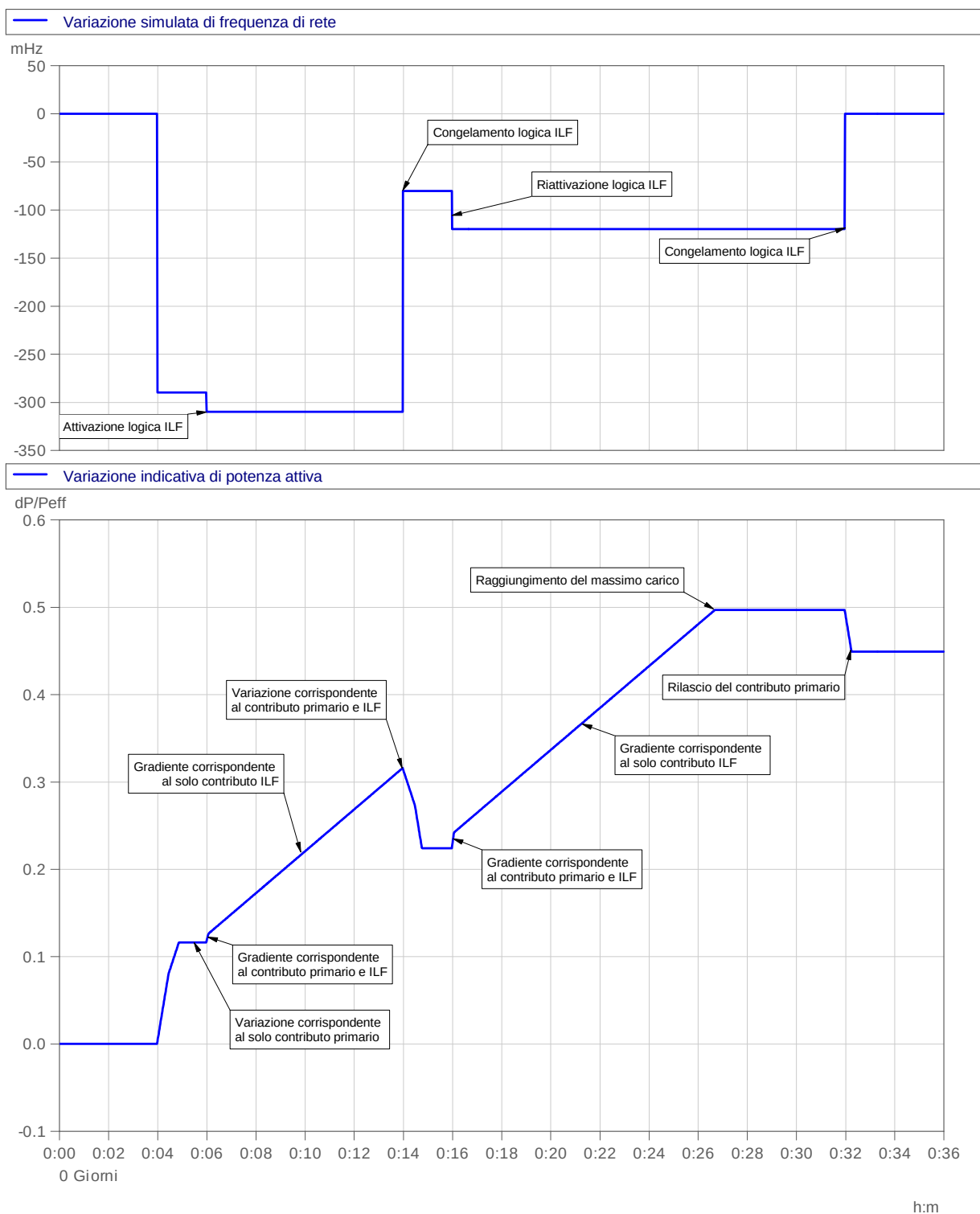


Figura 18: Andamento qualitativo atteso in risposta al profilo ILF per un gruppo di generazione con statismo 5% che parte da circa 50% della potenza massima

9.10.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se si verificano le seguenti condizioni:

- il gruppo di generazione rimane connesso alla RTN
- la logica ILF corrisponde alle prescrizioni del CdR
- si verifica il rilascio del contributo primario al rientro a 0 Hz dell'errore di frequenza

Inoltre si verifica se il meccanismo di disattivazione della logica "ILF" è automatico e/o manuale.

9.11 F1HZ – COMPORTAMENTO A FRONTE DI GRANDI PERTURBAZIONI DELLA FREQUENZA DI RETE

9.11.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari ad un valore medio alto (ad esempio 70-80% della potenza efficiente)
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.11.2 Metodo di prova

La prova consiste nel simulare un'ampia variazione della frequenza di rete (in sotto-frequenza) e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di potenza attiva generata. Al fine di considerare gli effetti della sola iniezione del profilo di frequenza, con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- simulare una variazione a gradino di *dfsim* di -0.2 Hz
- senza attesa simulare una variazione di frequenza di rete *dfsim* fino -1 Hz con gradiente di -2 Hz/s (o inferiore)
- mantenere la variazione di frequenza *dfsim* di -1 Hz per almeno cinque minuti
- rimuovere la variazione di frequenza con un gradiente di 2 Hz/s (o superiore) fino al valore di -0.2 Hz
- senza attesa rimuovere a gradino la variazione di -0.2 Hz e attendere il raggiungimento del regime del gruppo di generazione

In Figura 19 è riportato l'andamento indicativo della variazione simulata di frequenza di rete descritta in precedenza.

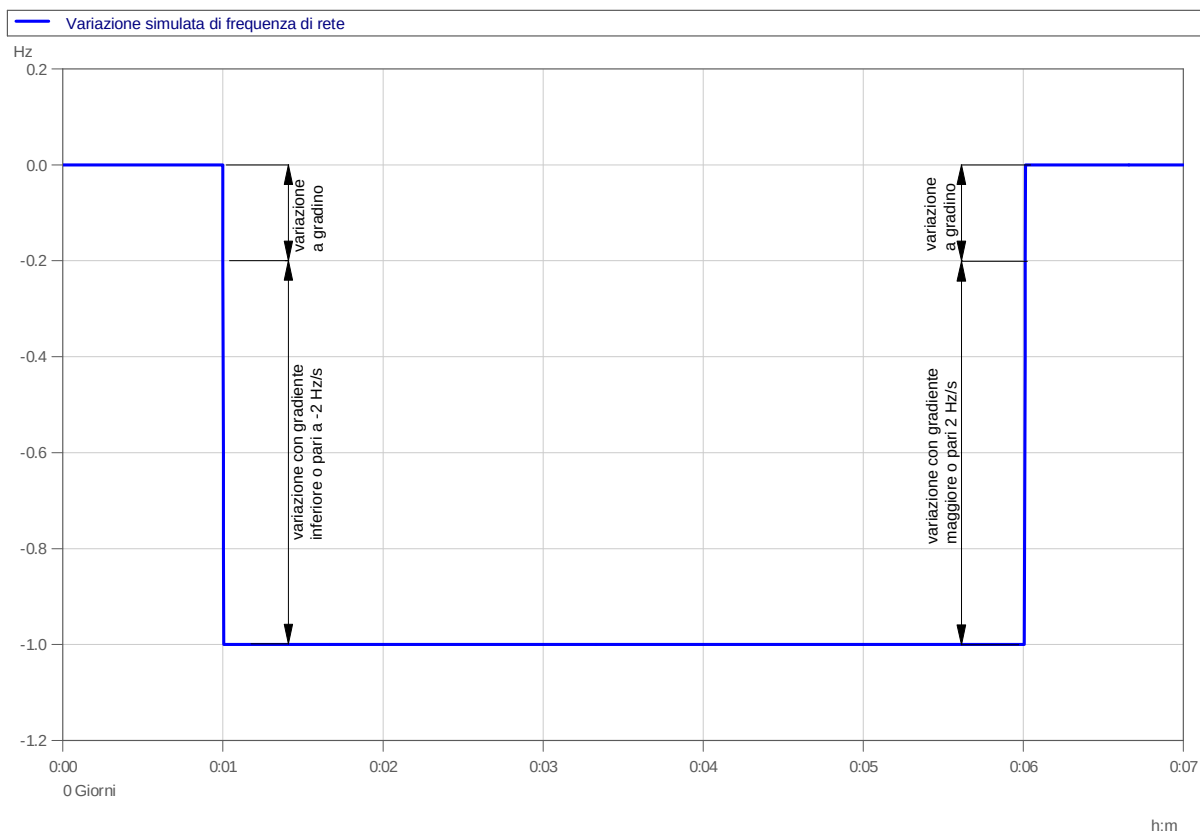


Figura 19: Variazione simulata di frequenza (*dfsim*) per la valutazione del comportamento del gruppo a fronte di grandi variazioni della frequenza di rete

Terna si riserva la facoltà di ripetere o sostituire tale prova simulando un gradino di frequenza di rete positivo, implementando di fatto un profilo di prova speculare rispetto a quello di Figura 19.

Al fine di verificare il corretto rilascio del contributo di regolazione primaria, Terna si riserva la facoltà di poter modificare la prova di Figura 19.

9.11.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- *dfsim*
- Prif
- Preg

9.11.4 Processamento dei dati registrati

Le misure devono essere poste in un grafico con ascissa temporale. L'andamento qualitativo atteso della potenza è riportato in Figura 20 con gradienti di FSM, LFSM e ILF puramente indicativi.

Si valuta inoltre il gradiente di presa di carico fra il 10% e il 90% della variazione di potenza attiva.

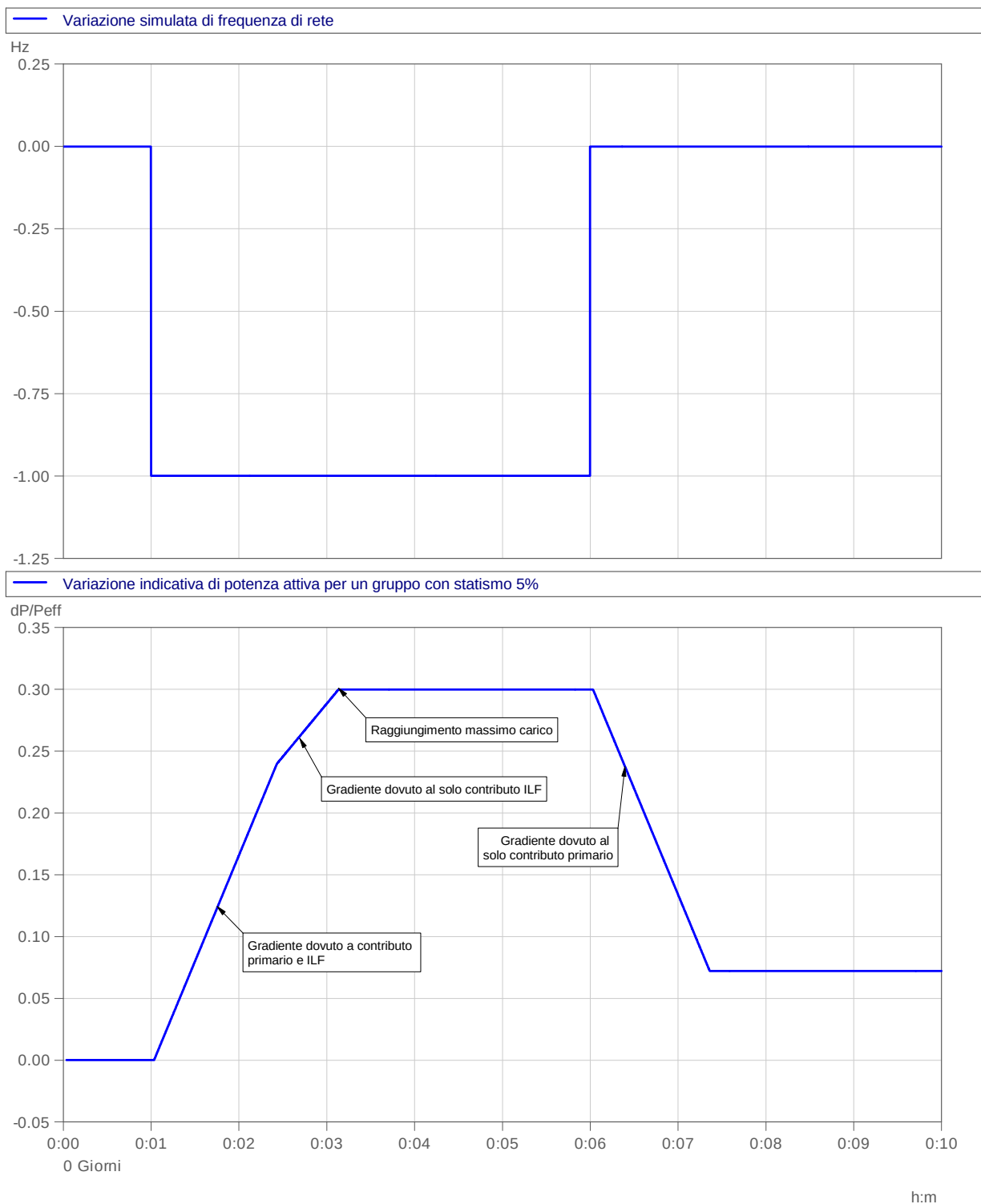


Figura 20: Variazione indicativa attesa in risposta al gradino di -1 Hz per un gruppo che parte da circa il 70% della potenza massima

9.11.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se si verificano le seguenti condizioni:

- il gruppo di generazione rimane connesso alla RTN
- si verifica il rilascio del margine minimo di regolazione primaria al rientro a 0 Hz dell'errore di frequenza
- si verifica che il gradiente di presa di carico sia in linea con le prescrizioni

9.12 LINIDR – RILIEVO DELLA CARATTERISTICA APERTURA-POTENZA PER GRUPPI IDROELETTRICI

La presente prova si applica solamente agli impianti idroelettrici.

9.12.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point iniziale di potenza costante pari al valore minimo
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.12.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione della variazione di potenza attiva erogata a fronte di una variazione del set-point con gradiente predefinito. Con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- impostare il set-point di potenza al valore massimo consentito variando il riferimento di potenza con un gradiente di variazione non superiore a 5%/minuto¹⁸, attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime e aspettare circa cinque minuti
- impostare di nuovo il set-point di potenza al valore minimo variando il riferimento di potenza con un gradiente non inferiore a -5%/minuto e attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime

9.12.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Prif
- Richiesta apertura organi di manovra
- Posizione organi di manovra
- Preg

¹⁸ Il gradiente deve essere sufficientemente lento di modo che la prova non sia influenzata dalla dinamica del sistema idraulico

9.12.4 Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test devono essere processati con un filtro a media mobile a 10 s.

Si riportano su un primo grafico XY i valori di richiesta posizione e posizione del distributore (spina) in percentuale rispetto ai massimi valori rilevati.

Si riportano su un secondo grafico XY i valori di richiesta di posizione del distributore (o della spina) e P in percentuale rispetto ai valori massimi misurati durante la prova.

9.12.5 Criteri di valutazione del risultato

Dal primo grafico si valuta la precisione dell'anello di posizionamento e si evidenziano possibili non linearità (indurimenti, isteresi, ...) che possono influenzare la regolazione di frequenza.

Dal secondo grafico si evidenziano zone di funzionamento con pendenze della caratteristica apertura-potenza diverse che possono influenzare la regolazione di frequenza.

9.13 LINTR – RILIEVO DELLA CARATTERISTICA POSIZIONE SERVOMOTORE-POTENZA PER GRUPPI TERMoeLETTRICI TRADIZIONALI A VAPORE

La presente prova si applica solamente ai gruppi di generazione di tipo termoelettrico tradizionale a vapore ove sia presente la regolazione di caldaia¹⁹.

9.13.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point iniziale di potenza costante pari al valore minimo
- turbina in regolazione coordinata
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa

9.13.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione della variazione di potenza attiva erogata a fronte di una variazione lenta del set-point. Con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- impostare il set-point di potenza al valore massimo consentito variando il riferimento di potenza con un gradiente di variazione non superiore a 1%/minuto²⁰, attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime e aspettare circa cinque minuti
- impostare di nuovo il set-point di potenza al valore minimo variando il riferimento di potenza con un gradiente non inferiore a -1%/minuto e attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime

¹⁹ Sono esclusi dalla prova gli impianti a ciclo combinato

²⁰ Il gradiente deve essere sufficientemente lento di modo che la prova non sia influenzata dalla dinamica del processo

9.13.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Prif
- Preg
- Pressione ammissione turbina
- Pressione camera ruota
- Richiesta posizione organi di manovra
- Posizione organi di manovra (servomotore principale...)

9.13.4 Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test devono essere processati con un filtro a media mobile a 10 s.

Si riportano su un primo grafico XY i valori di richiesta posizione e posizione dell'organo di manovra (servomotore principale) in percentuale rispetto ai massimi valori rilevati.

Si riportano su un secondo grafico XY i valori di richiesta di posizione dell'organo di manovra (servomotore principale) e P in percentuale rispetto ai valori massimi misurati.

9.13.5 Criteri di valutazione del risultato

Dal primo grafico si valuta la precisione dell'anello di posizionamento e si evidenziano possibili non linearità (indurimenti, isteresi, ...) che possono influenzare la regolazione di frequenza.

Dal secondo grafico si evidenziano zone di funzionamento con pendenze della caratteristica apertura-potenza diverse che possono influenzare la regolazione di frequenza.

10 VERIFICA DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE DELLA TENSIONE PER GRUPPI DI GENERAZIONE SINCRONI

Tutti i gruppi di generazione connessi alla rete di trasmissione devono partecipare alla regolazione di tensione di rete. Questa è definita come la capacità del regolatore automatico di tensione del gruppo di generazione di modulare le variabili di controllo con l'obiettivo di mantenere la tensione misurata pari al riferimento.

Nel seguito sono descritte le prove da effettuare per la verifica dei regolatori di tensione.

10.1 STAV – ERRORE STATICO DELLA REGOLAZIONE PRIMARIA DI TENSIONE

10.1.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante
- eventuale sistema SART escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- Regolazione primaria di frequenza esclusa

- set-point di tensione V_{rif} pari a 1 pu (se le condizioni di rete lo permettono senza che intervengano limiti)

10.1.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione delle variazioni di tensione rispetto al riferimento imposto.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- agire sul riferimento di tensione del regolatore per portare quest'ultimo nella regione di sottoeccitazione senza che intervenga il limite di sotto eccitazione o il valore minimo del riferimento di tensione (il gradiente di variazione del set-point deve essere in valore assoluto, inferiore o pari a 1%/min). Indicativamente la variazione di tensione deve essere di circa -2.5% del valore nominale.
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto
- in seguito agire sul riferimento di tensione per portare il gruppo di generazione nella regione di sovrareccitazione senza che intervenga il limite di sovra eccitazione o il valore massimo del calibratore (il gradiente di variazione del set-point deve essere inferiore o pari a 1%/min). Indicativamente la variazione di tensione deve essere di circa 5% del valore nominale.
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto
- in seguito tornare al valore iniziale di V_{rif} con gradiente in valore assoluto inferiore o pari a 1%/min

In Figura 21 è riportato l'andamento indicativo atteso per la variazione di set-point di tensione descritto in precedenza.

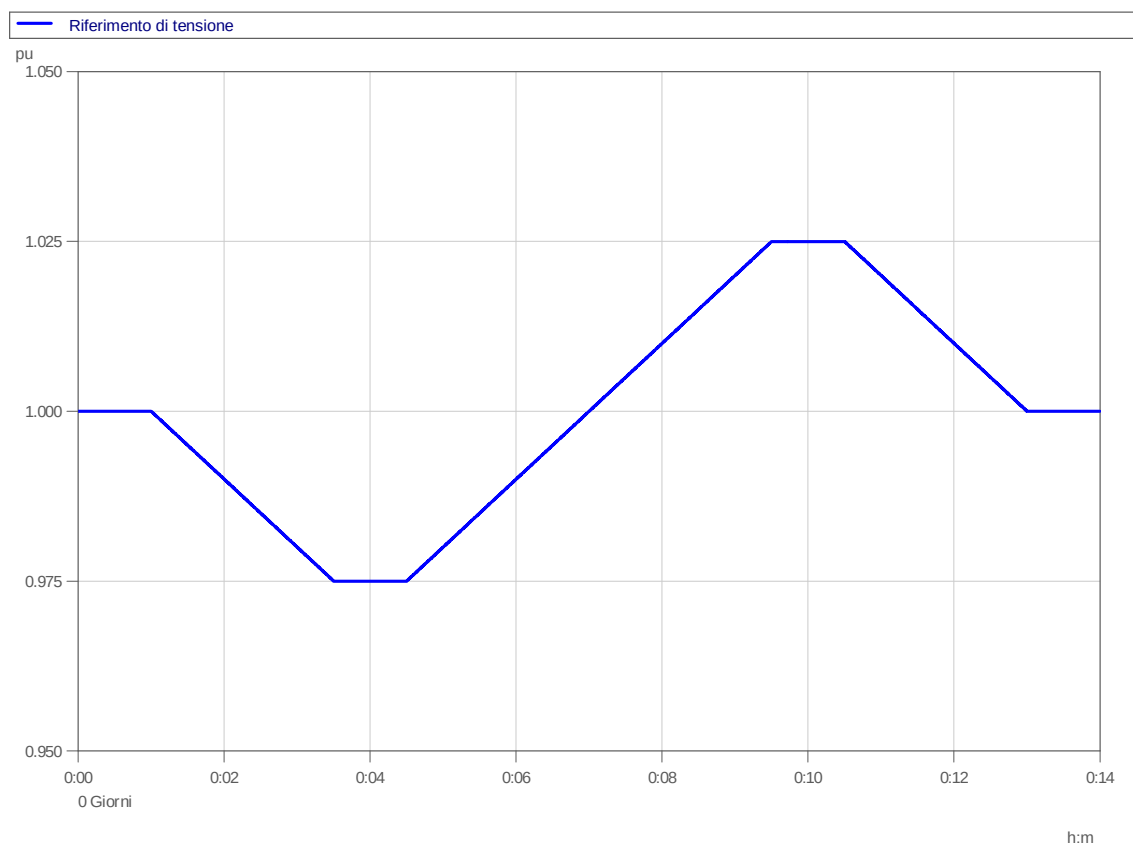


Figura 21: Variazione del set-point di tensione alla potenza massima

10.1.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- Vf
- Vrif
- AVR_o

10.1.4 Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test devono essere processati con un filtro a media mobile a 10 s per eliminare il rumore di misura. Per una valutazione del comportamento statico del gruppo si considerino le grandezze filtrate V e Vrif.

Si deve calcolare l'errore di controllo in pu come il rapporto della differenza (in valore assoluto) tra V e Vrif e la tensione nominale.

10.1.5 Criteri di valutazione del risultato

La prova si ritiene superata se l'errore di controllo risulta inferiore alla prescrizione del Codice di Rete.

10.2 COMP – COMPOUND DELLA REGOLAZIONE PRIMARIA DI TENSIONE

10.2.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari al valore massimo
- eventuale sistema SART escluso
- compound di potenza reattiva posto pari al valore di normale esercizio. Qualora il valore di normale esercizio fosse 0, allora la prova può essere effettuata impostando un valore di compound negativo del 5%
- Regolazione primaria di frequenza esclusa
- set-point di tensione Vrif pari a 1 pu (se le condizioni di rete lo permettono senza che intervengano limiti)

10.2.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione delle variazioni di tensione rispetto al riferimento.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- agire sul riferimento di tensione del regolatore per portare quest'ultimo nella regione di sottoeccitazione senza che intervenga il limite di sotto eccitazione o il valore minimo del calibratore (il gradiente di variazione del set-point deve essere in valore assoluto inferiore o pari a 1%/min). Indicativamente la variazione di tensione deve essere di circa -2.5% del valore nominale.
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto

- in seguito agire sul riferimento di tensione per portare il gruppo di generazione nella regione di sovraeccitazione senza che intervenga il limite di sovra eccitazione o il valore massimo del calibratore (il gradiente di variazione del set-point deve essere inferiore o pari a 1%/min). Indicativamente la variazione di tensione deve essere di circa 5% del valore nominale.
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto
- in seguito tornare al valore iniziale di V_{rif} con gradiente in valore assoluto inferiore o pari a 1%/min

In Figura 21 è riportato l'andamento indicativo atteso per la variazione di set-point di tensione descritto in precedenza.

10.2.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- V_f
- V_{rif}
- AVR₀

10.2.4 Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test devono essere processati con un filtro a media mobile a 10 s per eliminare il rumore di misura. Riportando su un grafico XY i valori di $\frac{V-V_{rif}}{V_n}$ in ascissa e $\frac{Q}{A_n}$ in ordinata si individua il compound sulla base della pendenza della retta di regressione lineare.

10.2.5 Criteri di valutazione del risultato

Si verifica che il valore stimato di compound sia in linea con il parametro impostato nel regolatore di tensione.

10.3 DINV – DINAMICA DELLA REGOLAZIONE PRIMARIA DI TENSIONE

10.3.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari al valore massimo
- eventuale sistema SART escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- Regolazione primaria di frequenza esclusa
- eventuali sistemi PSS esclusi ($V_{st} = 0$)
- gruppo di generazione funzionante vicino al limite di sottoeccitazione

10.3.2 Metodo di prova

La prova consiste nell'applicare una variazione a gradino del riferimento di tensione di macchina e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di tensione di macchina.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- mantenere il valore di tensione di riferimento per almeno trenta secondi
- applicare una variazione a gradino del riferimento di tensione di macchina del 4% del valore nominale
- mantenere la variazione di tensione per dieci secondi o fino all'esaurimento delle oscillazioni di potenza e rimuovere la variazione di tensione imposta

In Figura 22 è riportato l'andamento indicativo atteso per la variazione di set-point di tensione descritto in precedenza.

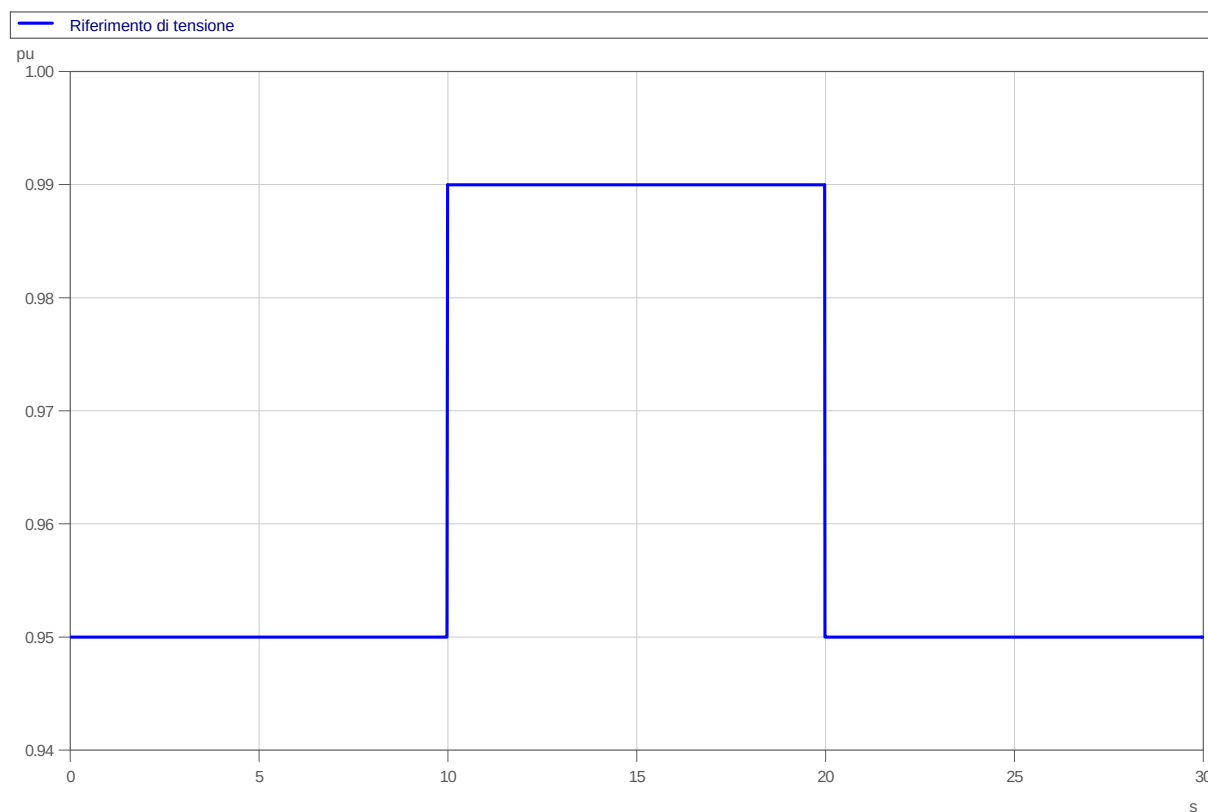


Figura 22: Variazione a gradino del set-point di tensione alla potenza massima

10.3.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- Vf
- Vrif

- AVR₀

10.3.4 Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test devono essere processati con un filtro a media mobile a 1 s per eliminare il rumore di misura.

Per la valutazione del comportamento dinamico si faccia riferimento all'esempio riportato in Figura 23 in cui la variazione è a gradino del 4% di tensione nominale è inserita all'istante 0 partendo da una tensione di macchina di 0.95 pu. Dalla misura di tensione V si rilevano i seguenti parametri:

- tempo di reazione
- tempo di salita
- tempo di risposta

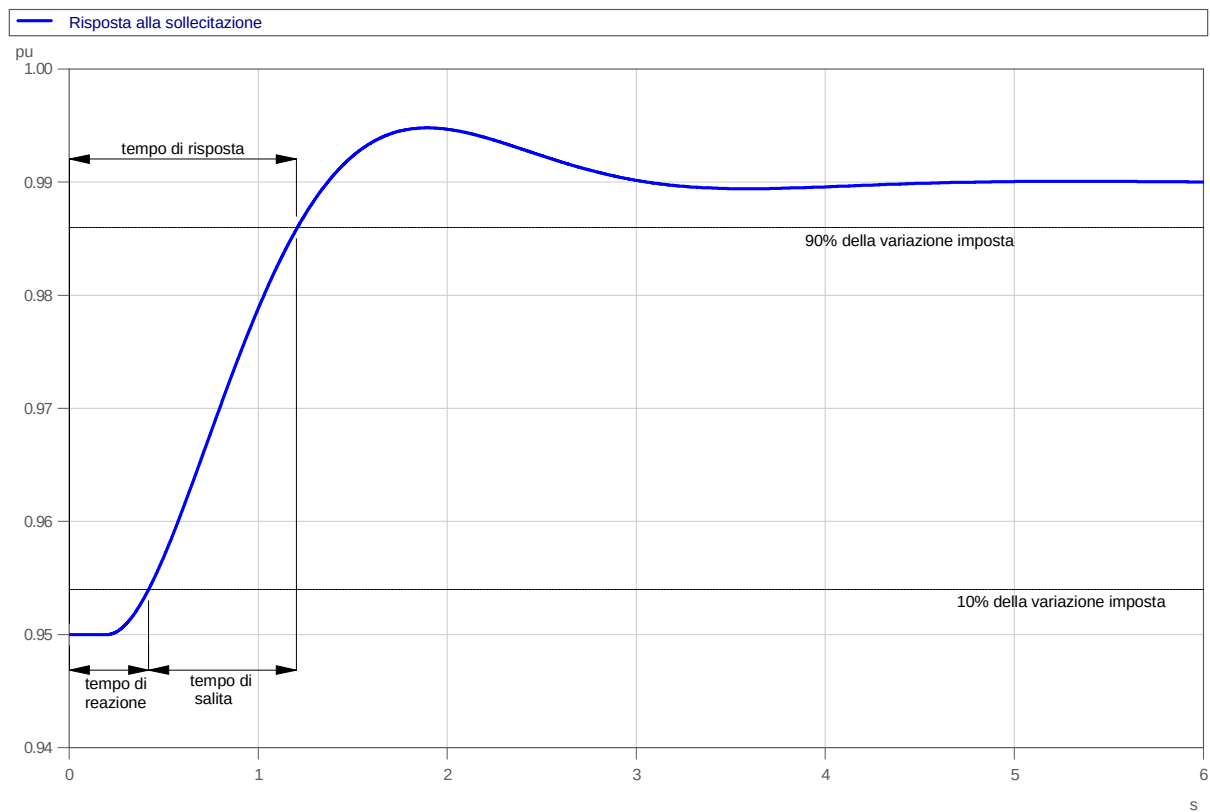


Figura 23: Schema indicativo per l'individuazione dei parametri di risposta dinamica

Inoltre, si valuta lo smorzamento (ξ) dell'oscillazione di potenza attiva indotta dal disturbo al ciclo elettromeccanico facendo riferimento alla espressione seguente e alla Figura 26.

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4\pi^2}{\left(\ln\left(\frac{P(t)}{P(t+dT)}\right)\right)^2}}}$$

10.3.5 Criteri di valutazione del risultato

Viene valutata la dinamica della regolazione di tensione.

10.4 LIM – CURVE LIMITE IMPOSTATE NEL REGOLATORE DI TENSIONE

10.4.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point iniziale di potenza costante pari al valore minimo
- eventuale sistema SART escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0

10.4.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione di variazioni di potenza reattiva generata e assorbita a diversi livelli di potenza.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova si deve:

- agire sul riferimento di tensione del regolatore di tensione del gruppo di generazione per portare il calibratore al valore minimo²¹
- in seguito, senza modificare il riferimento di tensione, agire sul riferimento di potenza attiva del gruppo di generazione e portare il gruppo al valore di massimo carico con un gradiente non superiore a 1%/minuto (la rampa deve durare almeno un'ora)
- agire sul riferimento di tensione del regolatore di tensione del gruppo di generazione per portare il gruppo di generazione ad un valore di potenza reattiva vicino a zero.
- tornare al valore minimo di potenza attiva e attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime (il gradiente di variazione in questo caso è libero)
- agire sul riferimento di tensione del regolatore di tensione del gruppo di generazione per portare il calibratore al valore massimo
- in seguito, senza modificare il riferimento di tensione, agire sul riferimento di potenza attiva del gruppo di generazione e portare il gruppo al valore di massimo carico con un gradiente non superiore a 1%/minuto (la rampa deve durare almeno un'ora)

In Figura 26 è riportato l'andamento indicativo atteso per le potenze attiva e reattiva di macchina su un diagramma QP.

Qualora i limiti raggiunti alla potenza minima siano limiti di tensione, si utilizzino gli altri gruppi presenti in impianto oppure il variatore di tensione sotto carico sul trasformatore elevatore (dove applicabile) per permettere la più grande escursione di potenza reattiva possibile per il gruppo sotto test.

In alternativa, per impedimenti impiantistici o legati alla rete, la prova potrà essere svolta per punti corrispondenti ai valori massimo, minimo e un punto intermedio di potenza attiva.

²¹ Si precisa che qualora non sia possibile raggiungere i limiti di reattivo si considera sufficiente il raggiungimento dei limiti di tensione

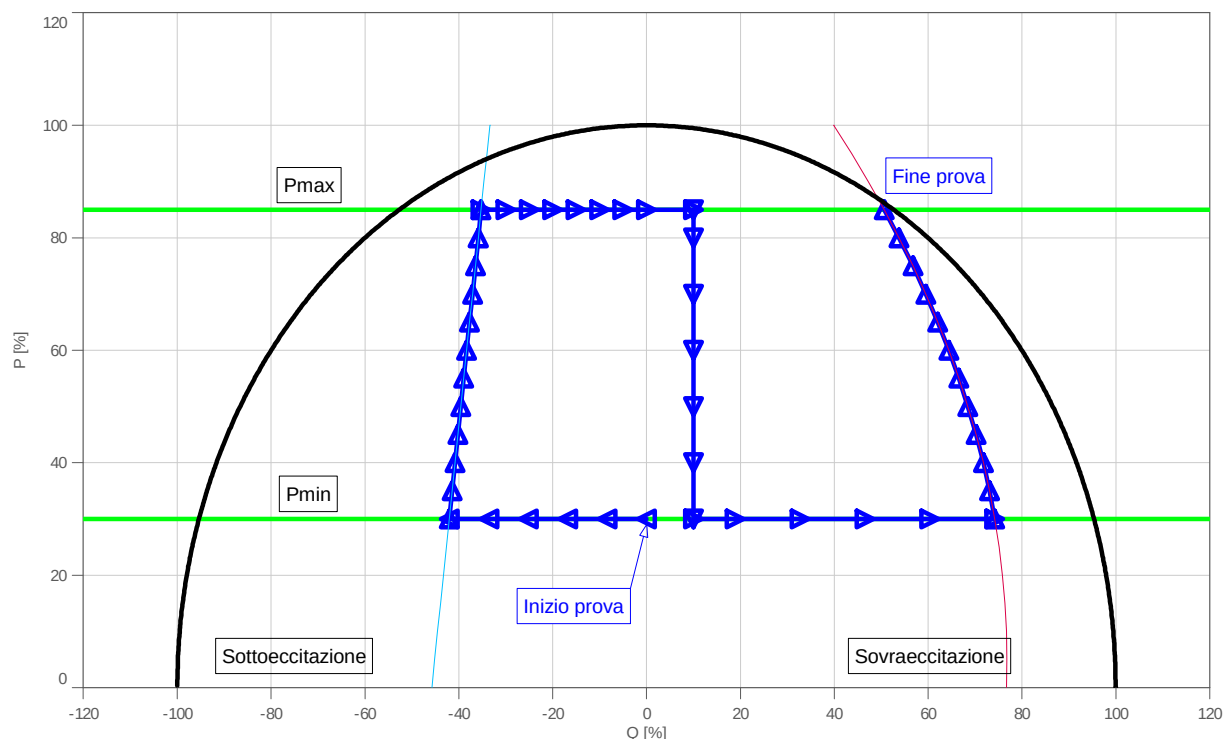


Figura 24: Andamento indicativo della prova di verifica delle curve limite

10.4.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- Preg
- Vf
- Vrif
- P_{AT}
- Q_{AT}
- V_{AT}
- Tap²²

Inoltre saranno rilevati i valori significativi delle grandezze che possono influenzare l'andamento del limite²³.

²² Se l'impianto è dotato di variatore sotto carico sul trasformatore elevatore la tacca (Tap) deve essere campionata analogamente alle altre grandezze. Se il variatore è a vuoto, è sufficiente fornire il valore della tacca con cui è stata svolta la prova

²³ Ad esempio per i gruppi di generazione termoelettrici tradizionali si rileva temperatura e pressione del fluido di raffreddamento

10.4.4 Processamento dei dati registrati

Le misure devono essere processate con un filtro a media mobile a 10 s per rimuovere la dinamica della regolazione.

In un primo grafico XY (simile a quello di Figura 24) si devono riportare i valori di potenza reattiva Q e attiva P di gruppo filtrati.

In un secondo grafico XY, si devono riportare i valori di potenza reattiva lato AT (in valor relativo rispetto a P_{eff}) e tensione lato AT (in valor relativo rispetto alla tensione nominale di sbarra) registrati al limite di eccitazione (o di tensione) ed in corrispondenza della massima potenza erogata dal gruppo. Qualora il gruppo sia collegato ad un trasformatore elevatore a tre avvolgimenti in cui, durante la prova, risultino alimentati tutti gli avvolgimenti è necessario presentare il grafico riportando le misure al punto di consegna ipotizzando che non sia alimentato²⁴ l'avvolgimento del gruppo non sotto test. In questo caso il Titolare deve fornire il metodo di calcolo.

10.4.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se:

- i punti limite della curva rilevata a potenza massima sono conformi alle prescrizioni riportate nel CdR
- i punti limite a valori di potenza inferiori alla potenza massima sono in linea rispetto alle curve di capability fornite dal Titolare dell'impianto
- i valori limiti del calibratore di tensione sono conformi a quanto richiesto nel CdR

10.5 VFMAX – TENSIONE DI ECCITAZIONE MASSIMA

10.5.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari al valore massimo
- eventuale sistema SART escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- eventuali sistemi PSS esclusi ($V_{st} = 0$)
- gruppo di generazione funzionante vicino al limite di sottoeccitazione

10.5.2 Metodo di prova

La prova consiste nell'applicare una variazione a gradino del riferimento di tensione di macchina per verificare l'andamento della tensione di eccitazione.

²⁴ Se l'impianto è dotato di variatore di rapporto per il trasformatore elevatore deve essere tenuto in conto il valor del Tap per questo calcolo.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- mantenere il valore di tensione di riferimento per almeno trenta secondi e applicare variazioni a gradino crescenti del riferimento di tensione di macchina fino al raggiungimento del 10% del valore nominale oppure del valore di tensione di eccitazione prescritto
- mantenere la variazione di tensione per 100 ms e rimuovere la variazione di tensione

Nel caso in cui i morsetti di eccitazione non siano raggiungibili (tipicamente nel caso di eccitatrice rotante) la prova può essere svolta andando a misurare la tensione dell'eventuale eccitatrice pilota (dove applicabile).

Qualora le condizioni di impianto o di rete lo richiedano, questa prova può essere effettuata con il gruppo di generazione non in parallelo con la rete.

10.5.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- V_f
- V_{rif}
- V_{aux}
- $AVRo$

10.5.4 Processamento dei dati registrati

Qualora durante la prova sia raggiunto il valore di Ceiling, si deve riportare il valore ottenuto alla tensione di alimentazione nominale dell'eccitatrice ipotizzando che la tensione di Ceiling vari in modo lineare con la tensione di alimentazione (V_{aux}).

Nel caso in cui V_{aux} non sia disponibile si potrà stimare la sua deviazione rispetto al nominale dal valore di tensione della macchina da cui i servizi ausiliari sono derivati.

Se, invece, durante la prova non è raggiunto il valore di Ceiling si rileva il massimo valore di tensione di eccitazione misurato.

10.5.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se si misura un valore di tensione di eccitazione maggiore o uguale alla prescrizione per quanto riguarda il Ceiling. Nel caso di eccitatrici rotanti si effettuerà la valutazione sul valore di tensione dell'eccitatrice pilota.

11 VERIFICA IN FABBRICA DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE DELLA TENSIONE PER GRUPPI DI GENERAZIONE SINCRONI

Le prove riportate nel seguito sono complementari a quelle del §10. Tuttavia, le modalità operative di esecuzione della prova rendono difficile una loro applicazione su gruppi di generazione sincroni già connessi alla RTN. Queste prove sono quindi ritenute “prove di tipo” ed è quindi possibile sostituire l'esecuzione della prova con la produzione di un'opportuna documentazione tecnica (relazioni di prova, bollettini di collaudo, certificati da laboratori accreditati, ...) a dimostrazione della conformità del gruppo di generazione ai relativi requisiti di connessione. In assenza di documentazione giustificativa o in caso di comprovati motivi tecnici, laddove possibile potrà comunque essere richiesta l'esecuzione in sito delle prove.

Relativamente alle prove descritte nel presente capitolo, qualora le procedure descritte non siano applicabili, sono ammesse modalità di prova alternative a quelle riportate nel seguito, fornendo documentazione tecnica a comprova degli impedimenti riscontrati e al fine di chiarire le soluzioni proposte. In ogni caso si precisa che le metodologie proposte devono essere coerenti con gli scopi di prova richiamati nei relativi paragrafi.

Sono oggetto del presente capitolo anche le prove STEPVSI e SINVSI di cui al §12.3 e §12.4.

11.1 VRID – FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI ECCITAZIONE CON TENSIONE DI ALIMENTAZIONE RIDOTTA

L'obiettivo della prova è di dimostrare la capacità del sistema di regolazione della tensione di comandare i circuiti di controllo anche quando la loro tensione di alimentazione, e quindi anche la tensione dei servizi sincroni che sono da questi derivate, si sia ridotta al 20% del valore nominale.

I dispositivi statici, infatti, in tali condizioni di lavoro potrebbero essere a rischio di errore nel calcolo degli sfasamenti dei circuiti di comando.

11.1.1 Condizioni di prova

Per permettere l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia disponibile nelle seguenti condizioni:

- gruppo di generazione in marcia a vuoto (se applicabile)
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- VARIAC collegato sul trasformatore dei servizi sincroni

11.1.2 Metodo di prova

Per poter valutare il comportamento dei dispositivi sotto test con tensioni di alimentazione ridotte si deve interporre un VARIAC all'ingresso dei TV di sincronismo del regolatore, per poter consentire la riduzione di tensione fino al 20% del valore nominale; simulando in questo modo una riduzione della tensione di alimentazione di potenza.

11.1.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- V
- Vf

- AVR₀

11.1.4 Processamento dei dati registrati

Non sono necessarie elaborazioni numeriche sulle grandezze registrate.

11.1.5 Criteri di accettazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se una volta raggiunta la condizione simulata di tensione di alimentazione al 20% del valore nominale, misurando la tensione di eccitazione e la tensione di macchina, si verifica il regolare funzionamento del sistema di eccitazione. In particolare, il valore di tensione ai morsetti non deve variare con il variare della tensione di alimentazione.

11.2 TCEI – TEMPO DI MANTENIMENTO DELLA TENSIONE DI CEILING

Nel caso di corto circuito trifase in prossimità delle sbarre AT della centrale, il regolatore di tensione deve presentare un comportamento tale da fornire un contributo utile al mantenimento del più alto valore possibile della tensione presente sulle sbarre.

Pertanto ai fini della stabilità transitoria, si chiede al sistema di eccitazione di portare il più rapidamente possibile la tensione di eccitazione al ceiling e di mantenerla per un tempo minimo richiesto.

Nel caso di eccitatrici rotanti in cui è presente un convertitore statico non rotante, la prova è da riferirsi alla parte statica del sistema di eccitazione.

11.2.1 Condizioni di prova

Per permettere l'esecuzione della prova è richiesto che il test sia eseguito presso un laboratorio dedicato (tipicamente l'officina di collaudo del fornitore).

11.2.2 Metodo di prova

Con riferimento a Figura 5 l'assetto della prova in laboratorio prevede di collegare al convertitore di potenza (sistema di eccitazione) un carico fittizio, tale da fare erogare una corrente sufficiente a mantenere la conduzione continua dell'eccitazione.

Gli ingressi del sistema di eccitazione (TV e TA di misura) sono generati da un generatore programmabile delle terne di tensione e di corrente (v. §8.3.5). La prova è eseguita in anello aperto, perché si vuole verificare il raggiungimento ed il mantenimento del Ceiling con ridotti valori di tensione di macchina. Il test consiste nel generare una diminuzione a gradino (fino a un valore pari al 20%) della tensione di macchina nominale; questa situazione forza necessariamente l'eccitatrice al ceiling positivo.

L'obiettivo secondario della prova è di dimostrare la capacità delle regolazioni di mantenere il controllo sul ponte raddrizzatore anche quando la tensione di alimentazione, e quindi anche le tensioni dei servizi sincroni (che sono derivate da quelle), si siano ridotte al 20% del loro valore nominale. Quindi contestualmente alla variazione di tensione in uscita dal generatore programmabile anche la tensione di

alimentazione (e di conseguenza dei TV di sincronismo) deve essere ridotta in modo opportuno. La cosa può essere effettuata tramite VARIAC o dispositivo similare così da consentire la riduzione fino al 20% del valore di tensione nominale; simulando in questo modo la riduzione della tensione di alimentazione al ponte dovuta al corto circuito virtuale in rete.

11.2.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- V
- V_f

11.2.4 Processamento dei dati registrati

È valutato il tempo di mantenimento della tensione di eccitazione al ceiling.

11.2.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se il tempo di mantenimento misurato è superiore o pari alla prescrizione sul mantenimento della tensione di ceiling in caso di corto circuito in rete.

11.3 IMAX – MANTENIMENTO DELLA CORRENTE DI ECCITAZIONE MASSIMA PER 10 SECONDI

Lo scopo della prova, da eseguire presso il Fornitore del sistema di eccitazione, è quello di verificare la sovraccaricabilità del convertitore statico fino al 150% della corrente nominale di eccitazione dell'alternatore, per una durata di 10 secondi.

In particolare si vuole verificare che le sovra temperature a cui sono soggetti i tiristori siano contenute all'interno dei limiti di sicurezza, garantendo così l'integrità dei componenti stessi.

11.3.1 Condizioni di prova

L'assetto della prova prevede di cortocircuitare l'uscita del convertitore statico e di predisporre il controllo dell'eccitatrice in regolazione manuale di corrente.

Si deve misurare la corrente in uscita al ponte e inviare la misura al sistema di acquisizione, come illustrato in Figura 5.

11.3.2 Metodo di prova

Dopo aver cortocircuitato l'uscita del convertitore di potenza, tramite il regolatore manuale di eccitazione si aumenta lentamente la corrente in uscita, fino a far circolare la corrente di eccitazione di targa dell'alternatore. Si mantiene il punto di lavoro raggiunto per almeno 5 minuti, così da raggiungere il regime termico dei tiristori.

Successivamente, sempre tramite il calibratore del regolatore manuale, si aumenta rapidamente la corrente fino a portarla al valore del 150% del valore nominale e si mantiene tale valore per 10 secondi, trascorsi i quali si riporta nuovamente la corrente al valore nominale per altri 5 minuti.

Durante tutta la prova si misura la corrente di campo, e si verifica che il ponte funzioni correttamente anche dopo la forzatura della corrente al 150% del valore nominale riferito dell'alternatore.

11.3.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- V
- V_f
- I_f

11.3.4 Processamento dei dati registrati

Si valuta il valor medio e il tempo di mantenimento della corrente di eccitazione.

11.3.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se il sistema di eccitazione è in grado di rispettare le prescrizioni.

11.4 STEPAVRAP – CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA AVR IN ANELLO APERTO TRAMITE VARIAZIONI A GRADINO

Questa prova ha lo scopo di verificare la funzione di trasferimento in anello aperto del sistema AVR tramite l'iniezione di un segnale a gradino sul riferimento di tensione.

11.4.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il sistema AVR sia forzato a funzionare in anello aperto (ossia con misura di tensione esclusa o posta pari a zero).

11.4.2 Metodo di prova

La prova consiste nell'applicare una variazione a gradino sul riferimento di tensione di macchina. Si faccia riferimento a Figura 2 (selettore in posizione 2) per un'indicazione delle modalità di inserimento e misura dei segnali coinvolti nel test.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- applicare una variazione a gradino al segnale dV_{rif} di 4% della tensione nominale
- mantenere il gradino per quindici secondi e rimuovere il gradino

Per l'esecuzione della prova è inoltre richiesto che il sistema AVR rimanga in funzionamento lineare.

11.4.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- V_{rif}
- dV_{rif}
- $AVRo$

11.4.4 Processamento dei dati registrati

La grandezza $AVRo$ misurata deve essere posta in un grafico con ascissa temporale allineata al segnale $dVrif$ di iniezione ed al segnale $AVRo$ calcolato grazie ai modelli del sistema AVR forniti dal Titolare dell'impianto.

11.4.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se i valori di $AVRo$ rilevati sono in linea con le risposte simulate con i modelli forniti dal Titolare dell'impianto di generazione.

11.5 SINAVRAP – CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA AVR IN ANELLO APERTO TRAMITE VARIAZIONI SINUSOIDALI

Questa prova ha lo scopo di verificare la funzione di trasferimento in anello aperto del sistema AVR tramite l'iniezione di segnali sinusoidali sul riferimento di tensione.

11.5.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il sistema AVR sia forzato a funzionare in anello aperto (ossia con misura di tensione esclusa o posta pari a zero).

11.5.2 Metodo di prova

La prova consiste nell'applicare variazioni sinusoidali sul segnale $dVrif$ e registrare l'andamento del segnale di uscita $AVRo$.

La strumentazione di prova inietta segnali a frequenza variabile tali da caratterizzare l'intera caratteristica all'interno della banda di frequenza in cui il sistema AVR tipicamente agisce. Si faccia riferimento a Figura 2 (selettore in posizione 2) per un'indicazione delle modalità di inserimento e misura dei segnali coinvolti nel test.

I segnali di ingresso devono avere le seguenti caratteristiche:

- $dVrif$ della forma $V_r \cdot \sin(\omega_0 n)$
- n rappresenta il parametro variabile delle funzioni iniettate
- $\omega_0 n$ varia in maniera discreta nell'intervallo 0.01 - 200 rad/s (ω_0 pari a 0.01 rad/s).
- V_r vale il 4% della tensione nominale del gruppo di generazione
- La durata di ogni sinusoide iniettata (intervallo di osservazione) deve permettere l'identificazione di modulo e fase della risposta della tensione di macchina.

Per l'esecuzione della prova è inoltre richiesto che il sistema AVR rimanga in funzionamento lineare.

In Tabella 3 sono riportate le caratteristiche dei segnali di ingresso da fornire al fine di permettere l'individuazione di tre pulsazioni caratterizzanti per ogni decade all'interno delle pulsazioni significative per il sistema AVR.

n	Pulsazione del segnale [rad/s])	Frequenza del segnale [Hz]	Intervallo di osservazione [s]
1	0.01	0.001592	2513.274
2	0.02	0.003183	2513.274
6	0.06	0.009549	1256.637
10	0.1	0.01592	753.982
20	0.2	0.03183	502.654
60	0.6	0.09549	188.495
100	1	0.1592	125.663
200	2	0.3183	94.247
600	6	0.9549	62.831
1000	10	1.591	62.831
2000	20	3.183	62.831
6000	60	9.549	62.831
10000	100	15.91	62.831
20000	200	31.83	62.831

Tabella 3: Pulsazioni di input dV_{rif}

In Figura 25 è riportato un andamento indicativo del segnale di input che permette la caratterizzazione in frequenza dei punti riportati in Tabella 3. Come si può notare il segnale è del tipo *chirp* con variazioni di frequenza discrete e con tempi di osservazione decrescenti per frequenze crescenti (in modo da permettere la corretta identificazione di modulo e fase per ogni pulsazione di test).

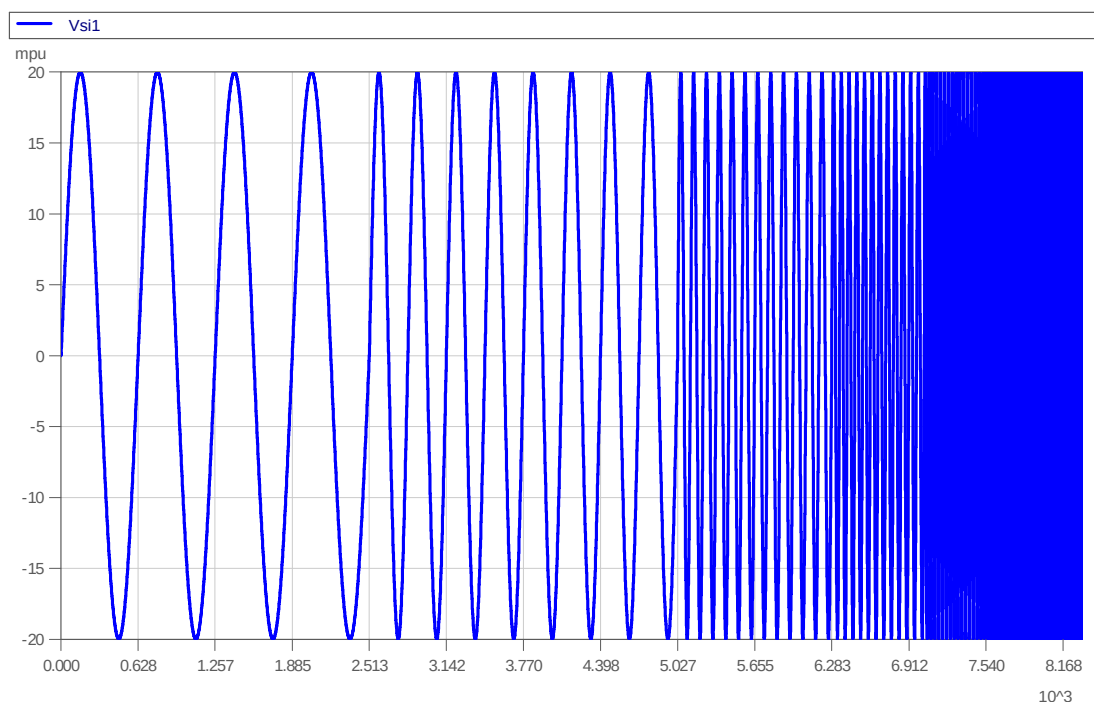


Figura 25: Possibile segnale di ingresso dVrif per la caratterizzazione della funzione di trasferimento del sistema AVR

11.5.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- Vrif
- dVrif
- AVRo

11.5.4 Processamento dei dati registrati

Il modulo e la fase di AVRo rispetto alle risposte in frequenza ricavate dai modelli forniti dal Titolare di impianto devono essere posti su un grafico che ha in ascissa la pulsazione angolare (con asse logaritmico). L'identificazione di modulo e fase per ogni intervallo di tempo a pulsazione costante deve essere effettuata sull'ultima senoide iniettata nell'intervallo stesso. Si faccia riferimento a Figura 28 per l'identificazione delle grandezze di modulo e fase. I valori di modulo (in dB) e fase (in gradi) della risposta in frequenza sono ricavati analogamente a quanto riportato in §12.2.4 e in Figura 28.

11.5.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se i valori di AVRo rilevati sono in linea con le risposte simulate con i modelli forniti dal Titolare dell'impianto di generazione.

12 VERIFICA DEI SISTEMI PSS

Per verificare l'efficacia dei sistemi PSS sono proposti i test riportati nei seguenti paragrafi.

12.1 SMORZ – SMORZAMENTO DELLE OSCILLAZIONI ELETTROMECCANICHE

12.1.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari al valore massimo
- eventuale sistema SART escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- eventuali sistemi PSS inseriti
- gruppo di generazione funzionante vicino al limite di sottoeccitazione

12.1.2 Metodo di prova

La prova consiste nell'applicare una variazione a gradino del riferimento di tensione di macchina e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di potenza attiva generata.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- mantenere il valore di tensione di riferimento per almeno un minuto
- applicare una variazione a gradino del riferimento di tensione di macchina del 2% del valore nominale
- mantenere la variazione di tensione per il tempo necessario allo smorzamento delle oscillazioni elettromeccaniche
- rimuovere la variazione di tensione
- controllare che sia verificata la seguente condizione: l'ampiezza della prima oscillazione picco-picco provocata sulla potenza attiva sia pari ad almeno 10% del valore di potenza efficiente
- Se le verifiche di cui al punto precedente non hanno esito positivo applicare variazioni a gradino crescenti fino a che non siano verificate tali condizioni oppure il valore della variazione a gradino sia pari a 10% della tensione nominale

La prova deve essere ripetuta con SART inserito (se presente in impianto) in modalità RTS.

12.1.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- Vf
- Vrif
- Vsi1
- Vsi2
- Vst

- AVR₀

12.1.4 Processamento dei dati registrati

Si valuta lo smorzamento (ξ) dell'oscillazione di potenza attiva indotta dal disturbo al ciclo elettromeccanico facendo riferimento alla espressione seguente e alla Figura 26.

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4\pi^2}{\left(\ln\left(\frac{P(t)}{P(t+dT)}\right)\right)^2}}}$$

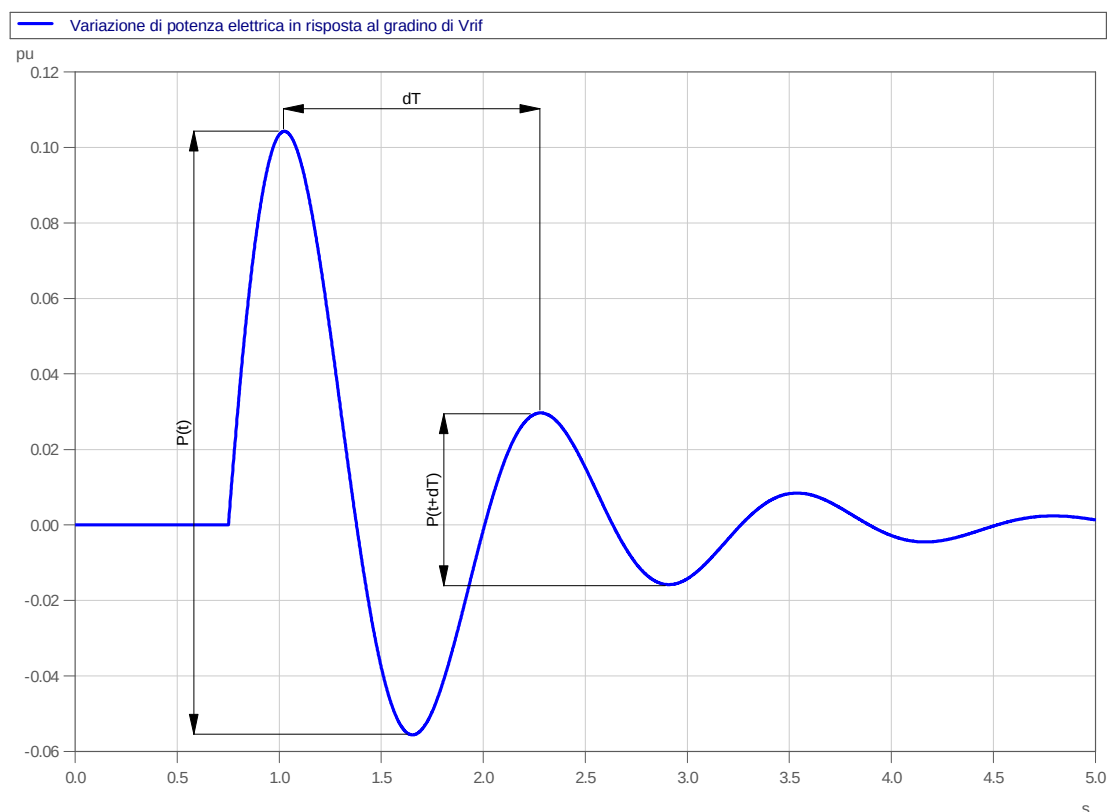


Figura 26: Variazione indicativa di potenza elettrica causata da un gradino al riferimento di tensione

12.1.5 Criteri di valutazione del risultato

I parametri dei sistemi PSS sono di norma indicati dal Gestore con l'obiettivo di smorzare le oscillazioni di potenza. In assenza di specifiche indicazioni dal Gestore il valore obiettivo dello smorzamento delle oscillazioni locali è maggiore o uguale a 0.2.

12.2 SINVR – CARATTERIZZAZIONE DEL GRUPPO DI GENERAZIONE E DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE TRAMITE VARIAZIONI SINUSOIDALI DEL RIFERIMENTO DI TENSIONE

12.2.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante (a qualsiasi livello di carico)
- eventuale sistema SART escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- eventuali sistemi PSS esclusi ($V_{st} = 0$)
- set-point di tensione V_{rif} pari a 1 pu (se le condizioni di rete lo permettono senza che intervengano limiti)

12.2.2 Metodo di prova

La prova consiste nell'applicare variazioni sinusoidali al riferimento di tensione di macchina e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di tensione di macchina. Lo scopo è quello di fornire una caratterizzazione in frequenza del complesso regolatore di tensione, eccitatrice e alternatore.

La strumentazione di prova inietta segnali a frequenza variabile tali da caratterizzare la caratteristica all'interno della banda di frequenza in cui i PSS tipicamente agiscono. Si faccia riferimento a Figura 2 per un'indicazione delle modalità di inserimento e misura dei segnali coinvolti nel test.

I segnali di ingresso devono avere le seguenti caratteristiche:

- dV_{rif} della forma $V_r \cdot \sin(\omega_0 n)$
- n rappresenta il parametro variabile delle funzioni iniettate
- $\omega_0 n$ varia in maniera discreta nell'intervallo 0.01 - 2 rad/s (ω_0 pari a 0.01 rad/s).
- V_r vale l'1% della tensione nominale del gruppo di generazione
- La durata di ogni sinusoide iniettata (intervallo di osservazione) deve permettere l'identificazione di modulo e fase della risposta della tensione di macchina.

Visto che la prova implica che gli ingressi agiscano sulla tensione di macchina è importante considerare le caratteristiche meccaniche del gruppo di generazione ed escludere con certezza le pulsazioni che possano creare danni ai macchinari e conseguentemente creare disturbi alla RTN. Nella pratica è spesso risolutivo rispetto a questa problematica limitare le pulsazioni del segnale a 2 rad/s (ossia con ω_0 pari a 0.01 rad/s, limitare n a 200).

In Tabella 4: sono riportate le caratteristiche del segnale di ingresso da fornire al fine di permettere l'individuazione della risposta a tre pulsazioni caratterizzanti per ogni decade all'interno delle pulsazioni significative per quanto concerne le oscillazioni inter-area.

n	Pulsazione del segnale ($\omega_0 n$ [rad/s])	Frequenza del segnale [Hz]	Intervallo di osservazione [s]
1	0.01	0.001592	2513.274
2	0.02	0.003183	2513.274
6	0.06	0.009549	1256.637
10	0.1	0.01592	753.982
20	0.2	0.03183	502.654
60	0.6	0.09549	188.495
100	1	0.1592	125.663
200	2	0.3183	94.247

Tabella 4: Pulsazioni di input

In Figura 27 è riportato un andamento indicativo del segnale di input che permette la caratterizzazione in frequenza dei punti riportati in Tabella 4:. Come si può notare il segnale è del tipo *chirp* ma con variazioni di frequenza discrete e con tempi di osservazione decrescenti per frequenze crescenti (in modo da permettere la corretta identificazione di modulo e fase per ogni pulsazione di test).

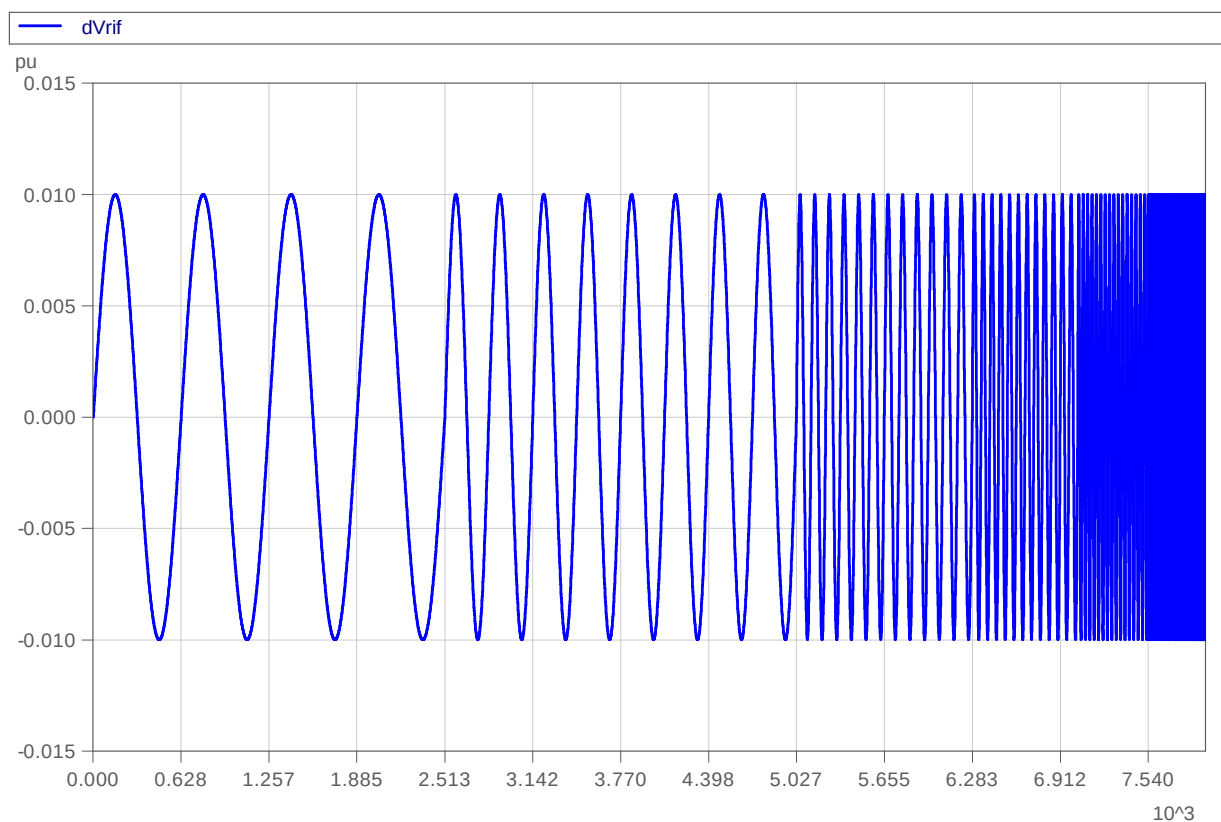


Figura 27: Possibile segnale di ingresso dVrif per la caratterizzazione del gruppo di generazione e del regolatore di tensione

12.2.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- Vf
- Vrif
- Vsi1
- Vsi2
- Vst
- AVR0

12.2.4 Processamento dei dati registrati

Il modulo e la fase di V rispetto all'ingresso dVrif per ogni frequenza di stimolazione devono essere posti su un grafico che ha in ascissa la pulsazione angolare (con asse logaritmico). L'identificazione di modulo

e fase per ogni intervallo di tempo a pulsazione ω^{25} costante deve essere effettuata sull'ultima sinusoide iniettata nell'intervallo stesso.

Si faccia riferimento a Figura 28 per l'identificazione delle grandezze di modulo e fase sia dell'ingresso ($dVrif$) sia dell'uscita (V).

I valori di modulo (abs in dB) e fase (ph in gradi) sono così calcolati:

$$abs \left[\frac{V_{pp}(\omega)}{dVrif_{pp}(\omega)} \right]_{dB} = 20 \log \left(\frac{V_{pp}}{dVrif_{pp}} \right)$$

$$ph \left[\frac{V_{pp}(\omega)}{dVrif_{pp}(\omega)} \right] = \frac{dT_v}{\frac{2\pi}{\omega}} 360$$

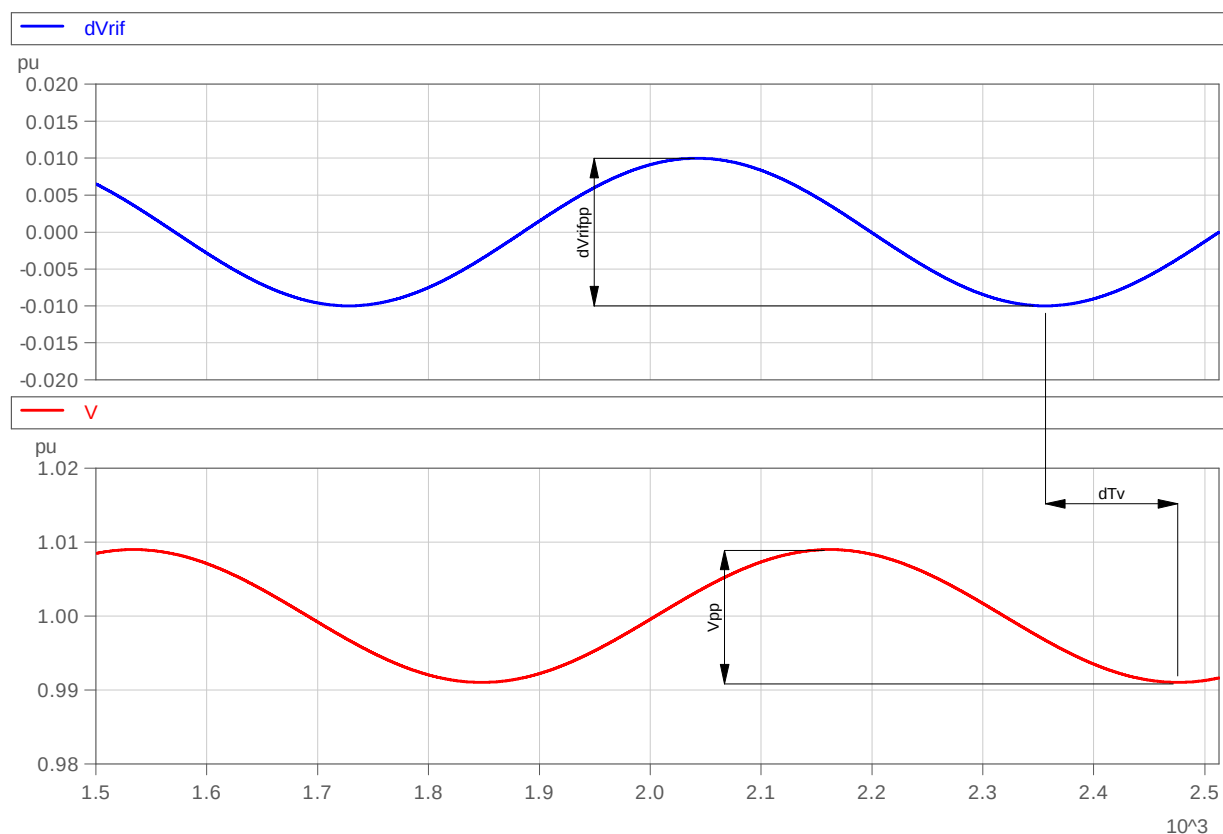


Figura 28: Risposta indicativa alla pulsazione ω per l'identificazione di modulo e fase della risposta in frequenza

²⁵ $\omega = n \cdot \omega_0$

12.2.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se i punti *abs* in dB e *ph* rilevati in tutte le pulsazioni di prova sono in linea con la documentazione fornita dal Titolare dell'impianto di generazione per quanto riguarda il regolatore di tensione, il sistema di eccitazione e il generatore.

12.3 STEPVSI – CARATTERIZZAZIONE DEL PSS TRAMITE VARIAZIONI A GRADINO SUGLI INGRESSI VSI1 E VSI2

12.3.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che siano inseriti i sistemi PSS. La prova può essere svolta a gruppo fermo oppure con gruppo di generazione in parallelo con la rete con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante (a qualsiasi livello di carico)
- eventuale sistema SART escluso
- sistemi PSS inseriti
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- set-point di tensione V_{rif} pari a 1 pu (se le condizioni di rete lo permettono senza che intervengano limiti)

Si segnala che tale prova è parte integrante delle verifiche in fabbrica di cui al §11.

12.3.2 Metodo di prova

La prova consiste nell'applicare una variazione a gradino prima sul segnale PSS Vsi1 (frequenza di rete), in seguito sul segnale Vsi2 (potenza elettrica) e registrare l'andamento del segnale di uscita PSS Vst nei due casi. Si faccia riferimento a Figura 2 (selettore in posizione 2) per un'indicazione delle modalità di inserimento e misura dei segnali coinvolti nel test.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- applicare una variazione a gradino al segnale Vsi1 di circa 0.2% della frequenza nominale di rete
- mantenere il gradino per quindici secondi e rimuovere il gradino
- applicare una variazione a gradino al segnale Vsi2 di circa 1% della potenza nominale
- mantenere il gradino per quindici secondi e rimuovere il gradino

12.3.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- V_f
- V_{rif}
- Vsi1
- Vsi2
- Vst

12.3.4 Processamento dei dati registrati

La grandezza V_{st} misurata nei due casi deve essere posta in un grafico con ascissa temporale allineata ai segnali di V_{st} attesi calcolati grazie ai modelli del sistema PSS forniti dal Titolare dell'impianto.

12.3.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se i valori di V_{st} rilevati sono in linea con le risposte simulate grazie ai modelli forniti dal Titolare dell'impianto di generazione.

12.4 SINVISI – CARATTERIZZAZIONE DEL PSS TRAMITE RISPOSTA IN FREQUENZA DEI CANALI DI INGRESSO VSI1 E VSI2

12.4.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che siano inseriti i sistemi PSS. La prova può essere svolta a gruppo fermo oppure con gruppo di generazione in parallelo con la rete con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante (a qualsiasi livello di carico)
- eventuale sistema SART escluso
- sistemi PSS inseriti
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- set-point di tensione V_{rif} pari a 1 pu (se le condizioni di rete lo permettono senza che intervengano limiti)

Si segnala che tale prova è parte integrante delle verifiche in fabbrica di cui al §11.

12.4.2 Metodo di prova

La prova consiste nell'applicare variazioni sinusoidali prima sul segnale PSS corrispondente alla frequenza di rete (V_{si1}), poi sul segnale di potenza elettrica (V_{si2}) e registrare l'andamento del segnale di uscita V_{st} nei due casi.

La strumentazione di prova inietta segnali a frequenza variabile tali da caratterizzare l'intera caratteristica all'interno della banda di frequenza in cui i PSS tipicamente agiscono. Si faccia riferimento a Figura 2 (selettore in posizione 2) per un'indicazione delle modalità di inserimento e misura dei segnali coinvolti nel test.

Il segnale di ingresso ha quindi le seguenti caratteristiche:

- V_{si1} è della forma $V1 \cdot \sin(\omega_0 n)$
- V_{si2} è della forma $V2 \cdot \sin(\omega_0 n)$
- n rappresenta il parametro variabile delle funzioni iniettate
- $\omega_0 n$ varia in maniera discreta nell'intervallo 0.01 - 200 rad/s (ω_0 pari a 0.01 rad/s).
- $V1$ vale 0.2% della frequenza nominale di rete
- $V2$ vale 1% della potenza nominale dell'alternatore
- La durata di ogni senoide iniettata (intervallo di osservazione) deve permettere l'identificazione di modulo e fase della risposta V_{st} .

La prova deve essere svolta in modo tale che l'output del PSS (V_{st}) non vada ad incidere sul riferimento di tensione di macchina, quindi con riferimento a Figura 2 il selettore deve essere posto in pozione 2.

In Tabella 5 sono riportate le caratteristiche dei segnali di ingresso da fornire al fine di permettere l'individuazione di tre pulsazioni caratterizzanti per ogni decade all'interno delle pulsazioni significative per entrambi i canali del PSS.

n	Pulsazione del segnale ($\omega_0 n$ [rad/s])	Frequenza del segnale [Hz]	Intervallo di osservazione [s]
1	0.01	0.001592	2513.274
2	0.02	0.003183	2513.274
6	0.06	0.009549	1256.637
10	0.1	0.01592	753.982
20	0.2	0.03183	502.654
60	0.6	0.09549	188.495
100	1	0.1592	125.663
200	2	0.3183	94.247
600	6	0.9549	62.831
1000	10	1.591	62.831
2000	20	3.183	62.831
6000	60	9.549	62.831
10000	100	15.91	62.831
20000	200	31.83	62.831

Tabella 5: Pulsazioni di input se V_{st} non agisce sul riferimento di macchina

In Figura 29 è riportato un andamento indicativo del segnale di input che permette la caratterizzazione in frequenza dei punti riportati in Tabella 5. Come si può notare il segnale è del tipo *chirp* con variazioni di frequenza discrete e con tempi di osservazione decrescenti per frequenze crescenti (in modo da permettere la corretta identificazione di modulo e fase per ogni pulsazione di test).

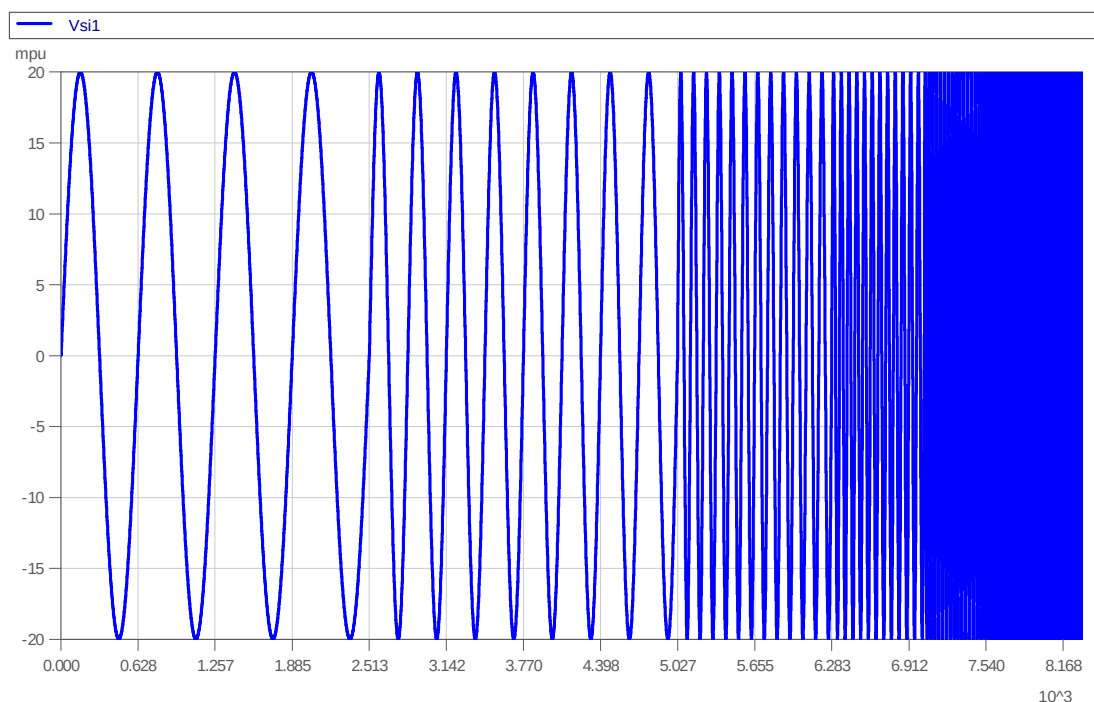


Figura 29: Possibile segnale di ingresso Vsi1 per la caratterizzazione del canale di frequenza del sistema PSS

12.4.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- Vf
- Vrif
- Vsi1
- Vsi2
- Vst

12.4.4 Processamento dei dati registrati

Il modulo e la fase di Vst rispetto agli ingressi Vsi1 e Vsi2 per ogni frequenza di stimolazione devono essere posti su un grafico che ha in ascissa la pulsazione angolare (con asse logaritmico). L'identificazione di modulo e fase per ogni intervallo di tempo a pulsazione costante deve essere effettuata sull'ultima sinusoide iniettata nell'intervallo stesso. Si faccia riferimento a Figura 28 per l'identificazione delle grandezze di modulo e fase sia dell'ingresso (Vsi1) sia dell'uscita (Vst). I valori di modulo (in dB) e fase (in gradi) della risposta in frequenza sono ricavati analogamente a quanto riportato in §12.2.4 e in Figura 28.

12.4.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se i valori di V_{st} rilevati sono in linea con le risposte simulate grazie ai modelli forniti dal Titolare dell'impianto di generazione.

12.5 SFAVF – VALUTAZIONE DELLO SFASAMENTO TRA TENSIONE E FREQUENZA DI RETE NELLA BANDA INTER-AREA

Lo scopo della prova è quello di valutare l'effetto positivo dei sistemi PSS per smorzare le oscillazioni inter-area di potenza.

12.5.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante pari ad un valore medio alto (ad esempio 90% della potenza efficiente) per la durata di circa mezz'ora
- con regolazione primaria esclusa
- eventuale regolazione secondaria di frequenza-potenza esclusa
- eventuale sistema SART escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- eventuali sistemi PSS esclusi

12.5.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione della frequenza di rete e delle normali variazioni di tensione di macchina prima con PSS esclusi (quindici minuti), successivamente con i PSS inseriti (quindici minuti).

La prova deve essere ripetuta con SART inserito (se presente in impianto) in modalità RTS.

12.5.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- V_f
- V_{rif}
- V_{si1}
- V_{si2}
- V_{st}

12.5.4 Processamento dei dati registrati

Si estraggono le componenti dei segnali di frequenza di rete e potenza elettrica (tramite algoritmo FFT o simili) nell'intervallo tipico di 0.2 Hz – 0.4 Hz, ossia nella banda delle oscillazioni inter-area²⁶. Attraverso algoritmi di cross-correlation (o simili) applicati alle sole componenti individuate in precedenza si calcola lo sfasamento tra i segnali di frequenza di rete e tensione di macchina. Lo sfasamento calcolato è valido solo se l'indice di cross-correlation massimo è maggiore o pari a 0.7.

12.5.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se la tensione di macchina e la frequenza misurate durante l'intervallo di tempo con i PSS inseriti sono circa in fase, ovvero se il loro sfasamento in valore assoluto è inferiore a 30°.

12.6 2CHPSS – VERIFICA DELL'EFFICACIA DEI SISTEMI PSS NELLO SMORZARE LE OSCILLAZIONI INTER-AREA TRAMITE INSERIZIONE DI SEGNALI AD HOC

12.6.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante (a qualsiasi livello di carico)
- sistema SART escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- set-point di tensione V_{rif} pari a 1 pu (se le condizioni di rete lo permettono senza che intervengano limiti)

12.6.2 Metodo di prova

La prova consiste nell'applicare variazioni sinusoidali sugli ingressi dei sistemi PSS corrispondenti alla frequenza di rete (V_{si1}) e alla potenza elettrica di gruppo (V_{si2}), e registrare la risposta del gruppo. Le misure di frequenza e potenza reali di rete non devono influire sugli ingressi del sistema PSS.

La strumentazione di prova inietta segnali tali da caratterizzare la risposta del gruppo con i PSS inseriti. Si faccia riferimento a Figura 2 (selettore in posizione 1) per un'indicazione delle modalità di inserimento e misura dei segnali coinvolti nel test.

Il segnale di ingresso 1 ha le seguenti caratteristiche:

- V_{si1} è della forma $V1 \cdot \sin(\omega_0)$
- ω_0 pari a 1.88 rad/s.
- $V1$ vale lo 0.2% della frequenza nominale di rete

Analogamente il segnale 2 ha le seguenti caratteristiche:

- V_{si2} è della forma $V2 \cdot \sin(\omega_0 + \theta)$
- $V2$ e θ saranno valutati in sede di prova

²⁶ Il Gestore potrà richiedere l'analisi anche su altre bande di frequenza.

12.6.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- Vf
- Vr_{if}
- V_{si1}
- V_{si2}
- V_{st}

12.6.4 Processamento dei dati registrati

Si riportano su un grafico con ascissa temporale gli andamenti attesi (ricavati dai modelli matematici forniti dal Titolare dell'impianto) e gli andamenti misurati di V_{st} e V. Inoltre si calcola lo sfasamento tra V e V_{si1}.

12.6.5 Criteri di valutazione del risultato

I parametri dei sistemi PSS sono di norma indicati dal Gestore con l'obiettivo di smorzare le oscillazioni di potenza. Il Gestore valuta gli scostamenti tra sfasamenti misurati e simulati al fine di verificare la corretta azione dei sistemi PSS alla pulsazione di prova (ω_0).

13 VERIFICA DEL SISTEMA SART

13.1 LIMSART – CURVE LIMITE IMPOSTATE NEL SART

13.1.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point iniziale di potenza costante pari al valore minimo
- SART in regolazione di Liv_q locale

13.1.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione di variazioni di potenza reattiva generata e assorbita a diversi livelli di potenza attiva.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova si deve:

- agire sul riferimento di Liv_q del SART per portarlo a -100%
- in seguito agire sul riferimento di potenza attiva del gruppo di generazione e portare il gruppo al valore di massimo carico con un gradiente non superiore a 1%/minuto
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un'ora
- agire sul riferimento di Liv_q del SART per portarlo a 0%
- tornare al valore minimo di potenza attiva e attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime (il gradiente di variazione in questo caso è libero)

- agire sul riferimento di $Livq$ del SART per portarlo a 100%
- in seguito agire sul riferimento di potenza attiva del gruppo di generazione e portare il gruppo al valore di massimo carico con un gradiente non superiore a 1%/minuto e attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime

In Figura 24 è riportato l'andamento indicativo atteso per le potenze attiva e reattiva di macchina.

13.1.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- P_{reg}
- V_f
- V_{rif}
- $Livq$
- Q_{lim}
- P_{AT}
- Q_{AT}
- V_{AT}
- Tap^{27}

13.1.4 Processamento dei dati registrati

Le misure devono essere processate con un filtro a media mobile a 10 s per rimuovere la dinamica della regolazione.

In un primo grafico XY (simile a quello di Figura 24) si devono riportare i valori di potenza reattiva Q e attiva P di gruppo filtrati.

In un secondo grafico XY, si devono riportare i valori di potenza reattiva lato AT (in valor relativo rispetto a P_{eff}) e tensione lato AT (in valor relativo rispetto alla tensione nominale di sbarra) registrati al limite di eccitazione (o di tensione) ed in corrispondenza della massima potenza erogata dal gruppo.

13.1.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se il SART non limita in modo significativo il campo di funzionamento del regolatore di tensione di cui alla prova del §10.4.

²⁷ Se l'impianto è dotato di variatore sotto carico sul trasformatore elevatore la tacca (Tap) deve essere campionata analogamente alle altre grandezze. Se il variatore è a vuoto, è sufficiente fornire il valore della tacca con cui è stata svolta la prova

13.2 STAQ – CARATTERISTICA STATICA DELLA REGOLAZIONE DI POTENZA REATTIVA DI SART

13.2.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante
- SART inserito in regolazione di *livq* locale

13.2.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione delle variazioni di potenza reattiva prodotta rispetto al riferimento del livello di reattivo.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- Agire con una rampa sul riferimento di *livq* del SART per portare i gruppi di generazione dell'UP sotto test nella regione di sottoeccitazione fino a *livq* pari a -30% (il gradiente di variazione di *livq* in valore assoluto deve essere minore o uguale a 10%/minuto)
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto
- in seguito agire sul riferimento di *livq* del SART per portare i gruppi di generazione del gruppo sotto test nella regione di sovraeccitazione fino a *livq* pari a +30% (il gradiente di variazione di *livq* in valore assoluto deve essere minore o uguale a 10%/minuto)
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto
- In seguito tornare al valore iniziale di *livq*

In Figura 30 è riportato l'andamento indicativo atteso per la variazione di set-point di *livq* descritto in precedenza.

Qualora il SART sia comune a più UP, i gruppi di generazione non sotto test dovranno essere resi indisponibili all'inserzione del sistema SART.

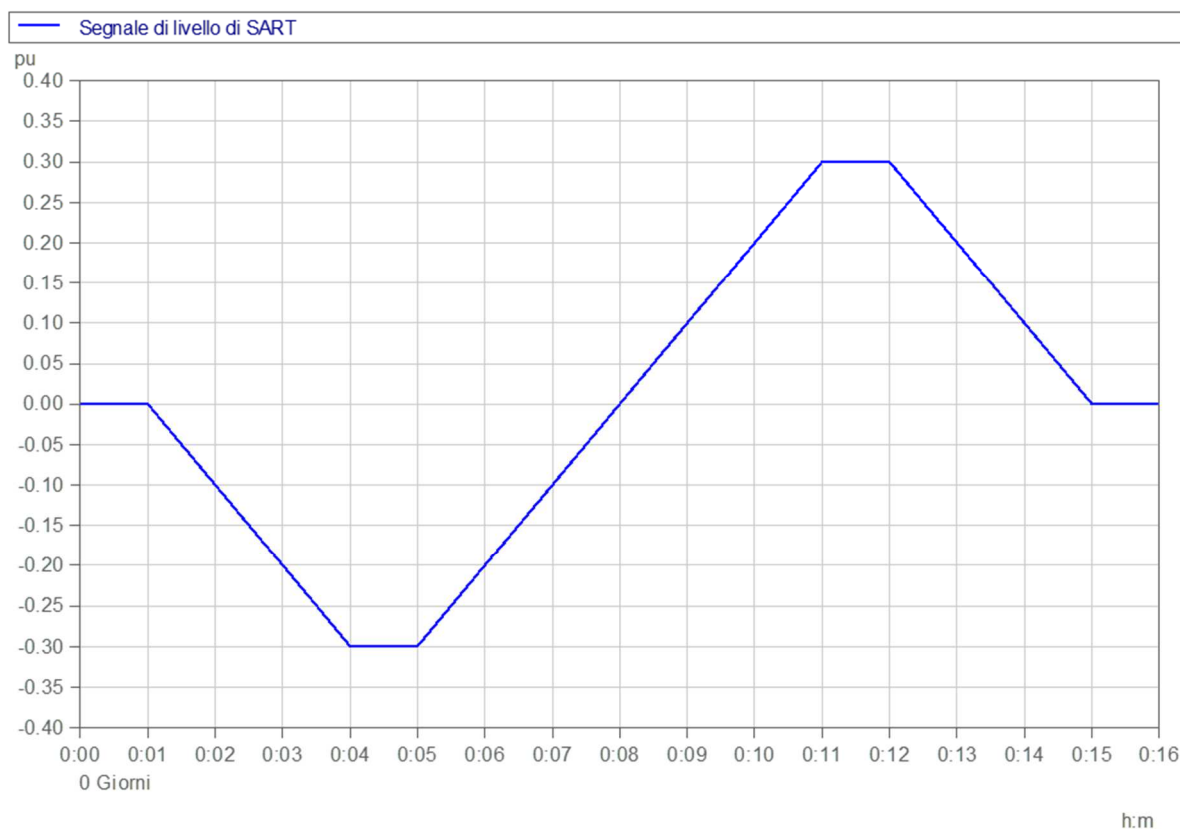


Figura 30: Variazione del set-point di livello di potenza reattiva

13.2.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- Vf
- Vrif
- Livq
- Qlim

13.2.4 Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test sono processati con un filtro a media mobile da scegliere tra 1 s e 10 s per eliminare il rumore di misura. Il *Livq* e il segnale di potenza reattiva per ogni gruppo devono essere posti su un grafico con ascissa temporale. Inoltre per ogni gruppo sotto test, istante per istante, deve essere calcolato l'errore relativo (e_{gr}) rispetto alla potenza reattiva limite come segue:

$$e_{gr}(t) = \text{Livq}(t) - \frac{Q_{gr}(t)}{|Q_{lim_{gr}}(t)|}$$

Dove $Livq$ è il livello di potenza reattiva in pu della potenza reattiva limite di SART per il gruppo cui l'errore fa riferimento. Esso si intende come il riferimento unico per tutti i gruppi sotto test.

13.2.5 Criteri di valutazione del risultato

La prova si considera superata se il valore assoluto di e_{gr} rimane contenuto nel tempo (a titolo indicativo, deve essere inferiore al 5%).

13.3 DINQ – PRESTAZIONI DINAMICHE DELLA REGOLAZIONE DI POTENZA REATTIVA DI SART

13.3.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante
- SART inserito in regolazione di $livq$ locale

13.3.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione delle variazioni di potenza reattiva prodotta rispetto al riferimento del livello di reattivo.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova attuare le seguenti operazioni:

- agire sul riferimento di $livq$ per portare i gruppi di generazione dell'UP sotto test nella regione di sottoeccitazione
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto
- in seguito applicare una variazione a gradino del riferimento di $livq$ di -30% della potenza reattiva limite calcolata da SART avendo cura di non toccare alcuna limitazione di potenza reattiva o tensione a fine transitorio
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto
- rimuovere il gradino di $livq$
- in seguito agire sul riferimento di $livq$ del SART per portare i gruppi di generazione dell'UP sotto test nella regione di sovraeccitazione
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto
- in seguito applicare una variazione a gradino del riferimento di $livq$ di almeno il 30% della potenza reattiva limite calcolata da SART avendo cura di non toccare alcuna limitazione di potenza reattiva o tensione
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto
- rimuovere il gradino di $livq$

In Figura 31 è riportato l'andamento indicativo atteso per la variazione di set-point di $livq$ descritto in precedenza. Qualora il SART sia comune a più UP, i gruppi di generazione non sotto test dovranno essere resi indisponibili all'inserzione del sistema SART.

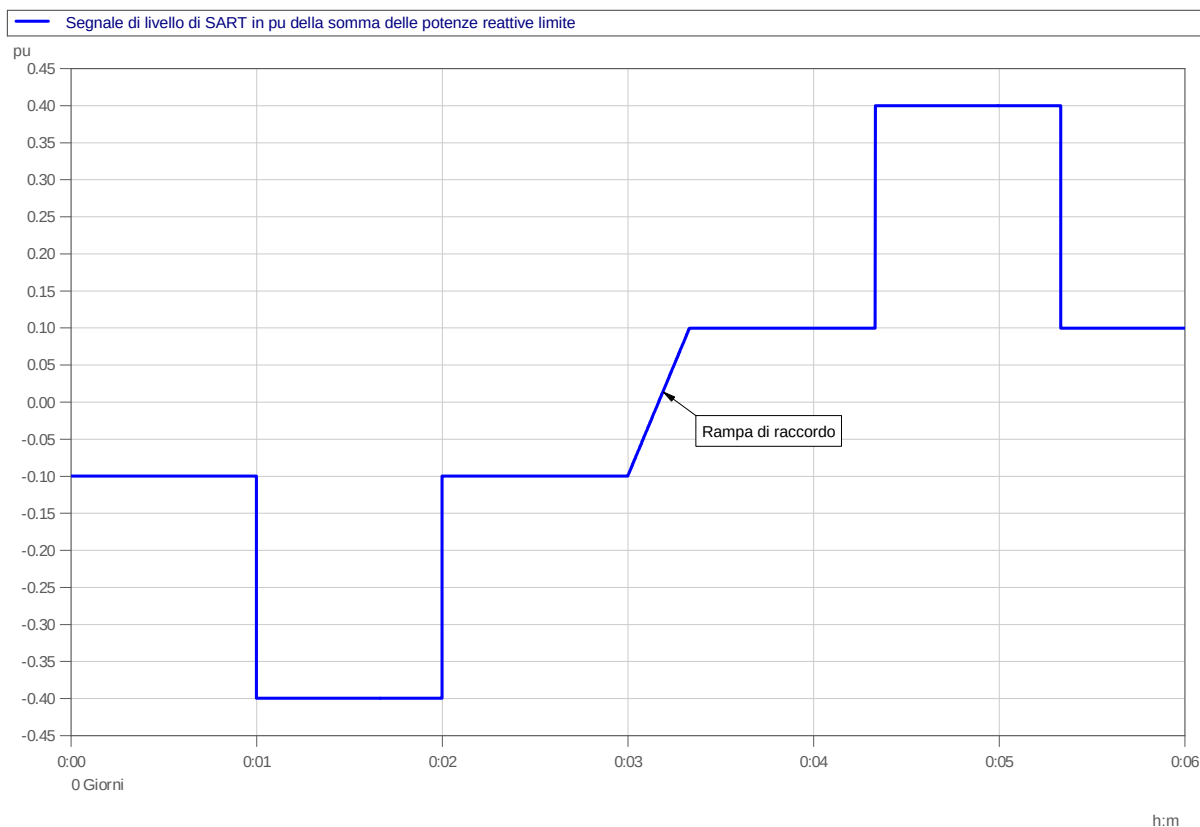


Figura 31: Variazione indicativa del set-point di livello di potenza reattiva

13.3.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- Vf
- Vrif
- Livq

13.3.4 Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test sono processati con un filtro a media mobile a 1 s per eliminare il rumore di misura. Il Livq e il segnale di potenza reattiva per ogni gruppo devono essere posti su un grafico con ascissa temporale.

Inoltre, con riferimento a Figura 32, in cui il gradino del 30% di potenza reattiva limite è inserito all'istante 0 partendo da una potenza reattiva prodotta pari a 0.1 pu della potenza nominale dell'alternatore si rilevino i seguenti parametri:

- tempo di reazione
- tempo di salita (t_{salita})

- tempo di risposta

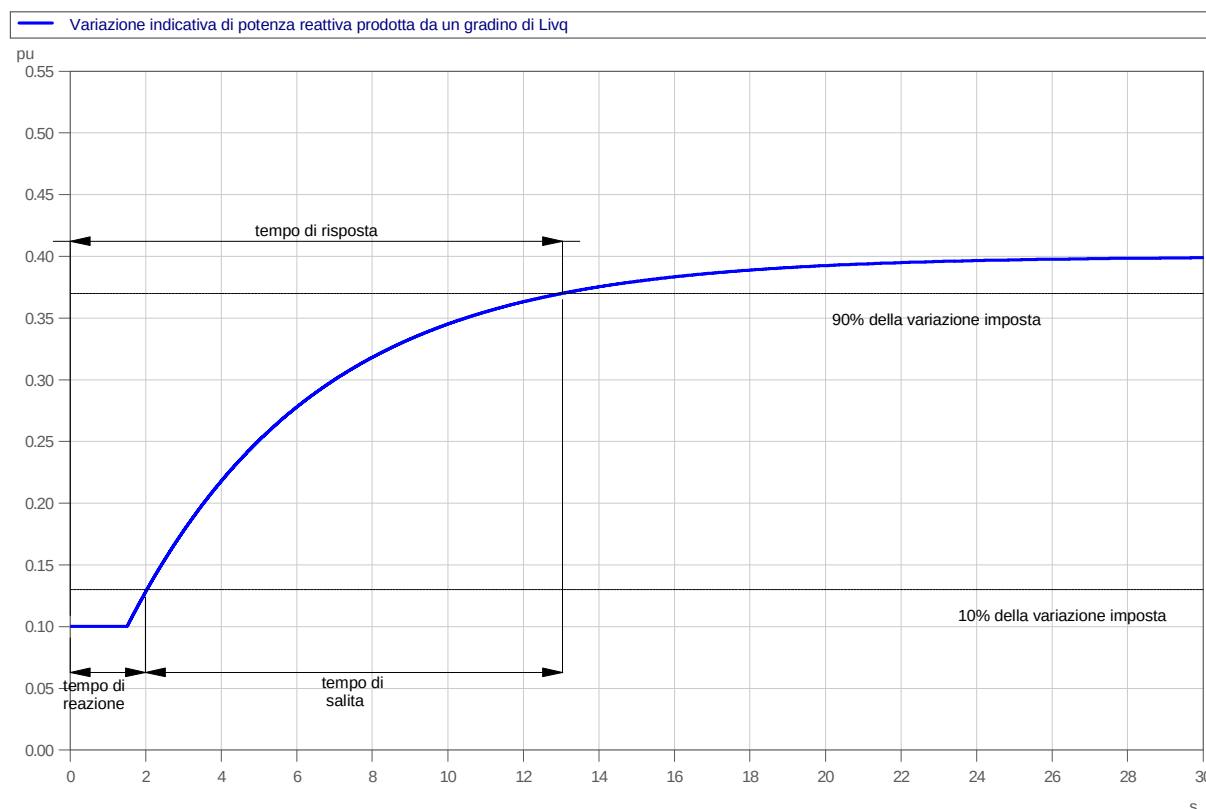


Figura 32: Schema per l'individuazione dei parametri di risposta dinamica per la regolazione di potenza reattiva di SART

La costante di tempo τ è calcolata come:

$$\tau = t_{salita} \cdot 0.4551$$

13.3.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se si verifica che, sia in sovraeccitazione sia in sottoeccitazione, la potenza reattiva ha un andamento conforme alle prescrizioni e la costante di tempo τ è in linea con le prescrizioni.

13.4 STARTS – CARATTERISTICA STATICA DELLA REGOLAZIONE DI TENSIONE DI SBARRA

13.4.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante
- SART inserito in regolazione RTS

13.4.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione delle variazioni di tensione di sbarra lato AT a fronte di variazioni sul riferimento.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova si deve:

- agire con una rampa sul riferimento di calibratore di sbarra RTS del SART per portare i gruppi di generazione dell'UP sotto test nella regione di sottoeccitazione senza che intervenga alcun limite; il gradiente di variazione RTS deve essere minore o uguale a 0.1%/minuto della tensione nominale e la variazione totale non deve essere inferiore allo 0.5%;
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto;
- agire sul riferimento del SART per portare i gruppi di generazione dell'UP sotto SART nella regione di sovrareccitazione senza che intervenga alcun limite; il gradiente di variazione RTS deve essere minore o uguale a 0.1%/minuto della tensione nominale e la variazione totale non deve essere inferiore a 1%;
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto;
- tornare al valore iniziale del calibratore RTS;
- La variazione complessiva di tensione di sbarra non deve essere inferiore a 1% della tensione di sbarra nominale.

In Figura 33 è riportato l'andamento indicativo atteso per la variazione di set-point RTS descritto in precedenza.

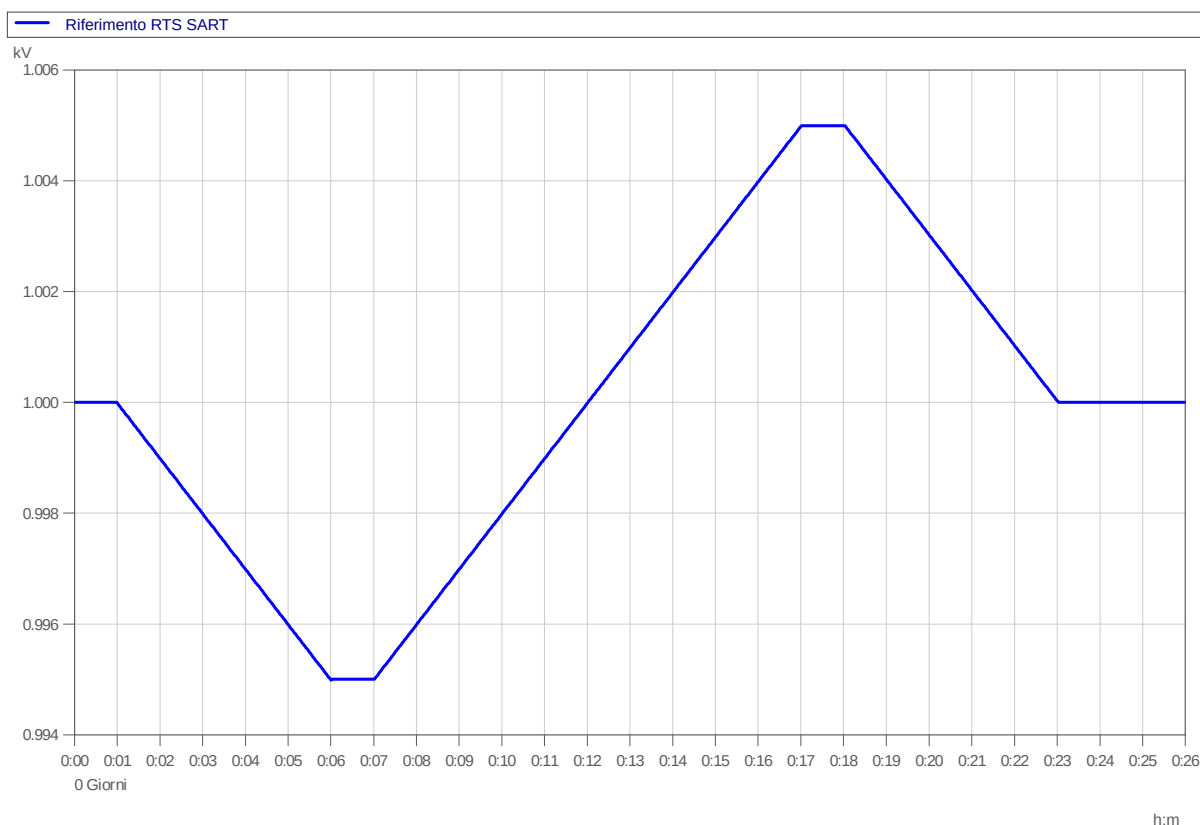


Figura 33: Variazione del set-point di calibratore di sbarra RTS

13.4.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- Vf
- Vr_{if}
- Liv_q
- Q_{lim}
- Vr_{if}_RTS
- V_{AT}

13.4.4 Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test sono processati con un filtro a media mobile da scegliere tra 10 e 100 s per eliminare il rumore di misura e la dinamica non associata al controllo. Il riferimento RTS (Vr_{if}_RTS) e il segnale di tensione di sbarra AT devono essere posti su un grafico con ascissa temporale. Istante per istante, deve essere calcolato l'errore relativo (e_{RTS}) come segue:

$$e_{RTS}(t) = \frac{Vr_{if_RTS}(t) - V_{AT}(t)}{V_{AT\ nominale}}$$

13.4.5 Criteri di valutazione del risultato

La prova si considera superata se il valore assoluto di e_{RTS} rimane contenuto nel tempo (a titolo indicativo, deve essere inferiore a 0.2%).

13.5 DINRTS – PRESTAZIONI DINAMICHE DELLA REGOLAZIONE DI TENSIONE DI SBARRA

13.5.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione (o l'unità di produzione se del caso) sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti variazioni e/o precisazioni:

- set-point di potenza costante
- SART inserito in regolazione RTS

13.5.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione delle variazioni di tensione di sbarra prodotta rispetto alla variazione a gradino del riferimento del SART.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova si deve:

- agire sul riferimento RTS di SART per portare i gruppi di generazione dell'UP sotto test nella regione di sottoeccitazione;
- rimanere nel punto di funzionamento trovato per un minuto;
- applicare una variazione a gradino del riferimento di tensione di sbarra di 0.5% della tensione nominale avendo cura di non toccare alcuna limitazione di potenza reattiva o tensione a fine transitorio;

- rimanere nel punto di funzionamento trovato per circa dieci minuti;
- rimuovere il gradino.

In Figura 34 è riportato l'andamento indicativo atteso per la variazione di set-point RTS descritto in precedenza.

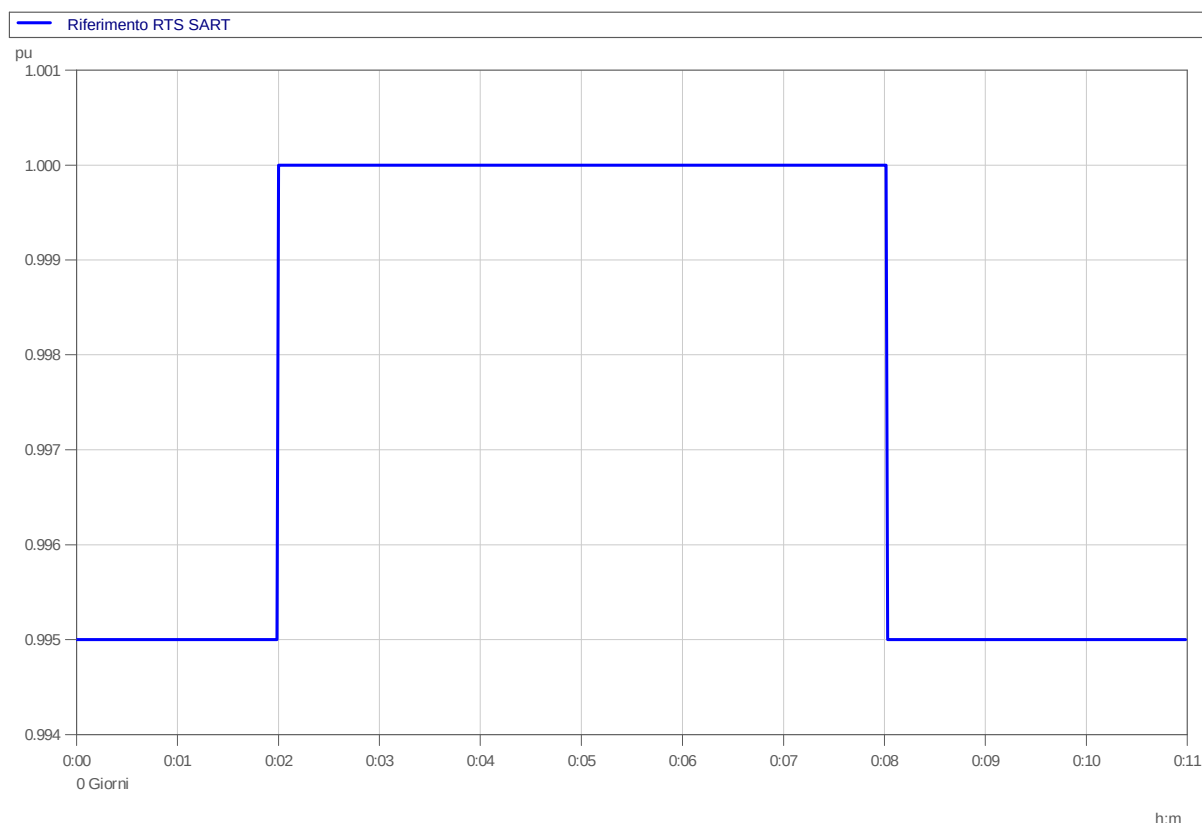


Figura 34: Variazione indicativa del set-point di riferimento di tensione di sbarra di SART

13.5.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- Vf
- Vr_{if}
- Liv_q

13.5.4 Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test sono processati con un filtro a media mobile da scegliere tra 5 s e 50 s per eliminare il rumore di misura (default a 20 ms). Il riferimento e la tensione lato devono essere posti su un grafico con ascissa temporale.

Inoltre, con riferimento a Figura 35, in cui il gradino di tensione di sbarra è inserito all'istante 0 si rilevino i seguenti parametri:

- tempo di reazione
- tempo di salita (t_{salita})
- tempo di risposta

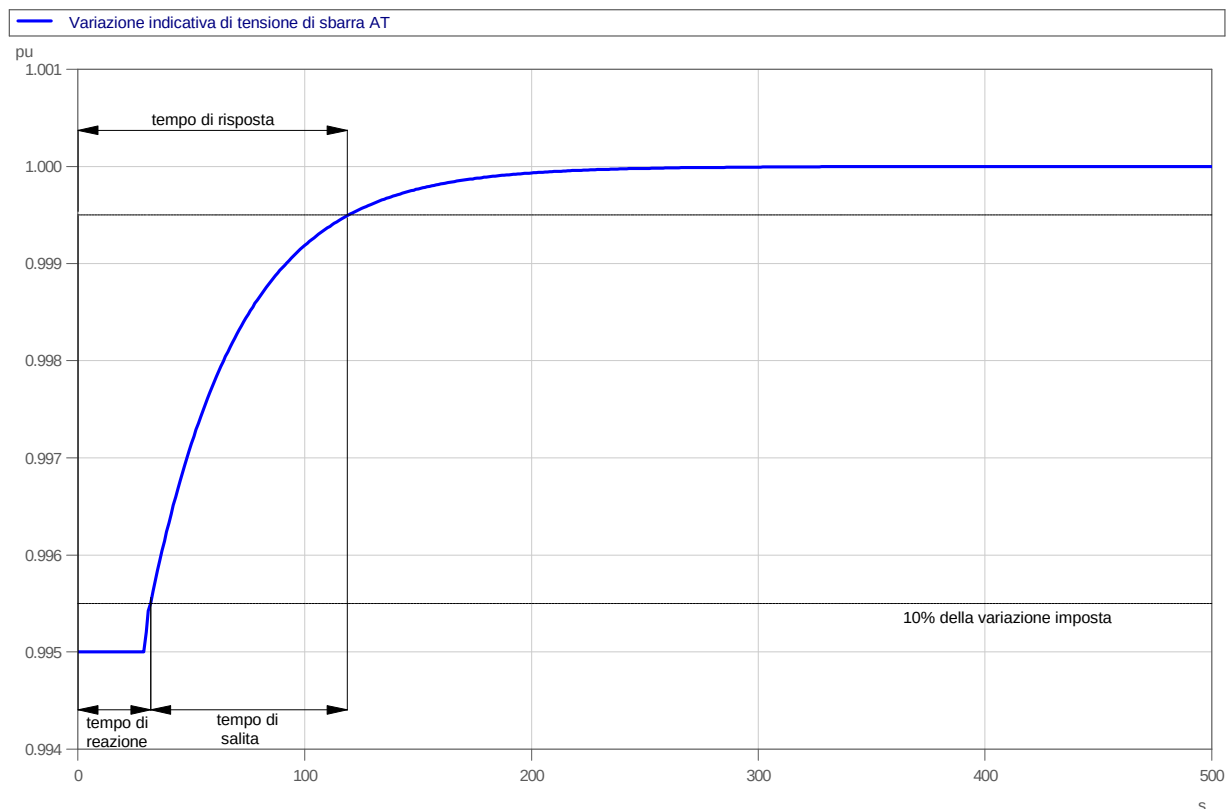


Figura 35: Schema puramente indicativo per l'individuazione dei parametri di risposta dinamica per la regolazione di potenza reattiva di SART

La costante di tempo τ è calcolata come:

$$\tau = t_{salita} \cdot 0.4551$$

13.5.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se si verifica che, sia in sovraeccitazione sia in sottoeccitazione, la tensione di sbarra misurata ha un andamento conforme alle prescrizioni e la costante di tempo τ è in linea con le prescrizioni.

14 VERIFICA DEI REQUISITI PER LA GESTIONE DEI GENERATORI SINCRONI

14.1 DIS – DISTACCO DA REMOTO

La prova consiste nella verifica del corretto funzionamento di tutti gli apparati coinvolti nell'attuazione delle azioni di controllo previste nell'ambito dei sistemi di difesa ed i relativi tempi di intervento.

14.1.1 Condizioni e metodo di prova

La prova viene eseguita secondo le modalità previste al §11.8 “Prova periodica” dell'Allegato A.52 del CdR.

14.2 VPAS – VERIFICA DELLE PRESTAZIONI DI ALTRI SERVIZI

La prova si applica a tutti i gruppi che hanno effettuato prove di prequalifica ai servizi di rete, come la regolazione secondaria di frequenza P/f.

14.2.1 Condizioni e metodo di prova

Le condizioni di prova e la sua esecuzione devono essere conformi ai test di prequalifica previsti per il corrispondente servizio.

15 VERIFICA DEI REQUISITI PER LA GESTIONE DEL SISTEMA ELETTRICO DEI PPM

15.1 PPM-AVV – AVVIAMENTO E PRESA DI CARICO

15.1.1 Condizioni di prova

La prova viene di norma eseguita separatamente sia sul sistema di controllo del PPM, sia sul sistema di parallelo di un singolo modulo del parco di generazione per ciascuna tipologia di modulo presente in impianto ove fattibile, simulando varie condizioni di funzionamento della RTN.

La prova ha lo scopo di verificare che il sistema di controllo delle singole unità che compongono il PPM abilitino il parallelo e/o la sincronizzazione con la RTN solo per i valori di tensione/frequenza specificati nel CdR.

La prova deve essere eseguita con condizioni ambientali tali da permettere una produzione pari ad almeno il 60% della potenza nominale dell'unità di generazione.

15.1.2 Metodo di prova

La prova inizia rendendo indisponibile la rete, tipicamente aprendo l'interruttore lato AT²⁸. Trascorso un tempo minimo di circa 5 minuti, la prova prosegue rendendo di nuovo disponibile la rete (chiudendo l'interruttore AT) e contemporaneamente, simulando nel singolo modulo del parco di generazione varie condizioni di rete pre-sincronizzazione. Le condizioni da simulare sono:

²⁸ Al fine di limitare le sollecitazioni alle macchine, prima di aprire l'interruttore di connessione alla rete è possibile azzerare la produzione del PPM

- Tensione di rete al PdC nominale &
 - o Frequenza di 51Hz
 - o Frequenza di 50.25Hz
 - o Frequenza di 50.15Hz
 - o Frequenza di 49Hz
- Frequenza nominale &
 - o Tensione 85%
 - o Tensione 115%
 - o Tensione 91%
 - o Tensione 109%

La prova prosegue portando il PPM alla potenza massima e simulando nel sistema di controllo del PPM varie condizioni di rete post-sincronizzazione per verificare il range di funzionamento del singolo modulo del parco di generazione. Le condizioni di rete da simulare sono:

- Tensione di rete al PdC pari a 90% della tensione nominale & frequenza di 47,5Hz
- Tensione di rete al PdC pari a 90% della tensione nominale & frequenza di 51Hz
- Tensione di rete al PdC pari a 90% della tensione nominale & frequenza di 51,5Hz
- Tensione di rete al PdC pari a 110% della tensione nominale & frequenza di 47,5Hz
- Tensione di rete al PdC pari a 110% della tensione nominale & frequenza di 51Hz
- Tensione di rete al PdC pari a 110% della tensione nominale & frequenza di 51,5Hz

15.1.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- I
- P_{me}
- P_{rif}
- P_{reg}
- V_{rif}
- dV_{rif}
- d_{fsim}

15.1.4 Processamento dei dati registrati

Dall'andamento della potenza erogata in rete e di eventuali segnali di consenso alla sincronizzazione forniti dal sistema di controllo, si analizzano le condizioni per le quali il parallelo viene permesso e il tempo trascorso tra le condizioni di rete favorevoli e l'effettiva sincronizzazione con la rete.

Durante le fasi di presa del carico, si determina il gradiente medio di variazione del riferimento di carico e lo scostamento tra la potenza misurata (media mobile su 1 secondo) e il riferimento di potenza. Il gradiente medio deve essere calcolato dividendo un valore pari a 80% della variazione totale del riferimento di potenza per il tempo necessario per variare il riferimento tra il 10% e il 90% di tale variazione (v. Figura 36).

Nel caso in cui il riferimento di potenza metta in evidenza segni evidenti di cambiamento di gradiente al variare della potenza, è possibile effettuare l'analisi su ciascun segmento di rampa calcolando quindi diversi gradienti medi di variazione; ciascun gradiente medio deve essere calcolato su una variazione di potenza non inferiore al 20% della potenza nominale del PPM.

Durante la simulazione delle varie condizioni di rete post-sincronizzazione, si deve verificare l'effettiva riduzione della potenza attiva in corrispondenza di condizioni di frequenza pari a 51Hz e 51,5Hz²⁹. In particolare, per condizioni di frequenza pari a 51,5Hz, si deve verificare l'azzeramento della potenza attiva prodotta.

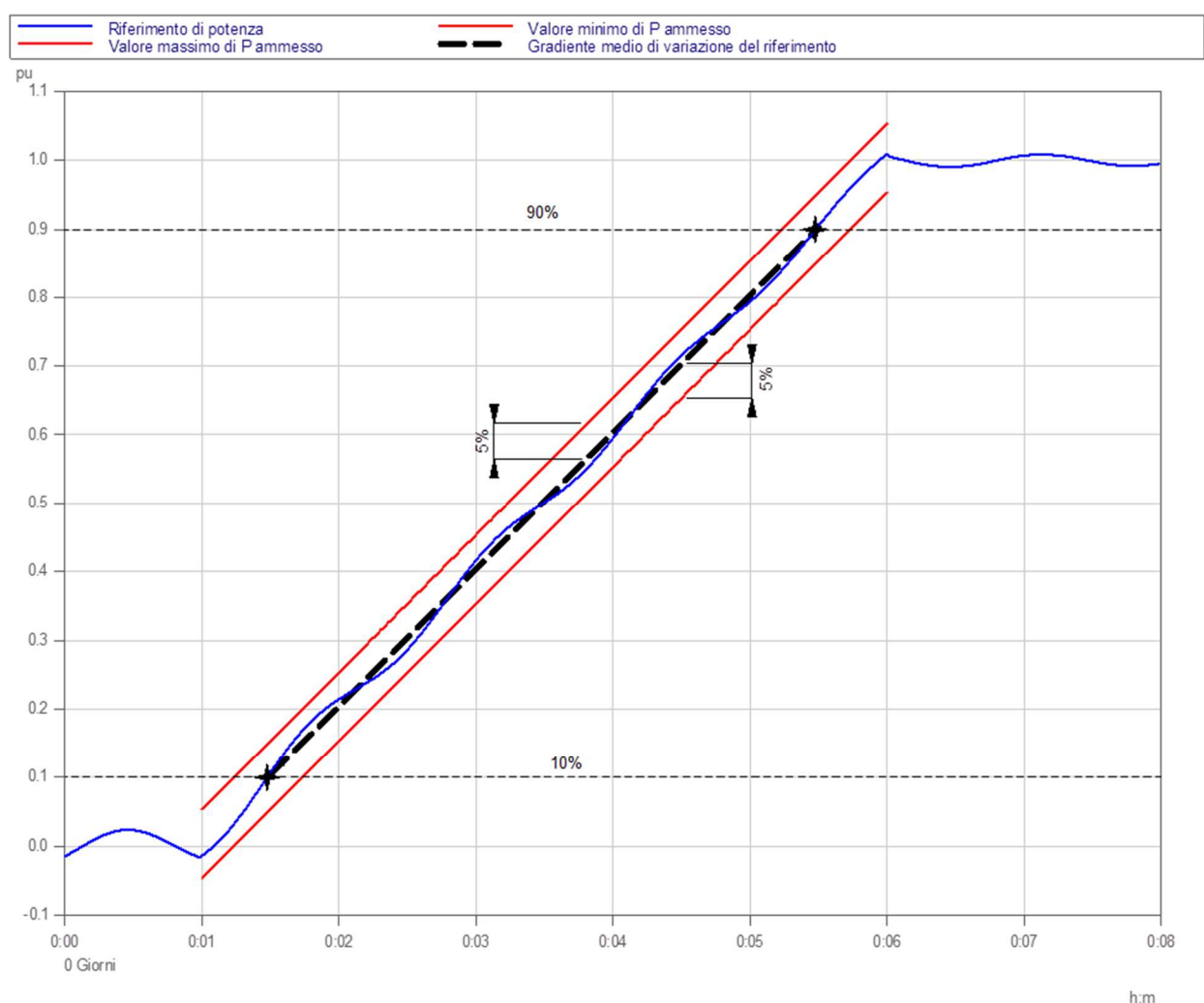


Figura 36: Esempio di analisi delle prove di verifica della presa di carico

15.1.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova è da considerare positivo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

²⁹ Per effetto della modalità di controllo LFSM-O.

- le soglie di frequenza e di tensione e i tempi di attesa prima della connessione sono più ampi dei requisiti del CdR,
- il range di funzionamento di tensione e frequenza è più ampio del requisito del CdR,
- il/i gradiente/i di presa/rilascio di carico non è superiore al requisito del CdR,
- lo scostamento tra la potenza misurata e il riferimento di potenza non è superiore al requisito di tolleranza di controllo del CdR
- La potenza attiva risulta inferiore alla tolleranza di controllo per una frequenza simulata pari a 51,5Hz

15.2 PPM-PLIM – LIMITAZIONE DELLA POTENZA ATTIVA

15.2.1 Condizioni di prova

La prova ha lo scopo di verificare la capacità dell'unità di generazione di limitare la propria produzione (potenza attiva) al di sotto di un valore definito e comunicato da Terna (set point).

La prova deve essere eseguita con condizioni ambientali tali da permettere una produzione pari ad almeno il 60% della potenza nominale dell'unità di generazione.

La prova viene di norma eseguita sul sistema di controllo del PPM. Per l'esecuzione della prova, deve essere preliminarmente concordato con il titolare del PPM la modalità di elaborazione, trasmissione e ricezione del segnale rappresentativo del valore di limitazione comunicato da Terna (set point).

15.2.2 Metodo di prova

Con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1 in modo che le normali variazioni di frequenza di rete non influiscano sul valore di potenza attiva. A partire dalla condizione di massima produzione, la prova è eseguita come segue:

- Dopo 2 minuti di funzionamento, si simula una limitazione della potenza fino a 80% della massima potenza producibile al momento della prova,
- Successivamente, ed ogni due minuti, si simula una riduzione del set point del 20% fino ad arrivare a meno del 20% di potenza attiva generata dal PPM o alla potenza minima.

Alla fine della sequenza sopra riportata, si deve riportare il set point al 100% della massima potenza producibile e simulare una variazione a gradino del set point fino al 30% della massima potenza producibile.

La Figura 37 rappresenta un esempio tipico di svolgimento della prova.

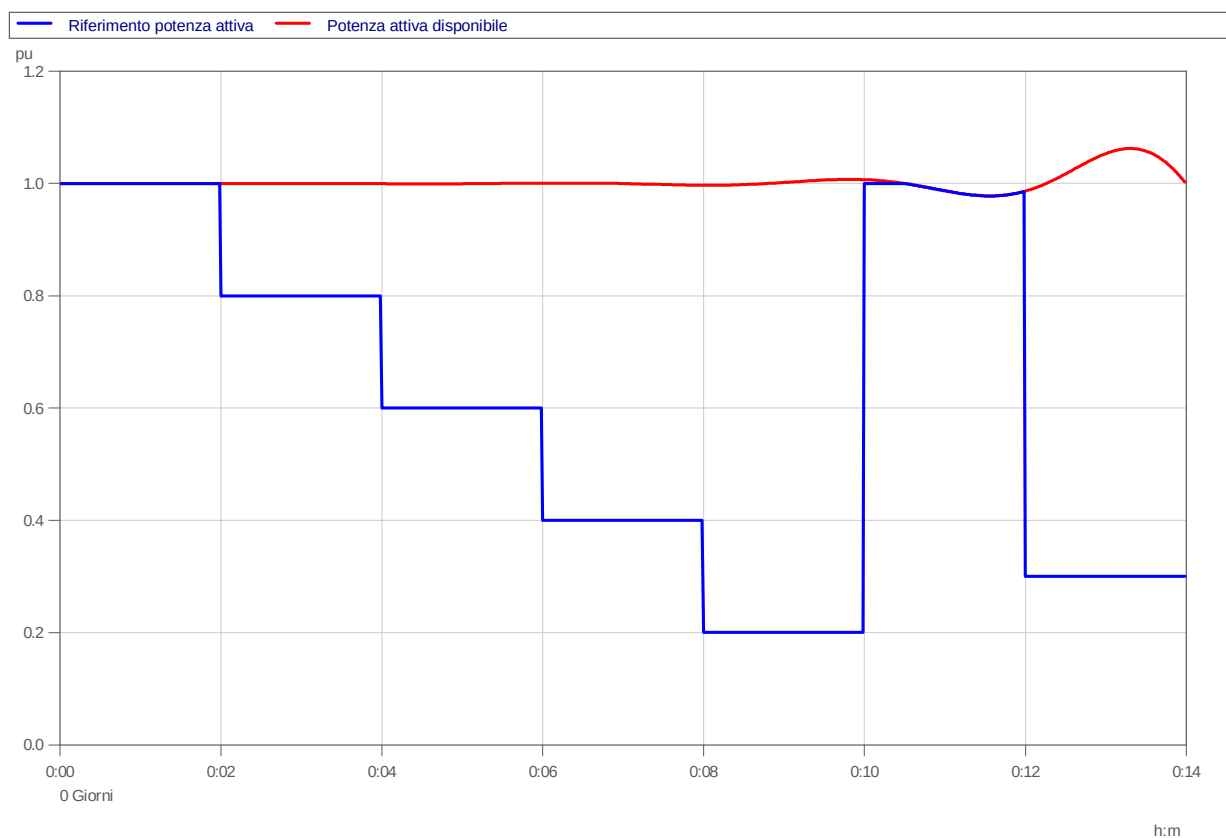


Figura 37: Esempio di prova di verifica della limitazione della potenza attiva

15.2.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- I
- P_{me}
- P_{rif}
- P_{reg}

Si deve inoltre registrare il segnale di limitazione della potenza attiva.

15.2.4 Processamento dei dati registrati

Dopo ogni variazione del set point di potenza, si deve lasciare 1 minuto di tempo al PPM per attuare la limitazione, dopodiché si deve misurare il valore di potenza attiva (media sul minuto successivo).

Si devono riportare i risultati su un grafico contenente gli andamenti nel tempo del set point e della potenza misurata.

Si deve inoltre riportare in una tabella simile a Tabella 6 i valori di set point, di potenza media misurata e di scostamento tra i due valori nel minuto di misurazione. Per il calcolo dei valori percentuali, la potenza deve essere normalizzata rispetto al valore della potenza nominale valutata al PdC.

Valore limite di potenza attiva		Valore attuale di potenza attiva		Scostamento	
Pset [MW]	Pset [%]	P [MW]	P/Pmax [%]	P-Pset [MW]	(P-Pset)/Pmax [%]
TBD	100%	TBD	100%	TBD	TBD
TBD	80%	TBD	TBD	TBD	TBD
TBD	60%	TBD	TBD	TBD	TBD
TBD	40%	TBD	TBD	TBD	TBD
TBD	20%	TBD	TBD	TBD	TBD

Tabella 6: Esempio di tabella di verifica della limitazione di potenza attiva

Si devono infine determinare i tempi di reazione, di risposta e di assestamento della funzione di limitazione, utilizzando la registrazione del gradino di limitazione 100% → 30% come nell'esempio di Figura 38.

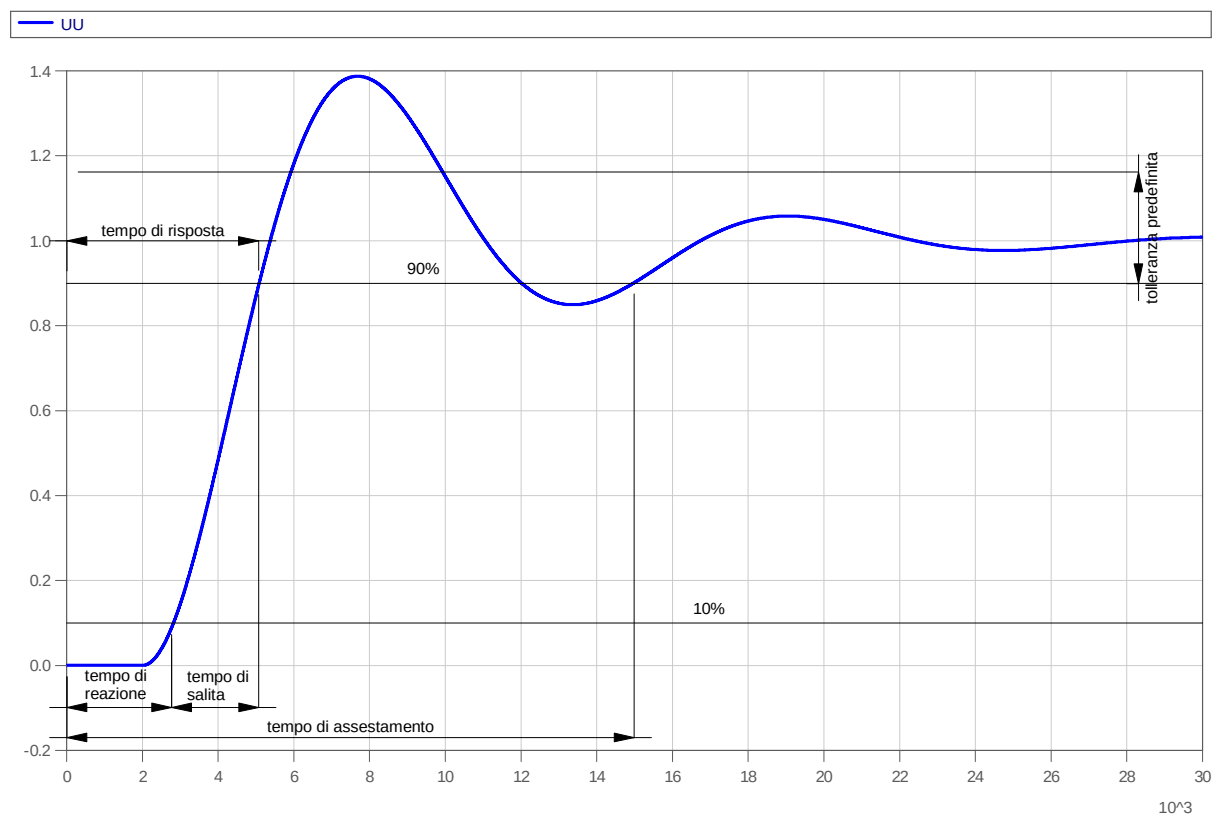


Figura 38: Analisi delle caratteristiche della risposta dinamica di limitazione della potenza

15.2.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova è da considerare positivo se, per qualsiasi valore di set-point inferiore a 100%, la potenza media dell'unità di generazione (media mobile su 1 minuto) è pari o inferiore al valore di set point.

16 VERIFICA DEI REQUISITI RELATIVI ALLA STABILITÀ DELLA FREQUENZA DEI PPM

16.1 PPM-FMIS – PRECISIONE DELLA MISURA DI FREQUENZA

16.1.1 Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il parco sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio a qualsivoglia livello di carico.

16.1.2 Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione delle normali variazioni di frequenza di rete e nel confronto fra le misurazioni di frequenza del PPC e quelle di uno strumento terzo. Con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1 in modo che le normali variazioni di frequenza di rete non influiscano sul valore di potenza attiva.

16.1.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- f
- f_{reg}
- P_{reg}

16.1.4 Processamento dei dati registrati

Si effettua il confronto tra la frequenza di rete misurata dalla strumentazione di prova e la frequenza misurata dal PPC. I dati devono essere allineati temporalmente. I dati così ottenuti sono processati con un filtro a media mobile tra 1 s e 10 s per eliminare il rumore di misura. L'errore assoluto (E_f) tra le grandezze filtrate è calcolato come segue:

$$E_f(t) = |f(t) - f_{reg}(t)|$$

16.1.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se E_f è conforme alle prescrizioni del CdR.

16.2 PPM-PMAX – MASSIMA POTENZA

16.2.1 Condizioni di prova

La prova ha lo scopo di verificare la corrispondenza tra la massima capacità del PPM dichiarata con la caratteristica teorica fornita in fase di connessione.

16.2.2 Metodo di prova

La prova consiste nel lasciare erogare al PPM la massima potenza erogabile per un tempo prolungato in modo tale da intercettare varie condizioni ambientali che determinano delle variazioni significative della massima potenza erogabile. Per quanto detto la prova non può avere una durata inferiore a 6 ore. Con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1 in modo che le normali variazioni di frequenza di rete non influiscano sul valore di potenza attiva.

16.2.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- I
- P_{me}
- Prif
- Preg
- Temperatura ambientale
- Pressione ambientale (per PPM di tipo eolico)
- Umidità ambientale (per PPM di tipo eolico)
- Velocità media del vento (per PPM di tipo eolico)
- Densità dell'aria (per PPM di tipo eolico)
- Irraggiamento solare³⁰ (per PPM di tipo fotovoltaico)

16.2.4 Processamento dei dati registrati

Si deve analizzare l'andamento temporale dei valori medi su finestre di 10 minuti della potenza attiva e delle condizioni ambientali confrontandole con la caratteristica teorica fornita in fase di connessione³¹, eventualmente corretta per tenere conto delle condizioni ambientali della prova e dei moduli effettivamente in servizio.

Si riporta quindi la massima potenza rilevata durante la prova nelle condizioni ambientali che permettono di ottenere la massima produzione.

16.2.5 Criteri di valutazione del risultato

Si verifica che la massima potenza prodotta dal PPM al variare delle condizioni ambientali sia in linea con la caratteristica teorica dell'impianto.

Si verifica anche che la massima potenza riportata nelle condizioni di massima produzione sia in linea con il valore di potenza massima riportato in GAUDI.

³⁰ L'irraggiamento deve essere registrato sul piano della schiera dei moduli

³¹ O successivamente aggiornata

16.3 PPM-FSMLFSM – CONTROLLO DELLA FREQUENZA

16.3.1 Condizioni di prova

La prova ha lo scopo di valutare le caratteristiche statiche e dinamiche del controllo di frequenza. La prova viene di norma eseguita sul sistema di controllo centrale del PPM.

La prova deve essere eseguita con condizioni ambientali tali da permettere una produzione pari ad almeno il 60% della potenza nominale del PPM.

La prova deve essere eseguita con il PPM in condizioni di normale esercizio ad eccezione della modalità di controllo ILF che deve rimanere disattiva per tutta la durata della prova. Per l'esecuzione della prova, si deve inoltre utilizzare la modalità di limitazione della potenza attiva con un set point pari al 70% della massima potenza producibile al momento della prova in modo tale da liberare un margine di potenza a salire del 30%, necessario per la verifica del controllo in regime di sottofrequenza.

16.3.2 Metodo di prova

La prova consiste in simulare nel sistema di controllo alcuni profili di frequenza di rete e misurare il loro effetto sulla potenza elettrica prodotta dal PPM. Con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1 in modo che le normali variazioni di frequenza di rete non influiscano sul valore di potenza attiva. La sequenza delle frequenze da emulare è la seguente:

- Frequenza nominale di 50Hz
- Variazione della frequenza da 50.00Hz a 50.20Hz con un gradiente di 0.1 Hz/min,
- Variazione della frequenza da 50.20Hz a 50.50Hz con un gradiente di 0.1 Hz/min,
- Variazione della frequenza da 50.50Hz a 50.20Hz con un gradiente di 0.1 Hz/min,
- Variazione della frequenza da 50.20Hz a 49.80Hz con un gradiente di 0.1 Hz/min,
- Variazione della frequenza da 49.80Hz a 49.50Hz con un gradiente di 0.1 Hz/min,
- Variazione della frequenza da 49.50Hz a 49.80Hz con un gradiente di 0.1 Hz/min,
- Variazione della frequenza da 49.80Hz a 50.00Hz con un gradiente di 0.1 Hz/min,
- Variazione a gradino della frequenza da 50.0Hz a 50.2Hz
- Variazione a gradino della frequenza da 50.2Hz a 50.5Hz
- Variazione a gradino della frequenza da 50.5Hz a 50.0Hz
- Variazione a gradino della frequenza da 50.0Hz a 49.8Hz
- Variazione a gradino della frequenza da 49.8Hz a 49.5Hz
- Variazione a gradino della frequenza da 49.5Hz a 50.0Hz

L'intervallo di tempo tra la fine di una variazione e l'inizio della successiva deve essere pari a circa 2 minuti. La Figura 39 rappresenta un esempio tipico di svolgimento della prova.

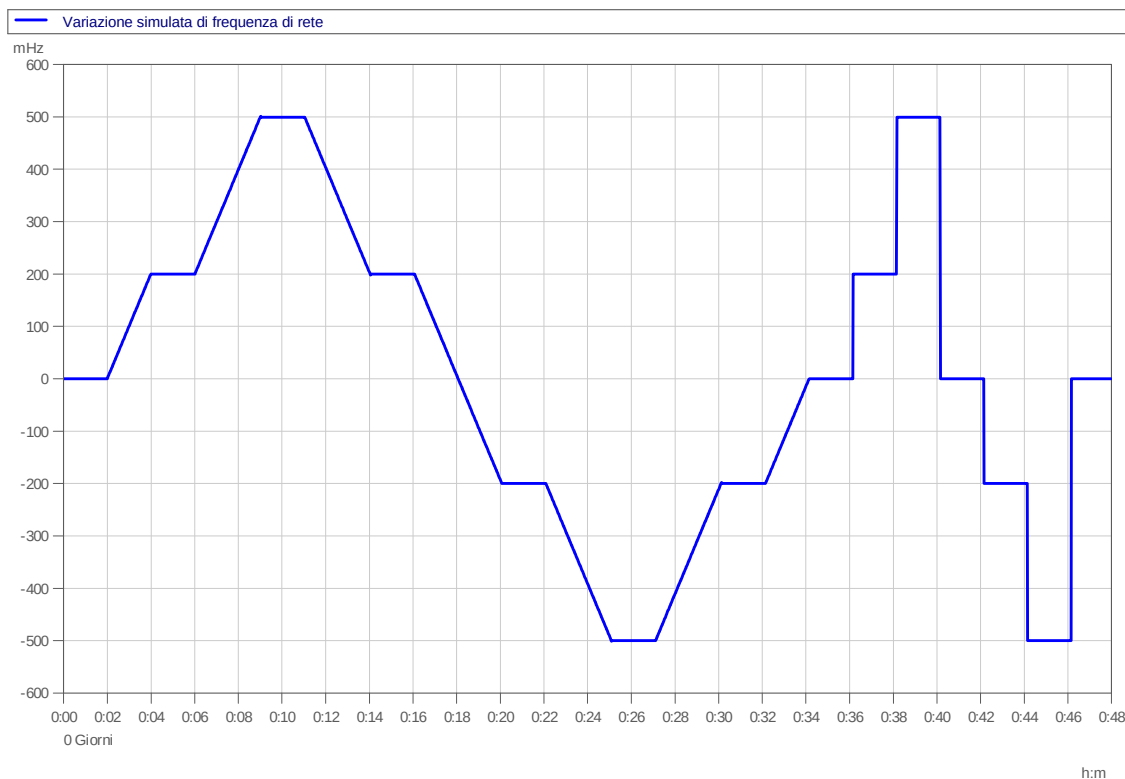


Figura 39: Esempio di prova di verifica del controllo della frequenza

16.3.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- I
- Pme
- Prif
- Preg
- dfsim

16.3.4 Processamento dei dati registrati

Per le variazioni a rampa, si deve porre le misure in un grafico XY con la potenza misurata sulle ordinate e la frequenza simulata sulle ascisse. Dal diagramma si deve calcolare lo statismo e la banda morta delle regolazioni LFSM-O, LFSM-U e FSM implementate nel sistema di controllo del PPM.

Tali valori sono elaborati sulla base delle seguenti grandezze calcolate:

- Coefficiente della regressione lineare della curva XY nel range [49.50Hz-49.80Hz]
- Coefficiente della regressione lineare della curva XY nel range [49.80Hz-49.98Hz]
- Coefficiente della regressione lineare della curva XY nel range [50.02Hz-50.20Hz]

- Coefficiente della regressione lineare della curva XY nel range [50.20Hz-50.50Hz]
- presenza (e ampiezza) di una zona di insensibilità della potenza attiva alle variazioni di frequenza nel range [49.9Hz-50.1Hz]

Per le variazioni di frequenza a gradino, si deve utilizzare le misure di potenza per determinare i tempi di reazione, di risposta e di assestamento del sistema di regolazione della frequenza. Il valore di riferimento a regime della risposta deve essere determinato sulla base della curva statica sopra descritta. La Figura 40 rappresenta un esempio tipico di svolgimento della prova.

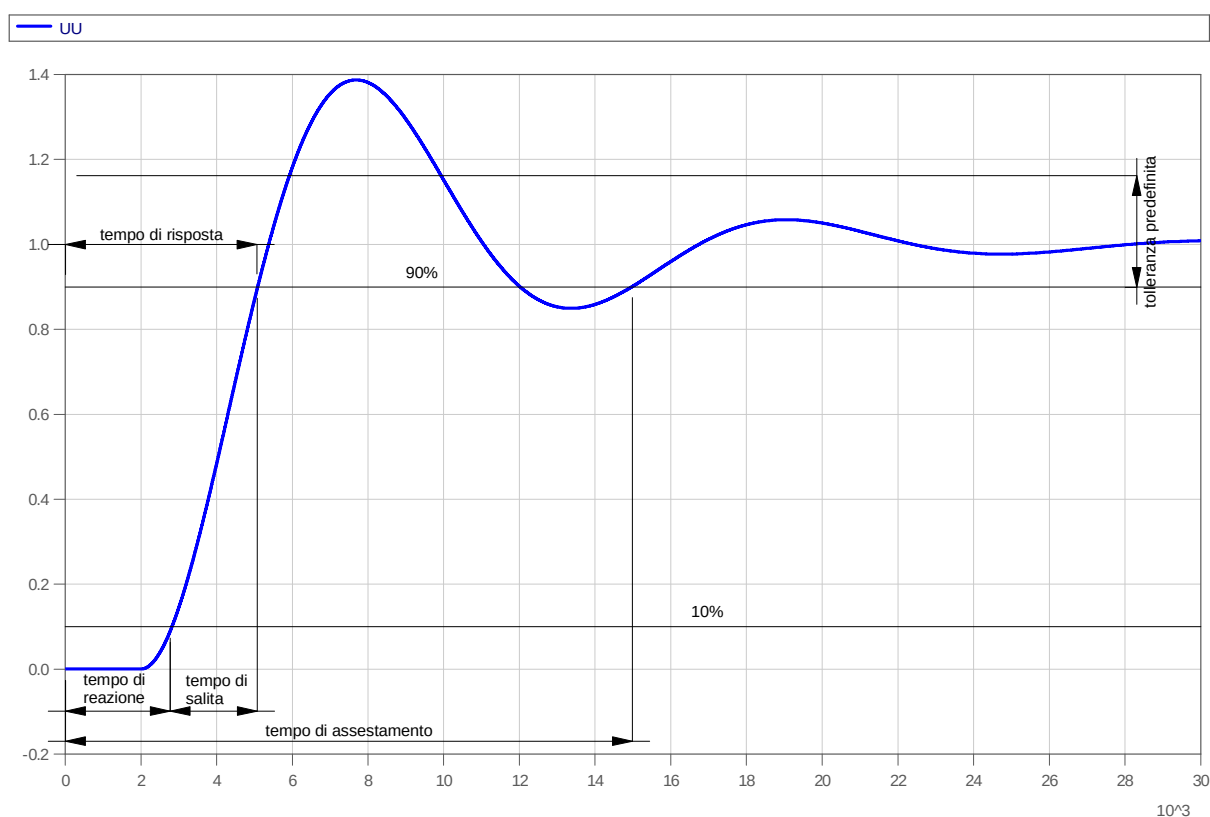


Figura 40: Esempio di analisi della prova di verifica del controllo della frequenza

16.3.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova è da considerare positivo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- Gli statismi calcolati delle funzioni LFSM-O, LFSM-U e FSM sono inferiori alle prescrizioni del CdR,
- La banda morta della regolazione FSM è inferiore alla prescrizione del CdR,
- Le variazioni a gradino non provocano oscillazioni di potenza non smorzate,
- I tempi di reazione e di attivazione completa (tempo di assestamento) del contributo di regolazione sono conformi alle prescrizioni del CdR.

16.4 PPM-ILF – INTEGRATORE LOCALE DI FREQUENZA

16.4.1 Condizioni di prova

La prova ha lo scopo di valutare le caratteristiche statiche e dinamiche della modalità di controllo ILF. Si tratta in particolare di verificare

- le soglie di attivazione, inibizione e riattivazione,
- le modalità di esclusione del controllore,
- il gradiente di presa di carico del controllore ILF.

La prova viene di norma eseguita sul sistema di controllo centrale del PPM, con il PPM in condizioni di normale esercizio, e deve essere eseguita con condizioni ambientali tali da permettere una produzione pari ad almeno il 60% della potenza nominale del PPM.

Per l'esecuzione della prova, si deve inoltre utilizzare la modalità di limitazione della potenza attiva con un set point pari al 70% della massima potenza producibile del giorno in modo tale da liberare un margine di potenza a salire del 30%.

16.4.2 Metodo di prova

La prova consiste in simulare nel sistema di controllo uno specifico profilo della frequenza di rete e misurare l'effetto sulla potenza elettrica prodotta dall'unità di generazione. Con riferimento a Figura 1, il selettore deve essere posto in posizione 1 in modo che le normali variazioni di frequenza di rete non influiscano sul valore di potenza attiva. Il profilo delle frequenze da simulare è il seguente:

- Frequenza nominale di 50Hz
- Variazione a gradino della frequenza da 50.0Hz a 49.71Hz
- Variazione a gradino della frequenza da 49.71Hz a 49.69Hz
- Variazione a gradino della frequenza da 49.69Hz a 49.92Hz
- Variazione a gradino della frequenza da 49.92Hz a 49.88Hz
- Variazione a gradino della frequenza da 49.88Hz a 50.00Hz

L'intervallo di tempo tra la fine di una variazione e l'inizio della successiva deve essere pari a circa 2 minuti. La Figura 41 rappresenta un esempio tipico di svolgimento della prova.

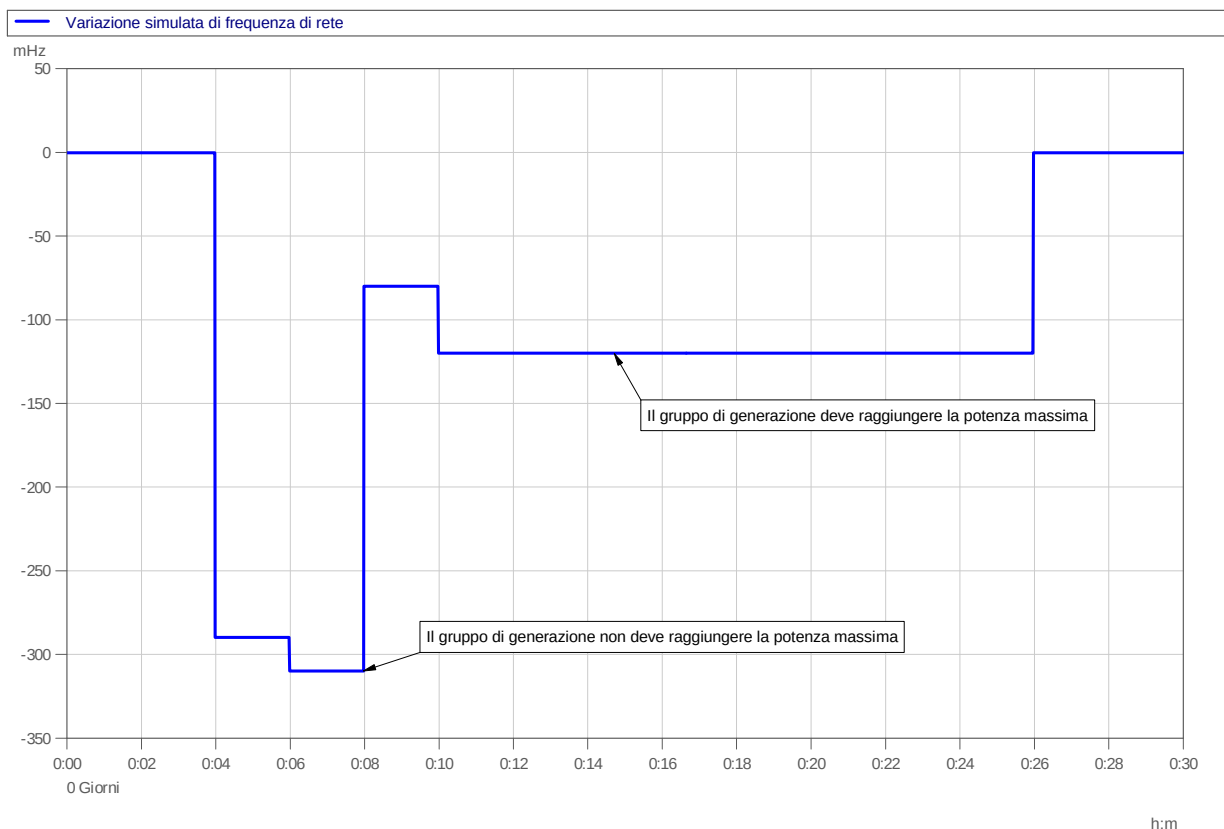


Figura 41: Esempio di prova di verifica del controllo ILF

16.4.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- I
- P_{me}
- P_{rif}
- P_{reg}
- dfsim

Si deve inoltre registrare il segnale di stato della modalità di controllo ILF.

16.4.4 Processamento dei dati registrati

Si deve riportare l'andamento temporale delle misure di potenza attiva, riferimento di potenza e frequenza simulata. A partire dalle misure di potenza attiva, si deve verificare che la modalità di controllo ILF:

- non si attivi per deviazioni di frequenza inferiori a 300mHz,
- si attivi per deviazioni di frequenza superiori a 300mHz,
- una volta attivata, si inibisca per deviazioni di frequenza inferiori a 100mHz,
- una volta inibita, si riattivi per deviazioni di frequenza superiori a 100mHz.

Durante le fasi di presa di carico per effetto della modalità di controllo ILF, si deve determinare il gradiente medio di variazione del riferimento di carico. Il gradiente medio deve essere calcolato dividendo l'80% della variazione totale del riferimento di potenza per il tempo necessario per variare il riferimento tra il 10% e il 90% della variazione totale.

Si deve verificare se la modalità di esclusione del controllore ILF (manuale oppure automatica). Nel caso di modalità automatica, a partire dalle registrazioni dello stato della modalità ILF, si deve determinare il tempo di reset del controllore.

Si deve infine verificare il corretto funzionamento della regolazione FSM per frequenze sotto alla soglia di inibizione del controllore ILF.

16.4.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova è da considerare positivo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- Le soglie di attivazione, inibizione, riattivazione della modalità ILF sono conformi al CdR,
- Le modalità (e tempi) di esclusione della modalità ILF sono conformi al CdR.

17 VERIFICA DEI REQUISITI RELATIVI ALLA STABILITÀ DELLA TENSIONE DEI PPM

17.1 PPM-LIMQ – CURVE DI CAPABILITY E CONTROLLO DELLA POTENZA REATTIVA

17.1.1 Condizioni di prova

La prova ha lo scopo di valutare i limiti all'erogazione/assorbimento di potenza reattiva del PPM e di valutare le caratteristiche statiche e dinamiche della modalità di controllo della potenza reattiva implementate nel sistema di controllo del PPM.

La prova viene di norma eseguita sull'intero PPM, con il PPM in modalità di controllo della potenza reattiva.

Le condizioni ambientali durante la prova devono essere tali da permettere una produzione pari ad almeno il 60% della potenza nominale dell'unità.

17.1.2 Metodo di prova

La prova consiste in simulare nel sistema di controllo del PPM un profilo specifico del riferimento di potenza reattiva e di misurare l'effetto sulla potenza reattiva erogata dal PPM.

Partendo da un riferimento di potenza reattiva nel PdC nullo, il profilo da simulare è il seguente:

- Variazione a rampa del riferimento da 0% a +30% con gradiente di 40%/min,
- Variazione a rampa del riferimento da +30% a +60% con gradiente di 40%/min,
- Variazione a rampa del riferimento da +60% a +100% con gradiente di 40%/min,
- Variazione a rampa del riferimento da +100% a -30% con gradiente di 40%/min,
- Variazione a rampa del riferimento da -30% a -60% con gradiente di 40%/min,

- Variazione a rampa del riferimento da -60% a -100% con gradiente di 40%/min,
- Variazione a rampa del riferimento da -100% a 0% con gradiente di 40%/min,
- Variazione a gradino del riferimento da 0% a +50%,
- Variazione a gradino del riferimento da +50% a 0%,
- Variazione a gradino del riferimento da 0% a -50%,
- Variazione a gradino del riferimento da -50% a 0%.

I valori +100% e -100% del riferimento di potenza reattiva rappresentano i valori estremi delle curve U- $Q/P_{\max}$ richieste dal CdR.

La sequenza riportata sopra deve essere ripetuta per una potenza attiva pari al 40% e al 20% della potenza attiva nominale del PPM. A tale scopo, si può utilizzare la funzione di limitazione della potenza attiva.

Il tempo di attesa tra la fine di una variazione e la successiva deve essere di circa 1 minuto a parte per i punti a $\pm 100\%$ del riferimento di potenza reattiva dove il tempo di attesa deve essere pari a 60 minuti per la prova al 20% della potenza attiva nominale del PPM e 30 minuti per gli altri due livelli di potenza attiva (40% e $P_{\max}$).

La Figura 42 rappresenta un esempio tipico di svolgimento della prova.

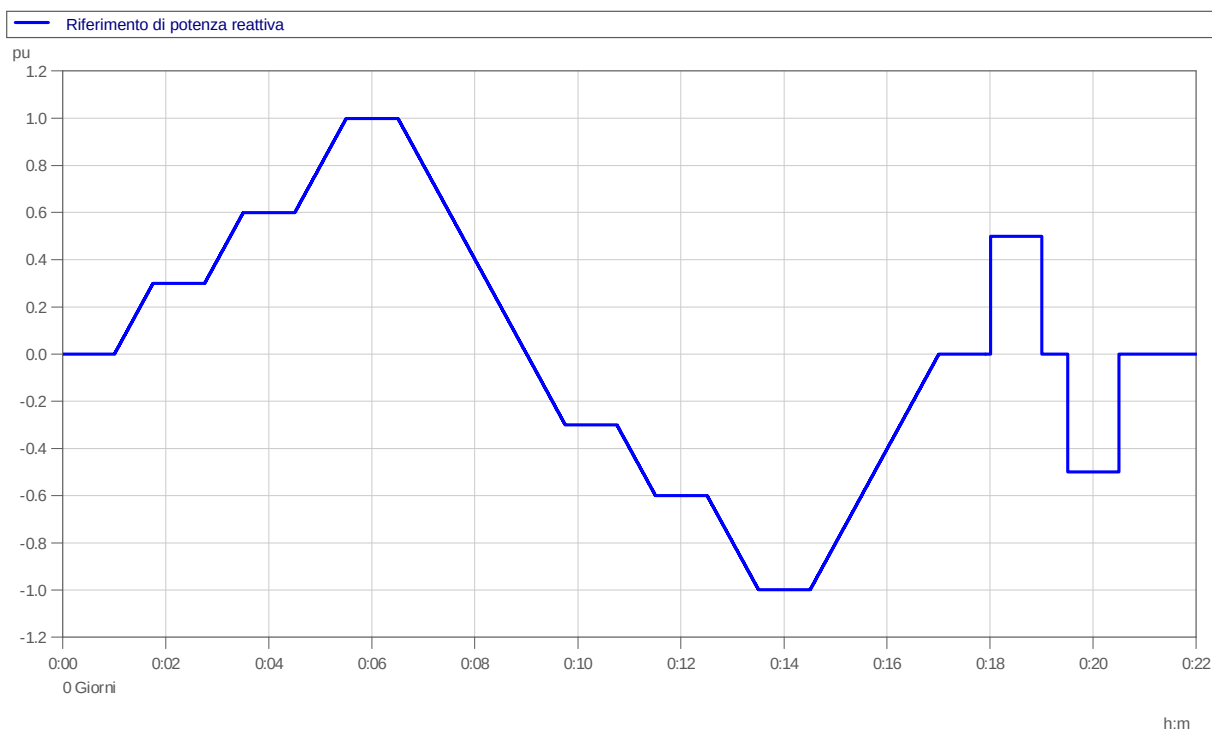


Figura 42: esempio di prova di verifica delle curve di capability

17.1.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- I
- P_{me}
- P_{rif}
- V_{rif}
- Q_{rif}
- Q_{lim}
- Tap³²

17.1.4 Processamento dei dati registrati

In un grafico, si deve riportare gli andamenti nel tempo del riferimento di potenza reattiva, della potenza reattiva misurata e dell'errore di controllo dell'errore di controllo tra i due valori precedenti. L'errore di controllo deve essere indicato sia in valore assoluto (MVar) che in valore percentuale. Il valore percentuale deve essere calcolato con riferimento alla potenza nominale del PPM.

Si deve riportare in una tabella simile alla Tabella 7 i valori di riferimento di potenza reattiva, di potenza reattiva misurata e di scostamento tra i due valori nel minuto di misurazione (errore di controllo medio).

P [MW]	P/P _n [%]	Q [MVar]	Q/P _n [%]	Q _{rif} [MVar]	Q _{rif} /P _n [%]	Q-Q _{rif} [MVar]	(Q-Q _{rif})/P _n [%]
TBD	20%	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
TBD	40%	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD

³² Se l'impianto è dotato di variatore sotto carico sul trasformatore elevatore la tacca (Tap) deve essere campionata analogamente alle altre grandezze. Se il variatore è a vuoto, è sufficiente fornire il valore della tacca con cui è stata svolta la prova

		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
TBD	>60%	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
		TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD

Tabella 7: Esempio di tabella di verifica delle curve di capability

In un grafico Q/Pmax-V/Vn simile a quello di Figura 43, si devono riportare le curve di capability richieste dal CdR e i valori misurati ai vari livelli di potenza. Le misure devono essere mediate su un intervallo di 60 minuti per i punti al 20% della potenza nominale del PPM e di 30 minuti per gli altri punti.

Per le variazioni a gradino del riferimento di potenza reattiva, dalle misure di potenza reattiva si deve inoltre determinare i tempi di reazione, di risposta e di assestamento del sistema di regolazione della potenza reattiva.

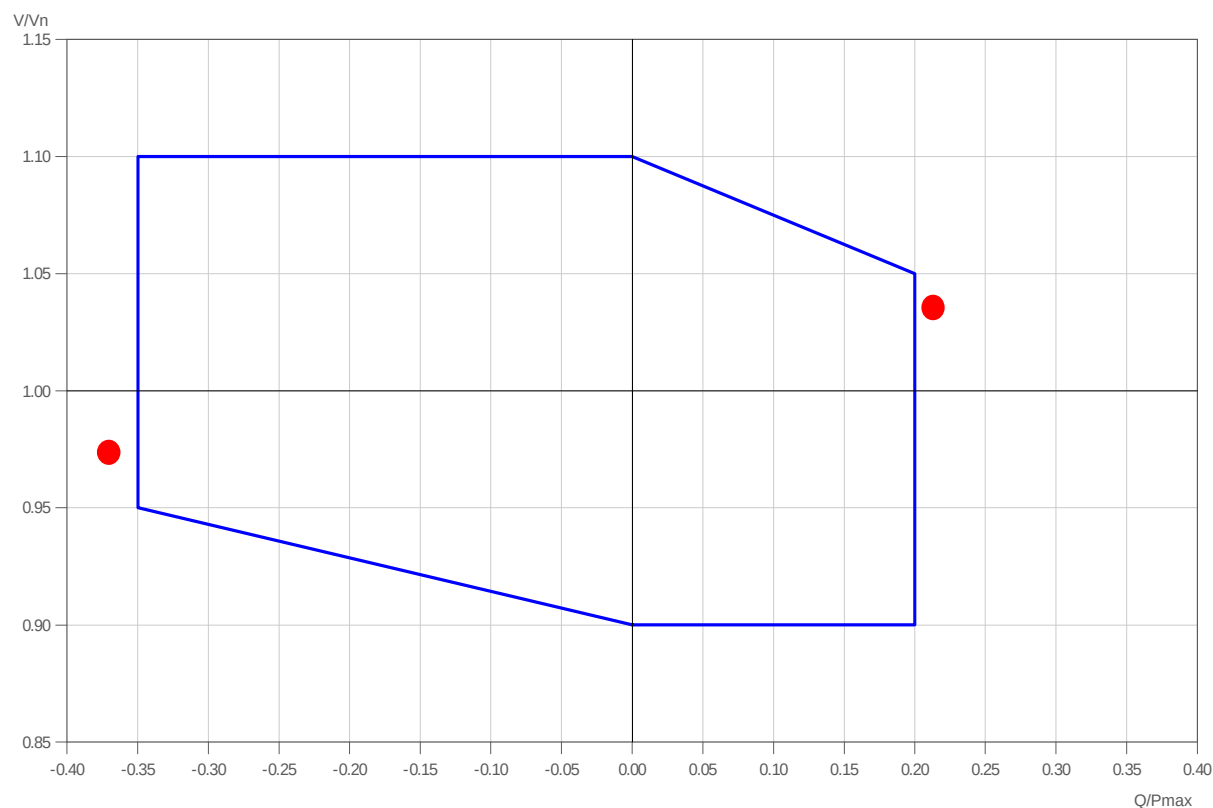


Figura 43: Esempio di grafico della prova di verifica delle curve di capability

17.1.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova è da considerare positivo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- Il massimo errore di controllo della potenza reattiva è inferiore alla tolleranza prescritta dal CdR
- Le variazioni a gradino non provocano oscillazioni di potenza reattiva non smorzate
- I tempi di reazione e di risposta sono conformi alle prescrizioni del CdR.

17.2 PPM-V – CONTROLLO DELLA TENSIONE

17.2.1 Condizioni di prova

La prova ha lo scopo di valutare le caratteristiche statiche e dinamiche della modalità di controllo della tensione, implementate nel sistema di controllo del parco.

La prova viene di norma eseguita sull'intero PPM, con il PPM in modalità di regolazione di potenza reattiva locale con set-point di tensione al PdC.

Le condizioni ambientali durante la prova devono essere tali da permettere una produzione pari ad almeno il 60% della potenza nominale del generatore.

17.2.2 Metodo di prova

La prova consiste in simulare nel sistema di controllo del PPM un profilo specifico della tensione di riferimento e di misurare l'effetto sulla potenza reattiva erogata dal PPM.

Partendo da un riferimento di tensione pari a 100% della tensione nominale nel PdC, il profilo da simulare è il seguente:

- Variazione a rampa del riferimento da 100% a 95% con gradiente di 2%/min,
- Variazione a rampa del riferimento da 95% a 105% con gradiente di 2%/min,
- Variazione a rampa del riferimento da 105% a 100% con gradiente di 2%/min,
- Variazione a gradino del riferimento da 100% a 95%
- Variazione a gradino del riferimento da 95% a 100%
- Variazione a gradino del riferimento da 100% a 105%
- Variazione a gradino del riferimento da 105% a 100%

L'intervallo di tempo tra la fine di una variazione e l'inizio della successiva deve essere pari a circa 30 secondi.

La Figura 44 rappresenta un esempio tipico di svolgimento della prova.

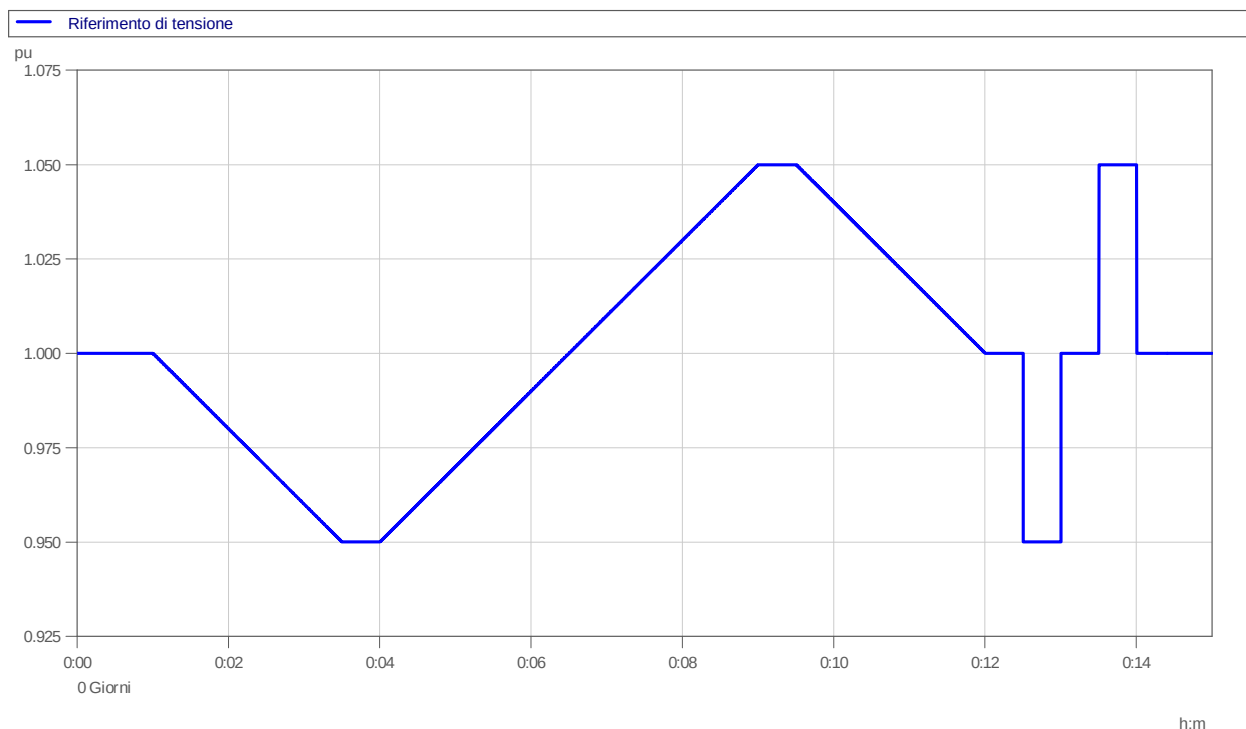


Figura 44: Esempio di prova di verifica del controllo della tensione

17.2.3 Grandezze da registrare

Le grandezze da registrare sono le seguenti:

- P
- Q
- V
- f
- I

- P_{me}
- V_{rif}

17.2.4 Processamento dei dati registrati

Per le variazioni a rampa, si deve porre le misure in un grafico XY con la potenza reattiva sulle ordinate e la differenza tra tensione e tensione di riferimento sulle ascisse. Dal diagramma si deve calcolare la curva statica della regolazione di tensione implementata nel sistema di controllo del parco di generazione. Dalla curva devono essere elaborate le seguenti grandezze:

- Coefficiente della regressione lineare della curva XY per $V - V_{rif} > 0$,
- Coefficiente della regressione lineare della curva XY per $V - V_{rif} < 0$,
- presenza (e ampiezza) di una zona di insensibilità della potenza reattiva alle variazioni di tensione per $V - V_{rif}$ vicine a zero,
- Massimo e minimo valore di potenza reattiva raggiunta

Per le variazioni a gradino del riferimento di tensione, si devono utilizzare le misure di potenza reattiva per determinare i tempi di reazione, di risposta e di assestamento del sistema di regolazione della tensione (cf. Figura 45). Il valore di riferimento a regime della risposta deve essere determinato sulla base della curva statica sopra descritta.

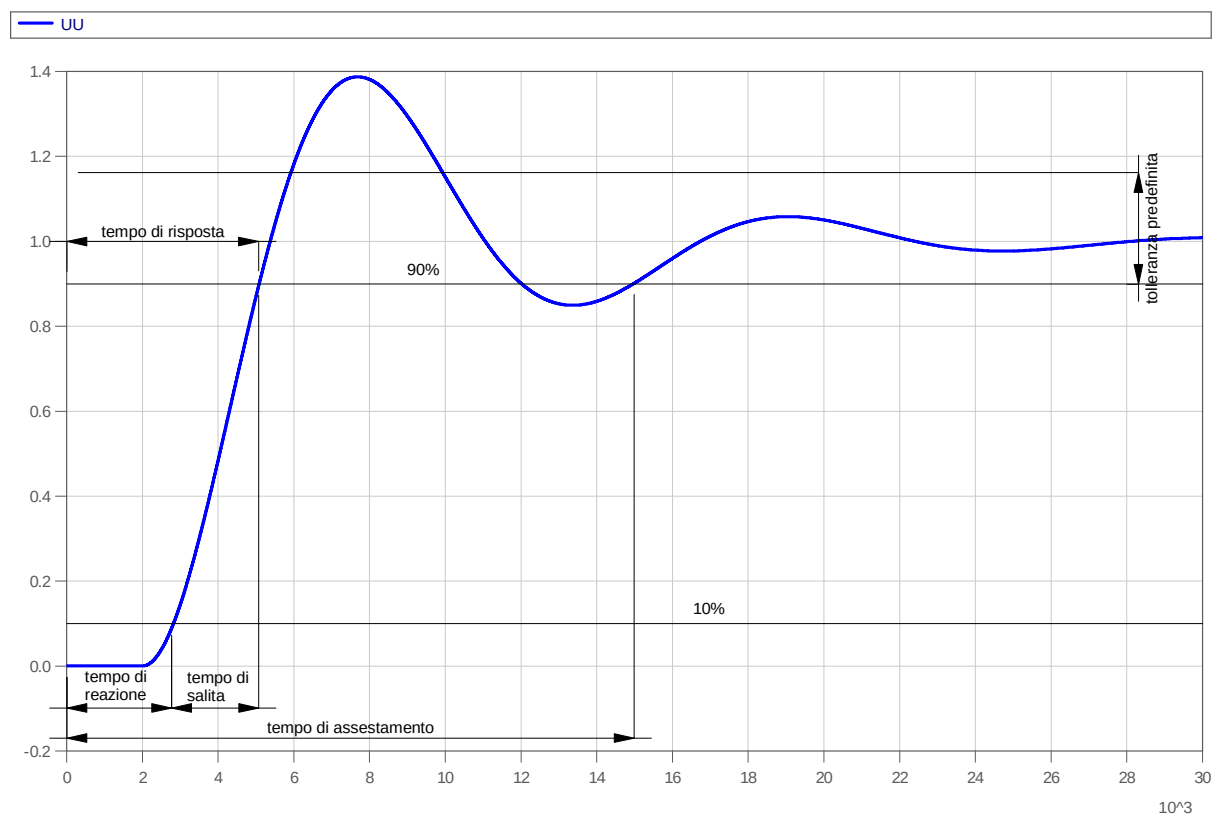


Figura 45: Esempio di analisi della prova di verifica del controllo della tensione/potenza reattiva

17.2.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova è da considerare positivo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- L'intervallo di variazione del set-point è conforme alle prescrizioni del CdR
- La risoluzione del set-point è conforme alle prescrizioni del CdR
- La curva statica della regolazione di tensione non presenta scostamenti dalla curva prescritta dal CdR superiori alla tolleranza del controllo di tensione richiesta dal CdR
- Le variazioni a gradino non provocano oscillazioni di potenza reattiva non smorzate
- I tempi di reazione, di risposta e di assestamento sono conformi alle prescrizioni del CdR

18 VERIFICA DEI REQUISITI DI QUALITÀ DELLA POTENZA DEI PPM

18.1 PPM-ARM – MISURE DI ARMONICHE

18.1.1 Condizioni di prova

Lo scopo della prova è quello di misurare, per diverse condizioni di normale esercizio, le emissioni di correnti armoniche del PPM (fino alla 50-esima armonica).

La prova deve essere eseguita con condizioni ambientali tali da permettere una produzione del parco pari ad almeno il 60% della potenza nominale del generatore.

Per lo scopo della prova, il PPM deve essere posto in modalità di controllo della potenza reattiva con riferimento nullo.

18.1.2 Metodo di prova

La prova consiste nel lasciare il parco in condizioni normali di esercizio per un tempo non inferiore a 1 ora e misurare le armoniche di corrente emesse dal PPM nel PdC.

Utilizzando la funzione di limitazione della potenza attiva, la prova deve essere ripetuta a tre diversi livelli di potenza:

- 100% della massima potenza producibile
- 50% della massima potenza producibile
- 20% della massima potenza producibile

Per ciascuna prova, la potenza prodotta durante la prova deve essere mantenuta in un intervallo non più ampio di 10% della potenza nominale.

18.1.3 Grandezze da registrare

Le misure delle armoniche di corrente devono essere eseguite con lo strumento di cui al §8.3.6.

Lo strumento di misura di cui sopra deve essere collegato a trasduttori di misura di corrente (TA) conformi alla normativa CEI EN 61000-4-30 in vigore [12].

18.1.4 Processamento dei dati registrati

Le componenti armoniche di corrente fino alla 50-esima armonica devono essere determinate su 10 periodi della frequenza fondamentale come sottogruppi armonici di tensione e corrente in accordo con quanto previsto dalla normativa CEI EN 61000-4-7 in vigore [11].

La distorsione armonica totale di corrente deve essere derivata dalle componenti indicate sopra.

Le misure devono poi essere raggruppate su intervalli di 10 minuti secondo i metodi di raggruppamento riportati nella CEI EN 61000-4-7 [11], e presentati in valore percentuale della corrente nominale I_n in una tabella simile a Tabella 8. Valori di correnti armoniche inferiori a 0.1 % di I_n non devono essere riportati in tabella.

	Livello di potenza 1 $P/P_n = TBD \%$	Livello di potenza 2 $P/P_n = TBD \%$	Livello di potenza 3 $P/P_n = TBD \%$
Ordine armonico h	$I_h/I_n [\%]$		
2			
3			
...			
49			
50			

Tabella 8: Esempio di presentazione delle misure di armoniche

18.1.5 Criteri di valutazione del risultato

L'esito della prova è da considerare positivo se le armoniche di corrente risultano inferiori alle prescrizioni del CdR in tutte le condizioni operative misurate.

Nel caso di un esito negativo della prova, si deve svolgere ulteriori indagini per capire se le emissioni di corrente sono tutte da attribuire al PPM oppure se ci sono distorsioni di tensioni preesistenti (dovute alla presenza di altri sistemi disturbanti in PdC vicini) che influenzano le emissioni del PPM.

19 VERIFICA DEI REQUISITI PER LA GESTIONE DEI PPM

19.1 PPM-DIS – DISTACCO DA REMOTO

La prova consiste nella verifica del corretto funzionamento di tutti gli apparati coinvolti nell'attuazione delle azioni di controllo previste nell'ambito dei sistemi di difesa ed i relativi tempi di intervento.

19.1.1 Condizioni e metodo di prova

La prova viene eseguita secondo le modalità previste al §11.8 “Prova periodica” dell’Allegato A.52 del CdR.

19.2 PPM-VPAS – VERIFICA DELLE PRESTAZIONI DI ALTRI SERVIZI

La prova si applica a tutti i gruppi che hanno effettuato prove di prequalifica ai servizi di rete, come la riserva terziaria.

19.2.1 Condizioni e metodo di prova

Le condizioni di prova e la sua esecuzione devono essere conformi ai test di prequalifica previsti per il corrispondente servizio.

20 VERIFICHE DI CONFORMITÀ ATTRAVERSO MONITORAGGIO CONTINUO STRUMENTALE

20.1 Modalità di scambio dati con Terna

In funzione dei sistemi oggetto di monitoraggio, per i dispositivi localizzati nell'impianto e di proprietà del Titolare valgono le seguenti prescrizioni:

- a) Il campionamento delle grandezze fisiche deve essere adeguato alla tipologia di regolazione oggetto di verifica, in accordo con la tabella di seguito riportata:

Utilizzo misura	Sampling rate
Regolazione primaria frequenza	Non superiore a 100 ms
Regolazione secondaria frequenza/potenza	Non superiore a 500 ms
Regolazione della tensione	Non superiore a 100 ms
Logiche di protezione (es. Fast Valving)	Non superiore a 20 ms
Load rejection/Black start	Non superiore a 100 ms
Altre applicazioni	Non superiore a 500 ms

Tabella 9. Scambio dati con Terna

- b) Le grandezze minime da misurare e rendere disponibili al monitoraggio da remoto e all'archiviazione in locale sono:
- Potenza attiva, reattiva e tensione come prelevate ai morsetti dei gruppi;
 - Potenza attiva, reattiva e tensione prelevate lato AT dei trasformatori di macchina;
 - Frequenza di rete.

In funzione della tipologia di regolazione oggetto di verifica, devono inoltre essere misurate e rese disponibili le grandezze caratteristiche di processo.

- c) Il sistema di monitoraggio deve avviare l'invio delle misure verso Terna o provvederne all'archiviazione solo al verificarsi di eventi di rete preconfigurabili;
- d) Il sistema di archiviazione deve essere in grado di archiviare le misure, a partire dal verificarsi degli eventi di rete preconfigurati, per almeno 30 minuti consecutivi e conservarle e renderle disponibili a Terna per almeno 30 giorni solari dall'evento;
- e) Le misure inviate o archiviate non devono essere pre-elaborate, il formato file di scambio può essere COMTRADE o EXCEL/CSV, altre tipologie di file devono essere preventivamente concordate con Terna;

In caso di acquisizione differita da parte di Terna, i dati richiesti devono essere forniti a Terna entro un giorno lavorativo dalla data di richiesta.

21 VERIFICHE DELLA CONFORMITA' DI TIPO VISIVO E DOCUMENTALE

21.1 Premessa

Lo scopo è di verificare mediante ispezione sul sito di produzione e tramite analisi documentali, il rispetto da parte del Titolare dell'unità di produzione delle prescrizioni riportate nel CdR e nel contratto di connessione.

La verifica di conformità di tipo visiva si articola in due fasi complementari:

1. l'analisi documentale;
2. l'ispezione visiva.

Di seguito è riportato a titolo esemplificativo e non esaustivo un elenco di componenti salienti d'impianto su cui possono essere condotte le verifiche visive di cui sopra:

- alternatore e trasformatore elevatore di gruppo;
- impianto di potenza della stazione AT di connessione alla RTN;
- regolatore di velocità;
- regolatore di tensione e SART;
- sistema di eccitazione e sistema PSS;
- funzione fast valving e dispositivo LDA³³;
- UPDM, UVRP e PMU;
- protezioni di gruppo, di interfaccia con la rete e di trasformatore elevatore;
- dispositivo di parallelo automatico;
- protezioni di stazione AT;
- DCS di centrale;
- sistema di comando e controllo della stazione AT;
- servizi ausiliari di centrale e di stazione AT;
- sistema di misura dell'energia;
- motore primo e/o impianti di conversione dalla fonte primaria d'energia.

Le verifiche visive potranno includere, a discrezione di Terna, ulteriori componenti rispetto a quelli sopra elencati.

21.2 Verifiche della conformità visive e documentali

Nella comunicazione di preavviso, oltre alle informazioni già definite sopra, sarà indicato al Titolare i componenti su cui sarà focalizzata la verifica e le eventuali manovre che si intende porre in atto sull'impianto. La durata non eccede di norma la singola giornata lavorativa; ne è tuttavia ammessa l'estensione a discrezione di Terna. Costituiranno informazioni preliminari per la pianificazione della verifica i documenti presenti sugli archivi informatici nelle disponibilità di Terna:

- contratto di connessione sottoscritto dalle parti;
- contratto del servizio di dispacciamento sottoscritto dalle parti;
- regolamento d'esercizio sottoscritto dalle parti;
- dati forniti in ottemperanza all'A.65 al CdR dal Titolare;
- archivi informatici GAUDI e MyTerna, ecc.

³³ Load Drop Anticipator

Terna ha facoltà di richiedere al Titolare dell'impianto l'integrazione della suddetta documentazione.

Qualora il Titolare non trasmetta a Terna parte della documentazione richiesta nella comunicazione di preavviso, si procederà comunque all'esecuzione della verifica nei tempi comunicati e con la documentazione al momento in possesso. In particolare, si riportano alcuni dei dati che Terna può riservarsi di chiedere al Titolare:

- Parametri meccanici del gruppo (inerzia o tempo di avviamento del generatore + turbina)
- Parametri elettrici del gruppo (potenza nominale in MVA, tensione nominale in kV, corrente nominale in A, corrente nominale e tensione di eccitazione a vuoto e in condizioni nominali, reattanze dirette e in quadratura in regime sincrono, transitorio e subtransitorio, costanti di tempo secondo asse diretto e in quadratura (a vuoto e in cortocircuito transitorie e subtransitorie)
- Modello del sistema di eccitazione incluso PSS (manuale, schema a blocchi, file di configurazione (se applicabile), parametri impostati)
- Modello del sistema di regolazione di velocità (manuale, schema a blocchi, parametri impostati)
- Modelli e settings delle protezioni di macchina e di interfaccia con la rete
- Schemi logici e parametri delle sequenze di Load rejection e commutazione servizi ausiliari
- Parametri elettrici del trasformatore di gruppo e servizi ausiliari
- Schema del montante gruppo e della stazione di centrale
- Setting e modelli protezioni dei servizi ausiliari di centrale

Terna di riserva di considerare la verifica in parte o totalmente fallita in caso di mancata fornitura di tali informazioni.

21.2.1 Verifiche comuni a gruppi di generazione sincroni e PPM

Di seguito è riportato, a titolo esemplificativo e non esaustivo, l'elenco delle verifiche visive e documentali comuni ai gruppi sincroni e PPM che Terna può decidere di intraprendere. Nella comunicazione di preavviso saranno indicate quali verifiche saranno condotte e la documentazione che il Titolare dovrà trasmettere a Terna con i tempi sopra indicati.

- Verifica dei dati d'impianto che il Titolare ha dichiarato mediante caricamento sul portale GAUDI. La verifica sarà condotta con il rilievo fotografico dei dati di targa di tutti i componenti d'impianto che presentano parametri caratteristici caricati in GAUDI;
- Verifica del rispetto di quanto riportato nel Regolamento di Esercizio;
- Verifica generale dello stato manutentivo d'impianto nei locali con presenza di macchinari e apparecchiature necessarie per garantire il pieno esercizio dell'impianto stesso (inclusa la stazione AT). Verifica della segregazione e delle condizioni climatiche dei locali dedicati ai sistemi di protezione, comando e controllo, ai servizi ausiliari e generali, agli apparati di telecomunicazione rispetto alla sala macchine;
- Verifica del piano di manutenzione e degli interventi manutentivi effettuati nei cinque anni precedenti la verifica: il Titolare, dovrà fornire le relazioni di manutenzione con il dettaglio delle attività eseguite su tutto l'impianto e/o nei singoli elementi che lo compongono;
- Verifica sulla gestione degli ordini di dispacciamento: verifica modalità di ricezione/gestione degli ordini di dispacciamento. Sia in caso di presenza di sistemi automatici di gestione degli ordini di dispacciamento, ma anche in caso di gestione manuale di applicazione di tali ordini, verifica rampa di presa e rilascio di carico e tempistiche di attuazione. Estrazione dei dati storicizzati di applicazione degli ordini di dispacciamento con eventuali ritardi d'attuazione. Il personale Terna

potrà richiedere alla propria sala controllo l'invio in tempo reale di un ordine di dispacciamento finalizzato a verificarne la corretta attuazione;

- Per gli impianti non presidiati, verifica della pianificazione di personale di pronto intervento per interventi/manovre urgenti d'impatto sulla sicurezza dell'afferente porzione di RTN;
- Verifica che i parametri caratteristici delle regolazioni presentino range di tarabilità conformi a quanto richiesto nel CdR;
- Verifica del rapporto di prova delle ultime misure della resistenza di terra, relativamente alle misure delle tensioni di passo e contatto svolte; il Titolare fornirà tale rapporto ed il piano dei controlli periodici.
- **Verifica sull'impianto di potenza della stazione AT:**
 - o verifica della conformità al CdR ed al Regolamento d'Esercizio; il Titolare fornirà lo schema unifilare di dettaglio d'impianto e la planimetria;
 - o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati sulle apparecchiature AT di stazione; il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici;
- **Verifica sulle protezioni di stazione AT:**
 - o verifica della conformità al CdR ed al Regolamento d'Esercizio delle tarature impostate nelle protezioni; il Titolare fornirà le schede di taratura di tutte le protezioni installate;
 - o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati, il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici; Terna si riserva inoltre di partecipare in qualità di osservatore alle prove periodiche condotte dal Titolare;
 - o verifica della conformità metrologica della strumentazione impiegata per le prove; il Titolare fornirà i rapporti di taratura della strumentazione ed il piano delle tarature periodiche.
- **Verifica sul DCS di centrale:**
 - o per gli impianti non presidiati, verifica della funzionalità del sistema di controllo remoto e delle funzioni di supervisione da remoto;
 - o verifica della funzionalità degli apparati di registrazione cronologica degli eventi (RCE) e di registrazione dei transitori (oscilloperturbografi);
 - o verifica delle certificazioni di taratura degli strumenti di misura;
 - o verifica sistemi di telecomunicazione e relative certificazioni.
 - o Verifica complessiva della struttura del DCS e delle sue relative pagine. Particolare attenzione va alle pagine dedicate alle regolazioni di frequenza e tensione: in tali pagine andrà valutata la possibilità di evidenziare i parametri dei regolatori e del SART in maniera rapida e intuitiva. Inoltre, nella verifica deve essere compresa la visualizzazione delle pagine relative al LR e BS evidenziando la loro gestione. Si verificherà che le protezioni di interfaccia (per esempio minima e massima frequenza, minima e massima tensione) abbiano una loro pagina dedicata. verifica delle funzionalità e rispondenza alla specifica tecnica
- **Verifica sul sistema di comando e controllo di stazione AT:**
 - o verifica di rispondenza all'A.5 al CdR del sistema di comando e controllo della stazione AT;

- o per gli impianti non presidiati, verifica della funzionalità del sistema di controllo remoto e delle funzioni di supervisione da remoto;
- o verifica della funzionalità degli apparati di registrazione cronologica degli eventi (RCE) e di registrazione dei transitori (oscillografoturbografi);
- o verifica del sistema di misura dell'energia secondo procedura Terna e delibera ARERA 595;
- o verifica delle certificazioni di taratura degli strumenti di misura;
- o verifica sistemi di telecomunicazione e relative certificazioni.

- **Verifica sui servizi ausiliari di centrale e di stazione AT:**

- o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati sui componenti dei servizi ausiliari; il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici;
- o a titolo esemplificativo e non esaustivo, di seguito un elenco dei possibili componenti soggetti a verifica;
 - alimentazione normale e di emergenza da rete MT e/o BT;
 - Trasformatore Ausiliario di Gruppo (TAG);
 - Trasformatori Induttivi di Potenza (TIP);
 - raddrizzatori e batterie.
- o Verifiche di funzionalità:
 - verifica funzionalità gruppo elettrogeno;
 - verifica del sistema automatico di commutazione tra alimentazione normale e di emergenza di rete;
 - verifica del sistema automatico di commutazione sul gruppo elettrogeno in caso di assenza della tensione di entrambe le alimentazioni di rete;
 - verifica delle protezioni elettriche, una fra tutte la protezione di Terra Batteria, il cui intervento è significativo della presenza di problemi sugli impianti a 110 Vcc.

Laddove il Titolare abbia adottato un sistema di certificazione della qualità di processo, potranno essere rese disponibili le procedure ed istruzioni operative. Relativamente ai temi della verifica potrà altresì essere consegnata la documentazione di verifica della qualità, quali copia delle relative check list di verifica e applicazione, rapporti di prova e taratura, ecc.

21.2.2 Verifiche su gruppi di generazione sincroni

- **Verifiche sull'alternatore e sul trasformatore elevatore di gruppo:**

- o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati sull'alternatore; il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici;
- o verifica del rapporto dell'ultima manutenzione effettuata sull'alternatore; il Titolare fornirà tale rapporto ed il piano della manutenzione periodica;
- o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati sul trasformatore di gruppo; il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici;
- o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati sull'interruttore di gruppo; il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici.

- **Verifiche sul regolatore di velocità:**

- o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati in autonomia; il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici.
- **Verifiche sul regolatore di tensione e SART:**
 - o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati in autonomia; il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici.
- **Verifiche sull'eccitatrice e PSS:**
 - o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati; il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici.
- **Verifiche sugli apparati UPDM e UVRP:**
 - o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati; il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici.
 - o verifiche di funzionalità.
- **Verifiche sulle protezioni di gruppo, di interfaccia con la rete e del trasformatore elevatore:**
 - o verifica della conformità al CdR ed al Regolamento d'Esercizio delle tarature impostate nelle protezioni; il Titolare fornirà le schede di taratura di tutte le protezioni installate;
 - o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati, il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici; Terna si riserva inoltre di partecipare in qualità di osservatore alle prove periodiche condotte dal Titolare;
 - o verifica della conformità metrologica della strumentazione impiegata per le prove; il Titolare fornirà i rapporti di taratura della strumentazione ed il piano delle tarature periodiche.
 - o a titolo esemplificativo e non esaustivo si riporta di seguito un elenco delle possibili protezioni soggette a verifica;
 - interfaccia con la RTN: massima/minima frequenza e massima/minima tensione;
 - differenziale e terra statore;
 - perdita di passo;
 - sotto-eccitazione;
 - massimo flusso;
 - ritorno di energia;
 - squilibrio di carico;
 - minima tensione sbarre MT di gruppo;
 - massima corrente in bassa frequenza;
 - terra rotore;
 - protezioni a bordo eccitatrice;
 - trasformatore di gruppo: differenziale, minima impedenza.
- **Verifiche sul dispositivo di parallelo automatico:**
 - o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati, il Titolare fornirà tali rapporti, il piano dei controlli periodici e le registrazioni oscillografiche degli ultimi eventi di

parallelo con la rete; Terna si riserva inoltre di partecipare in qualità di osservatore alle prove periodiche condotte dal Titolare;

- o particolare interesse va posto alla verifica e alla tipologia dei dispositivi di parallelo automatico, ovvero: i puntamenti, i report di verifica, l'eventuale presenza del doppio canale di misura (parallelo automatico e synchrocheck, alimentati da TV diversi).

- **Verifica del motore primo e degli impianti di conversione dalla fonte primaria d'energia:**

- o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati sulla turbina; il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici;
- o verifica del rapporto dell'ultima manutenzione effettuata sulla turbina; il Titolare fornirà tale rapporto ed il piano della manutenzione periodica;
- o verifica dei dati di funzionamento e immissioni in atmosfera, durante apposita richiesta di compartecipazione alla gestione dei transitori di tensione/frequenza di rete.

21.2.3 Verifiche su PPM

- **Verifica della gestione dei comandi BDE di modulazione del carico:**

- o in caso di presenza di sistemi automatici di gestione degli ordini di bilanciamento (BDE), verifica della rampa di salita e discesa potenza: il personale Terna potrà richiedere alla sala controllo, l'invio di un messaggio BDE con la relativa verifica dei tempi di applicazione/gestione.

- **Verifica dell'immissione in rete di potenza attiva e reattiva:**

- o il Titolare dovrà fornire a Terna estrazioni dati dal sistema SCADA (o altro sistema equivalente) da consegnare prima della verifica in sito, al fine di permettere la verifica del funzionamento dell'impianto. Il Titolare dovrà fornire i valori storici (almeno ultimi 3 mesi) delle seguenti grandezze minime, con un unico riferimento GPS temporale:
 - potenza attiva;
 - potenza reattiva;
 - tensioni al PdC;
 - frequenza al PdC;
 - versione del sistema di controllo.

È richiesta inoltre la fornitura delle tarature del relé di interfaccia e delle protezioni di impianto.

- **Verifiche sugli impianti fotovoltaici:**

- o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati sui componenti d'impianto; il Titolare fornirà tali rapporti, il piano dei controlli periodici e le curve di tensione potenza e cosfi;

- o verifica della documentazione relativa alla LVRT
- o a titolo esemplificativo e non esaustivo di seguito un elenco dei possibili componenti soggetti a verifica;
 - pannelli fotovoltaici;
 - inverter, trasformatori e interruttori;
 - trasduttori di misura.
- **Verifiche sugli impianti eolici:**
 - o verifica dei rapporti di prova degli ultimi controlli effettuati sull'alternatore, il trasformatore, l'interruttore di gruppo e la turbina; il Titolare fornirà tali rapporti ed il piano dei controlli periodici;
 - o verifica della documentazione relativa alla LVRT
 - o verifica del rapporto dell'ultima manutenzione effettuata sull'alternatore e sulla turbina; il Titolare fornirà tale rapporto ed il piano della manutenzione periodica;
 - o verifica dei datasheet rilasciati dal costruttore delle turbine; il personale Terna, potrà chiedere l'estrazione dei dati di allarme di ogni singola turbina con anche la fornitura della legenda per l'analisi degli allarmi registrati.

22 RAPPORTO DI PROVA

Le verifiche di conformità alle prescrizioni devono essere seguite da un Rapporto di Prova che riporta nel dettaglio i test effettuati e, per ogni singola prova, i grafici (XY o oscillogrammi) delle grandezze utili alla valutazione - anche visiva – delle prove effettuate.

La struttura del documento deve riportare le seguenti informazioni:

- Documentazione di riferimento. In questo capitolo sono riportati tutti i documenti a cui le prove effettuate fanno riferimento. Per ogni prova descritta nel rapporto è opportuno che ci sia un riferimento alla documentazione a cui la prova è attinente.
- Elenco delle prove eseguite
- Dati principali dei macchinari. In questo capitolo sono riportate tutte le informazioni dei macchinari necessarie alle valutazioni del comportamento statico e dinamico dell'impianto di produzione. Queste informazioni devono essere congruenti con le informazioni del gruppo di generazione presenti in GAUDI.
- Strumentazione di prova. In questo capitolo sono riportate le caratteristiche principali della strumentazione di prova utilizzata per i test e i punti di prelievo dei segnali (con documentazione fotografica relativa alla connessione degli strumenti al campo).
- Esito sintetico delle prove. In questo capitolo sono riportati, in forma sintetica, gli esiti delle prove effettuate rispetto alle prescrizioni di riferimento dei singoli test.
- Descrizione e risultati dettagliati delle prove. Questo capitolo rappresenta il corpo del documento. In esso devono essere riportati i dettagli di tutte le prove effettuate con riferimento alla precedente sezione recante in forma sintetica tutti i test effettuati (Elenco delle prove eseguite). In particolare per ogni prova devono essere riportate le seguenti informazioni:
 - o Valore atteso come risultato del test
 - o Valore del risultato del test
 - o Assetto di prova
 - o Grafici significativi per una valutazione qualitativa dei test
- Eventuali allegati a corredo del rapporto. Tipicamente negli allegati vengono riportate le seguenti informazioni:
 - o Curve di correzione della potenza attiva rispetto alle condizioni ambientali (dove applicabile)
 - o Schemi a blocchi della regolazione primaria di frequenza implementata nel regolatore di velocità / potenza
 - o Schemi a blocchi della regolazione primaria di tensione
 - o Schemi a blocchi e parametri dei sistemi PSS
 - o Curve di capability degli alternatori e curve limite di eccitazione

ANNEX A. DOCUMENTAZIONE RICHIESTA

In accordo con l'Allegato A65 del Codice di Rete [7], Terna richiede al Titolare di fornire prima dell'inizio delle verifiche di cui ai Paragrafi 6.1 e 6.2 tutta la documentazione necessaria al fine di consentire il corretto espletamento delle prove e attendibili valutazioni del comportamento statico e dinamico dell'UP o del PPM durante le stesse, con particolare riferimento a:

- Documentazione comune a gruppi di generazione sincroni e PPM:
 - o Schema unifilare dell'impianto
 - o Copia dei dati inseriti in GAUDI
 - o Ultimo Rapporto di Prova della conformità dei sistemi di regolazione della frequenza e della tensione

- Documentazione specifica per gruppi di generazione sincroni:
 - o Per ogni gruppo tutta la documentazione necessaria a caratterizzare:
 - Turbina (modello, taglia, velocità nominale, costante d'inerzia, etc.)
 - Alternatore (modello, potenza apparente, fattore di potenza, tensione, curve di capability del generatore, costanti d'inerzia, reattanze sincrone diretta e in quadratura, transitoria e sub transitoria, costanti di tempo, etc.)
 - Trasformatori: modello, potenza, tensioni, reattanza di corto-circuito, caratteristiche del variatore di rapporto (ove presente), etc.
 - Sistema di eccitazione:
 - Schema a blocchi del regolatore di tensione (AVR e PSS) - Schema standard IEEE o del Costruttore valido ai fini degli studi di rete dell'eccitatrice e del PSS e contenente i parametri impostati sul sistema in esercizio
 - Curve limite di potenza reattiva riferite alla capability (comprehensive di limitazioni SART e AVR) in funzione di potenza attiva e tensione
 - Limiti minimo e massimo di tensione di esercizio (es. +/- 10%)
 - Regolatore di carico/velocità:
 - Schema a blocchi del regolatore di velocità e del regolatore di carico
 - Schema a blocchi LDA/fast valving, ove presente
 - o Schema a blocchi del coordinatore di carico dell'UP ove presente
 - o Schema a blocchi del regolatore di energia (correttore di sbilanciamento) ove presente
 - o Certificazione attestante la conformità del sistema di regolazione di tensione ai requisiti Terna, con riferimento alle prove descritte nel §11
 - o Curve di correzione della potenza in funzione delle condizioni ambientali³⁴
 - o Registro degli accadimenti di rifiuto di carico e registro delle prove di ripartenza autonoma, ove applicabili.

- Documentazione specifica per PPM
 - o Per ogni parco di generazione tutta la documentazione necessaria a caratterizzare:
 - Turbine eoliche ove presenti (modello, taglia, velocità nominale, velocità del vento di cut-in, velocità del vento di cut-out, curve di efficienza - C_p , costante d'inerzia, etc.)
 - Generatori fotovoltaici ove presenti (modello/nome dei pannelli costituenti la stringa, configurazione della stringa, caratteristica corrente/tensione, descrizione dello stadio CC/CC di disaccoppiamento, sistema di inseguimento, etc.)

³⁴ Per gli impianti idroelettrici si intende la correzione per salto motore differente dal valore nominale

- Macchine asincrone (generatori Full Converter) ove presenti (modello, potenza apparente, tensione, potenza attiva di targa, etc.)
- Macchine asincrone a doppia alimentazione (generatori DFIG) ove presenti (modello, potenza apparente, tensione, numero di poli, scorrimento nominale, etc.)
- Convertitori (modello, potenza apparente, tensione lato CA e CC, curve di capability del convertitore CA, etc.)
- Trasformatori: modello, potenza, tensioni, reattanza di corto-circuito, caratteristiche del variatore di rapporto (ove presente), etc.
- Regolatore di turbina, ove presente:
 - Schema a blocchi del sistema di controllo di pitch
 - Schema a blocchi del regolatore di inerzia sintetica
- Sistema di controllo dei convertitori:
 - Schema a blocchi del controllo della potenza attiva
 - Schema a blocchi del controllo della frequenza (comprensivo di funzione ILF)
 - Schema a blocchi del controllo della potenza reattiva
 - Schema a blocchi del controllo della tensione lato CA
 - Schema a blocchi del controllo lato CC
 - Controllo LVRT
- Stadio CC/CC di disaccoppiamento, ove presente:
 - Descrizione dei convertitori e schema a blocchi del sistema di controllo
- Sistema di controllo coordinato del parco di generazione (PPC):
 - Schema a blocchi del controllo della potenza attiva
 - Schema a blocchi del controllo della frequenza (comprensivo di funzione ILF)
 - Schema a blocchi del controllo della potenza reattiva (comprensivo di SART, ove presente)
 - Schema a blocchi del controllo della tensione lato CA
 - Schema a blocchi del controllo lato CC
 - Controllo LVRT
- Collegamenti aerei o in cavo (lunghezza, datasheet dei conduttori o dei cavi, etc.)
- Reattori e condensatori di compensazione reattiva ove presenti (modello, tensione, potenza nominale, descrizione e schemi a blocchi di logiche correlate ove presenti, etc.)
- o Curve di correzione della potenza in funzione delle condizioni ambientali

Tutta la documentazione fornita deve contenere i parametri necessari a caratterizzare macchine, apparati e schemi a blocchi. Terna considererà i valori comunicati come parametri ufficiali e corrispondenti al normale esercizio dell'UP.

Inoltre, si richiede la fornitura dell'elenco della documentazione da produrre per l'accesso in impianto del personale incaricato dell'esecuzione delle prove.

ANNEX B. PROVE DA EFFETTUARE SU GENERATORI IN BASE ALLO STATO O A MODIFICHE DI IMPIANTO

B.1 Generatori sincroni

Con riferimento alle verifiche di cui al §6.4, in Tabella 10 sono riportate le prove da effettuare su gruppi di generazione (o unità di produzione se del caso) di tipo sincrono, in base allo stato o a particolari modifiche dell'impianto o dei suoi sistemi di controllo.

Prova	Verifica in fase di prima attivazione	Verifica periodica	Verifica in fabbrica di AVR/Eccitatrice (prove di tipo)	Prove per ammodernamento o modifiche significative		
				Aggiornamento/sostituzione di sistemi inerenti alla regolazione di carico o frequenza ¹	Aggiornamento/sostituzione di sistemi inerenti alla regolazione di tensione ²	Aggiornamento/sostituzione SART ³
FMIS	✓			✓		
PSET	✓	✓		✓		
FSMLFSM	✓	✓		✓		
INS	✓	✓		✓		
DINF100		✓ (*)		✓ (*)		
DINF250		✓ (**)		✓ (**)		
DINF	✓	✓		✓		
PMAX	✓	✓		✓		
PMIN	✓	✓		✓		
ILF	✓	✓		✓		
F1HZ	✓	✓		✓		
LINIDR	✓ (***)			✓ (***)		
LINTR	✓ (***)			✓ (***)		
STAV	✓	✓			✓	
COMP	✓				✓	
DINV	✓				✓	
LIM	✓	✓ (****)			✓	
VFMAX	✓				✓	
VRID			✓			
TCEI			✓			
IMAX			✓			
STPAVRAP			✓			
SINAVRAP			✓			
SMORZ	✓	✓			✓	
SINVR						
STEPVSI			✓			
SINVSI			✓			
SFAVF	✓	✓			✓	
2CHPSS						
LIMSART	✓ (***)	✓ (***) (****)			✓ (***)	✓

STAQ	✓ (***)				✓ (***)	✓
DINQ	✓ (***)				✓ (***)	✓
STARTS	✓ (***)				✓ (***)	✓
DINRTS	✓ (***)				✓ (***)	✓
DIS	✓ (*****)	✓ (*****)				
VPAS		✓ (*****)		✓ (*****)	✓ (*****)	✓ (*****)

(*) Per impianti connessi alla rete continentale ai quali non si applica il Regolamento Europeo 2016/631 [15].

(**) Per impianti connessi in Sardegna e in Sicilia ai quali non si applica il Regolamento Europeo 2016/631 [15].

(***) Ove applicabile.

(****) Limitatamente all'ambito della verifica periodica, tale prova può essere svolta portando il gruppo di generazione a valori di potenza attiva e reattiva corrispondenti ai soli 4 punti estremi individuati sulla curva di capability.

(*****) Applicabile ad impianti dotati di apparato UPDM.

(*****) Applicabile ad impianti che prestano servizi di rete per cui sono richiesti test di prequalifica.

¹ Regolatore di velocità, modifiche significative ai componenti (es: sostituzione turbina, bruciatori, organi di manovra, rifacimenti parziali o totali dei componenti che concorrono alla regolazione di velocità).

² Regolatore di tensione, PSS, modifiche significative ai componenti (es: sostituzione eccitatrice, alternatore, rifacimenti parziali o totali dei componenti che concorrono alla regolazione di tensione).

³ Applicabile anche in caso di sostituzione di componenti o parti che ne influenzano il funzionamento (es: catena di misura).

Tabella 10: Prove da effettuare su gruppi di generazione sincroni in base allo stato dell'impianto

B.2 PPM

Con riferimento alle verifiche di cui al §6.4, in Tabella 11 sono riportate le prove da effettuare su PPM in base allo stato o a particolari modifiche dell'impianto o dei suoi sistemi di controllo.

Prova	Verifica in fase di prima attivazione	Verifica periodica	Prove per ammodernamento o modifiche significative: aggiornamento/sostituzione di sistemi inerenti alla regolazione di carico, frequenza o tensione ¹
PPM-AVV	✓		✓ (****)
PPM-PLIM	✓		✓
PPM-FMIS	✓		✓
PPM-PMAX	✓	✓	✓
PPM-FSMLFSM	✓	✓	✓
PPM-ILF	✓		✓
PPM-LIMQ	✓	✓ (**)	✓
PPM-V	✓	✓	✓
PPM-ARM	✓		✓
PPM-DIS	✓ (*)	✓ (*)	
PPM-VPAS		✓ (***)	✓ (***)

(*) Applicabile ad impianti dotati di apparato UPDM.

(**) Limitatamente all'ambito della verifica periodica, tale prova può essere svolta in corrispondenza del solo punto di funzionamento con produzione pari ad almeno il 60% della potenza nominale del PPM.

(***) Applicabile ad impianti che prestano servizi di rete per cui sono richiesti test di prequalifica.

(****) Con riferimento alla sola modalità di esecuzione sul sistema di parallelo dei singoli moduli del PPM, tale prova dovrà essere svolta su un singolo modulo per ciascuna nuova tipologia di modulo installata o oggetto di modifiche significative.

¹ Sistema di controllo di frequenza e tensione, sostituzione di generatori e/o inverter, modifiche significative ai componenti (es: rifacimenti parziali o totali dei componenti che concorrono alla regolazione di frequenza o tensione). Tali prove dovranno essere svolte soltanto nel caso in cui le suddette modifiche interessino sistemi aventi complessivamente influenza su componenti per almeno il 10% della taglia dell'impianto. Resta inteso che per tutti i nuovi componenti è obbligatorio produrre la necessaria documentazione che ne attesti la conformità alle prescrizioni del CdR, in modo tale da non indurre un degrado delle prestazioni del PPM.

Tabella 11: Prove da effettuare su PPM in base allo stato dell'impianto