



Ricerca di Sistema elettrico

## Attività per la consegna in Giappone delle Switching Network Unit del Solenoide Centrale di JT-60SA

A. Lampasi, G. Maffia, P. Zito

ATTIVITÀ PER LA CONSEGNA IN GIAPPONE DELLE SWITCHING NETWORK UNIT  
DEL SOLENOIDE CENTRALE DI JT-60SA

A. Lampasi, G. Maffia, P. Zito

Settembre 2016

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA  
Piano Annuale di Realizzazione 2015  
Area: GENERAZIONE DI ENERGIA ELETTRICA CON BASSE EMISSIONI DI CARBONIO  
Progetto: B.3.2 – Attività di Fisica della Fusione Complementari a ITER  
Obiettivo: A3 - Realizzazione degli "Switching Network Unit" (SNU)  
Responsabile del Progetto: A. Pizzuto, ENEA

## Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 FASI DEL PROGETTO SNU.....	6
3 OBIETTIVI E PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DI UNA SNU IBRIDA.....	6
4 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL SISTEMA.....	9
5 PREPARAZIONE ALLA SPEDIZIONE DELLE SNU.....	11
6 SPEDIZIONE DEI CONTAINER IN GIAPPONE.....	13
7 ISPEZIONE AL PORTO DI YOKOHAMA E CONSEGNA A JT-60SA.....	15
8 ACCEPTANCE DATA PACKAGE.....	17
9 CONCLUSIONI.....	18
10 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	19
11 ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI.....	21

## Sommario

JT-60SA è un tokamak “satellite” di ITER situato a Naka in Giappone e frutto della collaborazione tra Unione Europea e Giappone nell’ambito dell’accordo internazionale denominato Broader Approach (BA) che stabilisce il contributo di alcune nazioni europee, tra cui l’Italia, alle tecnologie per la fusione nucleare. Nel quadro di questa collaborazione internazionale, l’ENEA ha il compito di fornire le quattro switching network unit (SNU) per gli alimentatori dei quattro moduli superconduttivi del solenoide centrale (CS) di JT-60SA.

Le SNU sono inserite nei tokamak moderni per indurre e sostenere la corrente di plasma. A questo scopo, le SNU sfruttano l’energia magnetica immagazzinata negli avvolgimenti poloidali attraverso l’inserimento di appropriati resistori nei circuiti di alimentazione degli avvolgimenti stessi. La corretta operazione di tali sistemi è indispensabile per la formazione del plasma di fusione.

La principale criticità delle SNU del CS di JT-60SA consiste nel dover aprire in meno di 1 ms correnti continue fino a 20 kA producendo ai loro capi tensioni fino a 5 kV. Non essendo disponibili sul mercato soluzioni adatte allo scopo, è stato sviluppato un progetto dedicato, gestito dall’ENEA in costante coordinamento con i partner internazionali Fusion for Energy (F4E) e Japan Atomic Energy Agency (JAEA), divenuta National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST).

Le attività per la consegna in Giappone delle SNU hanno avuto durata pluriennale:

- La Call for Tender per la realizzazione delle SNU è iniziata nel 2012, ma gli incontri per la stesura delle specifiche tecniche erano già in corso da diversi anni.
- A seguito di una procedura negoziata gestita dall’ENEA, la realizzazione industriale del prototipo è stata affidata all’impresa OCEM Energy Technology di Bologna.
- Nel corso del 2013, la documentazione di progetto (First Design Report) presentata dall’ENEA è stata approvata ufficialmente del team di coordinamento internazionale di JT-60SA.
- Nel corso del 2014 sono state effettuate numerose prove sulla prima SNU (prototipo a piena scala) e sui suoi componenti più critici (Factory Type Test). La prova più importante è stata eseguita nei laboratori del Centro Ricerche ENEA di Frascati anche a piena corrente (20 kA) e piena tensione (5 kV).
- Dato l’esito positivo delle prove di tipo, sono state realizzate le ulteriori tre SNU “di serie”. Nel corso del 2015 anche le tre nuove SNU hanno subito una serie di prove di accettazione più contenute.
- Dopo l’esito positivo di tutti i test sulle SNU, i componenti della fornitura (quattro SNU e un Local Control Cubicle) sono stati spediti in Giappone per la messa in servizio in JT-60SA.
- Le attività per la fornitura delle SNU sono state completate con la consegna in Giappone nel 2016.

# 1 Introduzione

Il presente rapporto descrive le attività svolte nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico per il Piano Annuale di Realizzazione (PAR) 2015 dell'Obiettivo A3 dell'Accordo di Programma tra Ministero dello Sviluppo Economico ed ENEA, finalizzato alla realizzazione delle SNU dell'esperimento internazionale per la fusione nucleare denominato JT-60SA.

Le SNU sono inserite nei tokamak moderni per indurre e sostenere la corrente di plasma. A questo scopo, le SNU sfruttano l'energia magnetica immagazzinata negli avvolgimenti poloidali attraverso l'inserimento di appropriati resistori nei circuiti di alimentazione degli avvolgimenti stessi.

Il CS del nuovo tokamak JT-60SA è diviso quattro moduli superconduttori, ognuno dei quali è alimentato da un circuito di alimentazione indipendente che include un convertitore AC/DC a 4 quadranti e una SNU.

JT-60SA è un progetto in corso di realizzazione a Naka in Giappone, frutto della collaborazione tra Unione Europea e Giappone il cui obiettivo principale è lo sfruttamento della fusione nucleare per la produzione di energia. Si tratta di un aggiornamento superconduttore ("super, advanced") del preesistente tokamak denominato JT-60. Nel quadro di questa collaborazione internazionale, l'ENEA ha il compito di fornire le quattro SNU per gli alimentatori del solenoide centrale (CS) di JT-60SA.

Le attività per la fornitura delle SNU sono durate diversi anni e sono state completate con la consegna delle SNU in Giappone nel 2016. Il presente rapporto descrive le principali caratteristiche delle SNU sviluppate per il CS di JT-60SA e le attività per la loro consegna in Giappone.

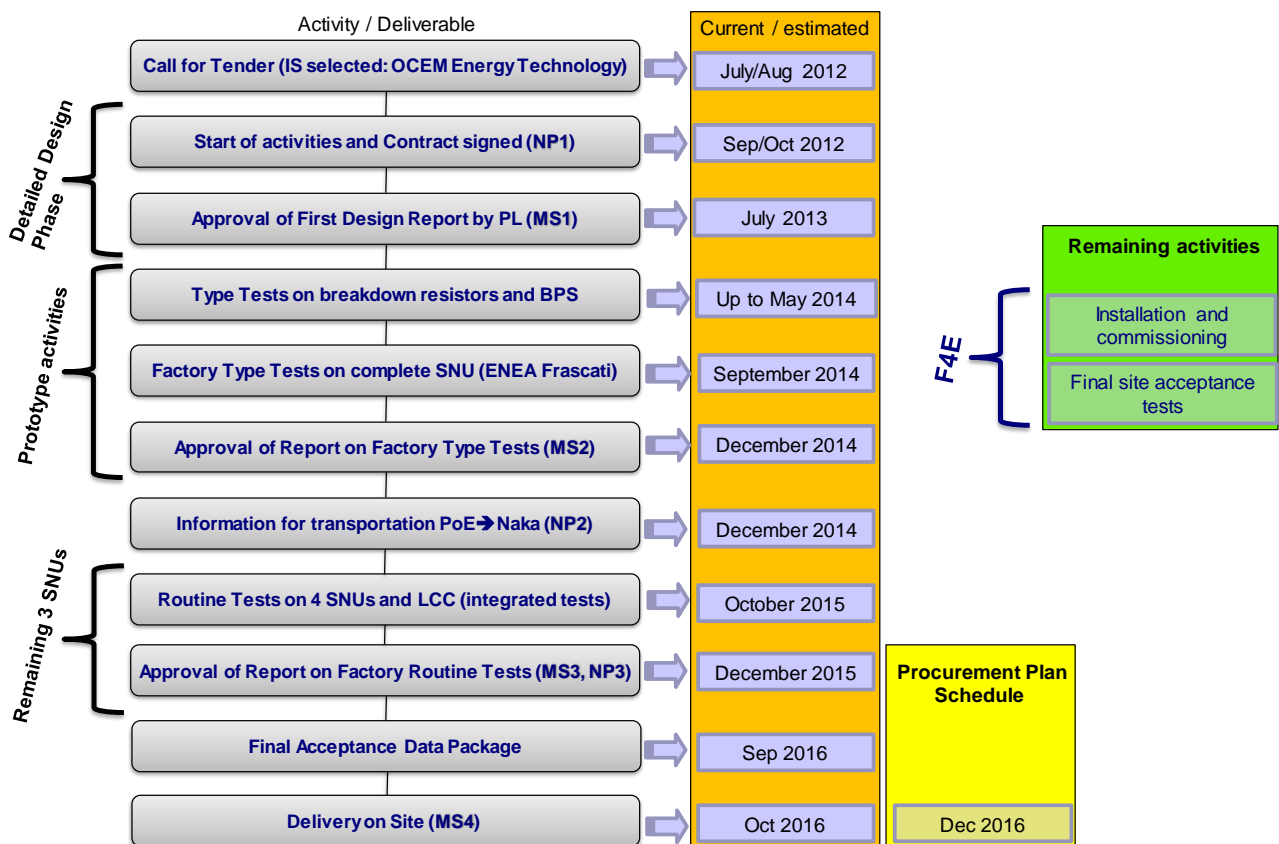


Figura 1. Riepilogo delle principali fasi della fornitura delle quattro SNU del CS di JT-60SA (sono riportati in particolare le milestone e i notification point relativi agli accordi internazionali).

## 2 Fasi del progetto SNU

Le attività per la consegna in Giappone delle SNU hanno avuto durata pluriennale. Le principali fasi di queste attività sono riassunte nella Figura 1. In particolare, sono evidenziati le milestone e i notification point relativi agli accordi internazionali.

La Call for Tender per la realizzazione delle SNU è iniziata nel 2012, ma gli incontri per la stesura delle specifiche tecniche erano già in corso da diversi anni.

A seguito di una procedura negoziata gestita dall'ENEA, la realizzazione industriale del prototipo è stata affidata all'impresa OCEM Energy Technology di Bologna.

Nel corso del 2013, la documentazione di progetto (First Design Report) presentata dall'ENEA è stata approvata ufficialmente del team di coordinamento internazionale di JT-60SA.

Data la specificità dei sistemi da fornire, si è stabilito di sviluppare prima un prototipo a piena scala che andrà poi a costituire la prima SNU della fornitura. L'impresa OCEM ha completato l'assemblaggio di tutti gli elementi del prototipo nel settembre 2013. Nella versione definitiva il prototipo è costituito da sei cubicle (armadi) nella configurazione che sarà presentata nel seguito di questo rapporto.

Nel corso del 2014 sono state effettuate numerose prove sul prototipo e sui suoi componenti più critici (Factory Type Test). La prova più importante è stata eseguita sul prototipo completo a piena corrente (20 kA) e piena tensione (5 kV) nei laboratori del Centro Ricerche ENEA di Frascati. Il prototipo di SNU è stato inserito nel circuito di alimentazione del trasformatore (solenoide) centrale del tokamak FTU dell'ENEA, in condizioni anche più onerose di quelle previste durante gli esperimenti di JT-60SA.

Dopo l'esito positivo di tali prove, il fornitore industriale OCEM Energy Technology è stato autorizzato a realizzare, conformemente al prototipo, le ulteriori tre SNU "di serie". Nella estate del 2015 sono stati completati tutti gli altri elementi di queste ulteriori tre SNU.

Anche le tre nuove SNU hanno subito una serie di prove di accettazione che saranno descritte nel presente rapporto. Secondo gli accordi internazionali e il contratto con il fornitore industriale, poiché il prototipo è stato esaustivamente caratterizzato, le prove sulle tre ulteriori unità sono state più contenute.

La fornitura finale è costituita dal prototipo, dalle successive tre SNU e dal Local Control Cubicle (LCC), un sistema che coordina le operazioni delle quattro SNU ed è in contatto con il sistema di supervisione e controllo globale di JT-60SA.

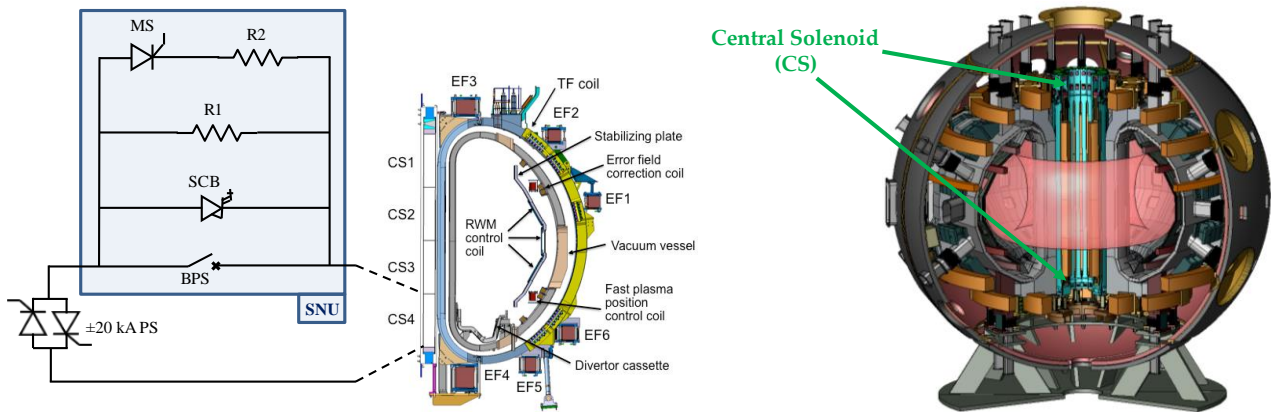
La consegna in Giappone di tutta la fornitura è stata completata nel corso del 2016.

## 3 Obiettivi e principi di funzionamento di una SNU ibrida

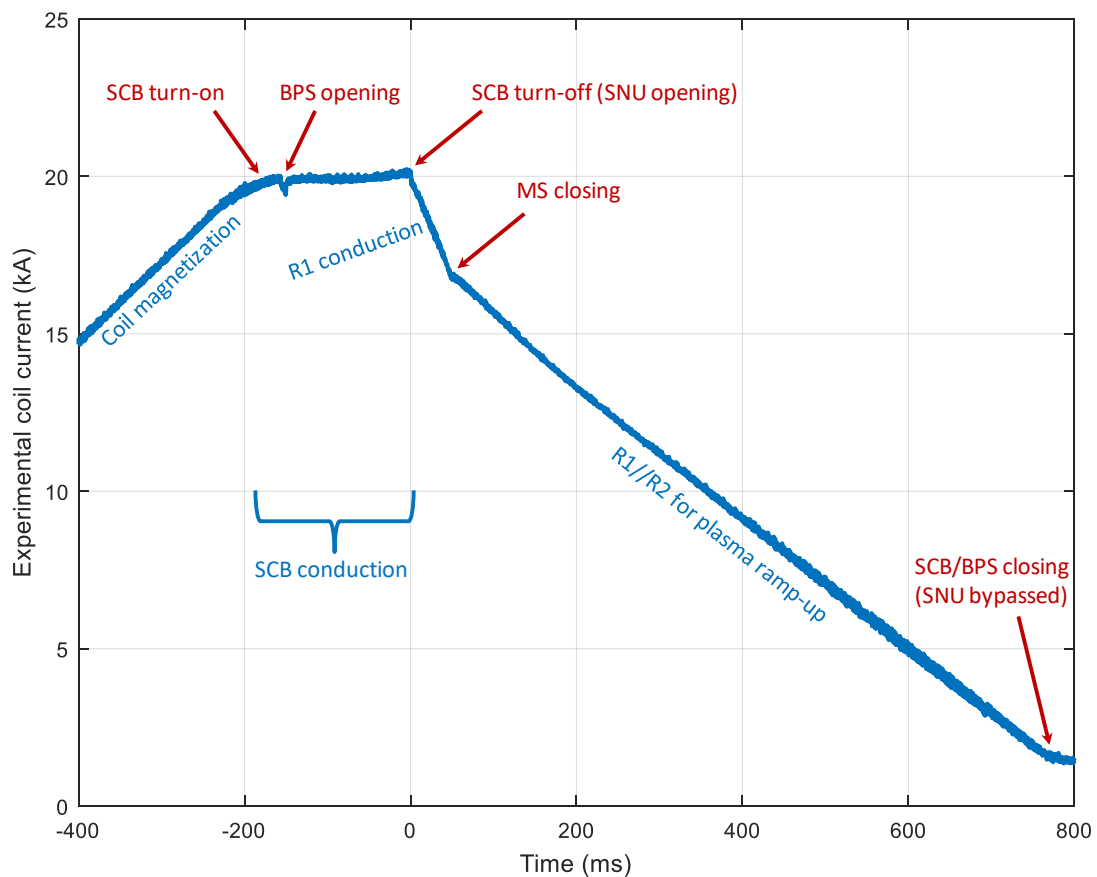
Il CS del tokamak JT-60SA e i sistemi per alimentarlo sono illustrati in Figura 2. Come evidenzia questa figura, il CS è diviso in quattro moduli superconduttori, denominati CS1, CS2, CS3 e CS4, ognuno dei quali collegato ad un circuito di alimentazione a quattro quadranti e a una SNU indipendente. Lo schema della SNU in Figura 2 si riferisce in particolare al modulo denominato CS4, ma, anche se i circuiti di alimentazione dei quattro moduli del CS differiscono per alcuni parametri, nel progetto finale è stato deciso di costruire quattro SNU identiche ed intercambiabili.

La funzione principale di una SNU consiste nell'inserire velocemente al momento opportuno un resistore di breakdown del banco R1 e, successivamente, un resistore del banco R2.

La Figura 3 riassume i principi di funzionamento e le operazioni di una SNU realizzata in questo progetto, partendo da una forma d'onda sperimentale salvata durante un test a piena corrente (20 kA) e piena tensione (5 kV). Per ottenere questi livelli di tensione e corrente, durante il test le resistenze di breakdown (vedi Figura 4) sono state impostate per assumere rispettivamente i valori  $R1=250\text{ m}\Omega$  e  $R2=25\text{ m}\Omega$ .



**Figura 2. Schema finale del circuito di alimentazione di un modulo del CS di JT-60SA con indicazione della posizione del CS all'interno del tokamak.**



**Figura 3. Principi di funzionamento e operazioni di una SNU spiegate su una forma d'onda sperimentale salvata durante un test a piena corrente (20 kA) e piena tensione (5 kV).**

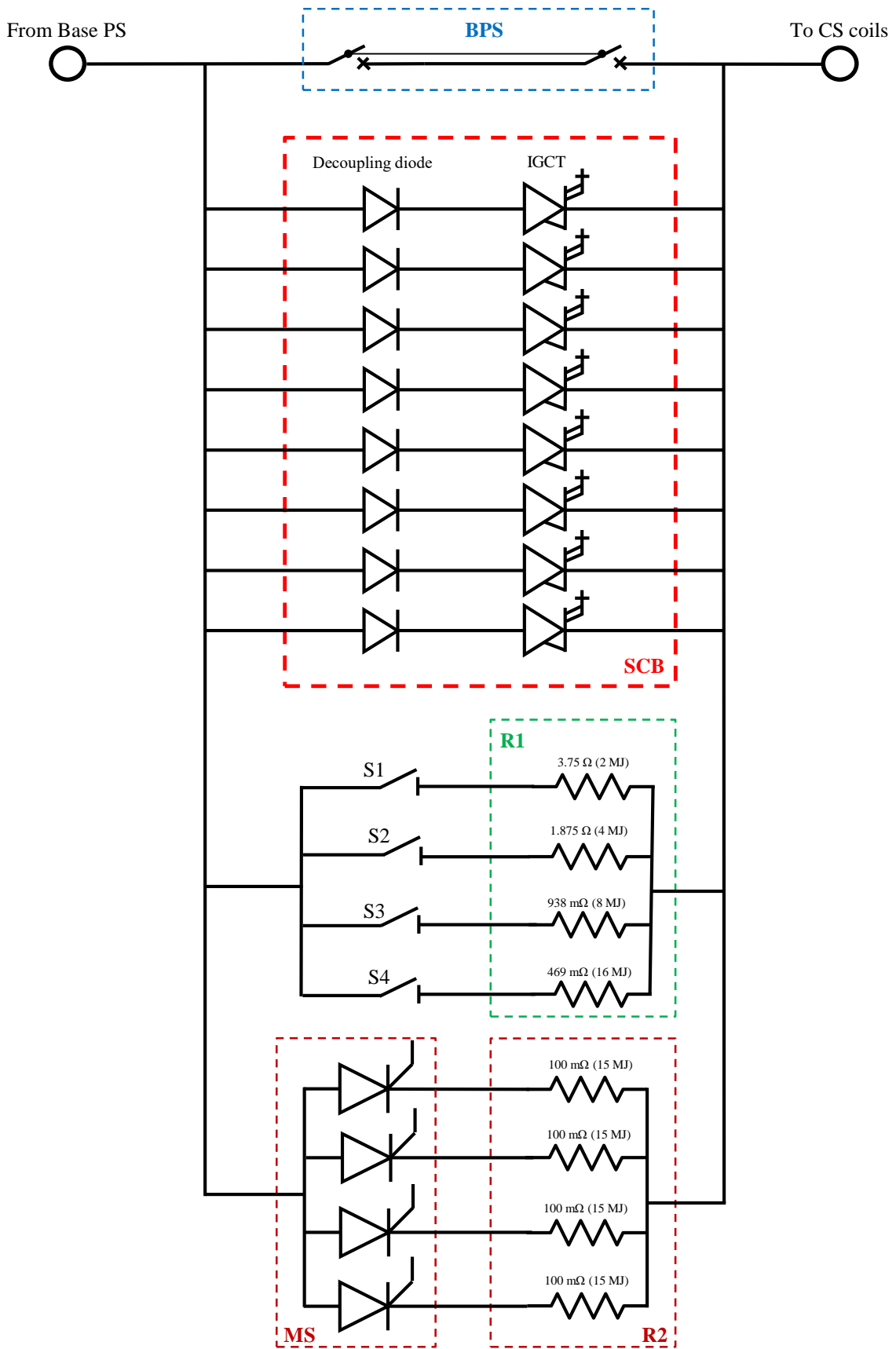


Figura 4. Circuito semplificato di una SNU del CS.



## 4 Principali caratteristiche del sistema

La Figura 4 mostra lo schema finale delle SNU realizzate durante il progetto. La commutazione principale della SNU è basata su una configurazione ibrida elettromeccanica-statica, ottenuta inserendo un sistema elettronico (SCB) in parallelo ad un contattore meccanico (by-pass switch, BPS).

L'SCB è costituito da otto rami nominalmente identici. Ogni ramo contiene uno stack con un integrated gate commutated thyristor (IGCT) e un diodo di disaccoppiamento in serie all'IGCT. Ogni ramo è supportato da un circuito di snubber "progressivo", progettato specificatamente per l'applicazione, in grado di regolare la velocità di salita della tensione allo scopo di ridurre lo stress sui componenti interni ed esterni alle SNU. Gli stack degli SCB, come i tiristori del making switch (MS), sono raffreddati da acqua demineralizzata che verrà fornita dall'impianto JT-60SA.

Le Figure 5, 6 e 7 illustrano la struttura e il layout del sistema finale (costituito dalle quattro SNU comandate dall'LCC).

Le Figura 5 e 6 riportano il layout attualmente concordato con i partner di progetto. In particolare, Figura 6 fornisce il dettaglio della zona della Rectifier Room di JT-60SA dedicata alle quattro SNU del CS ed alla loro unità di controllo LCC. La figura indica la posizione di ogni singola SNU, ma gli accordi prevedono che le SNU siano intercambiabili tra di loro.

La Figura 7 mostra l'intero sistema (4 SNU più l'LCC) assemblato e collegato negli stabilimenti di OCEM Energy Technology allo scopo di riprodurre il più possibile la configurazione finale che il sistema avrà nella Rectifier Room del sito JT-60SA di Naka. Questa configurazione è stata utilizzata anche per le prove in fabbrica. Nella stessa Figura 7 sono visibili anche il generatore di prova da oltre 1300 A e il carico induttivo (dummy load) utilizzati per le prove.

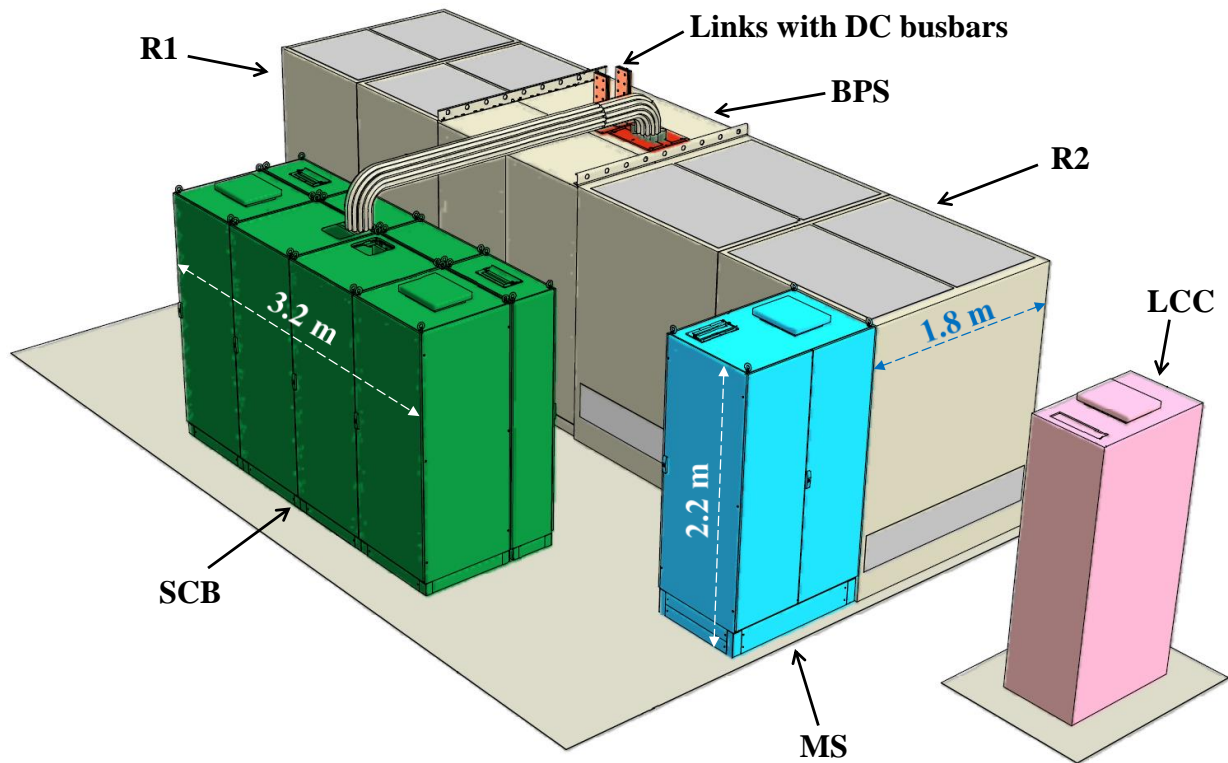


Figura 5. Layout 3D definitivo di una SNU e del controllore LCC.

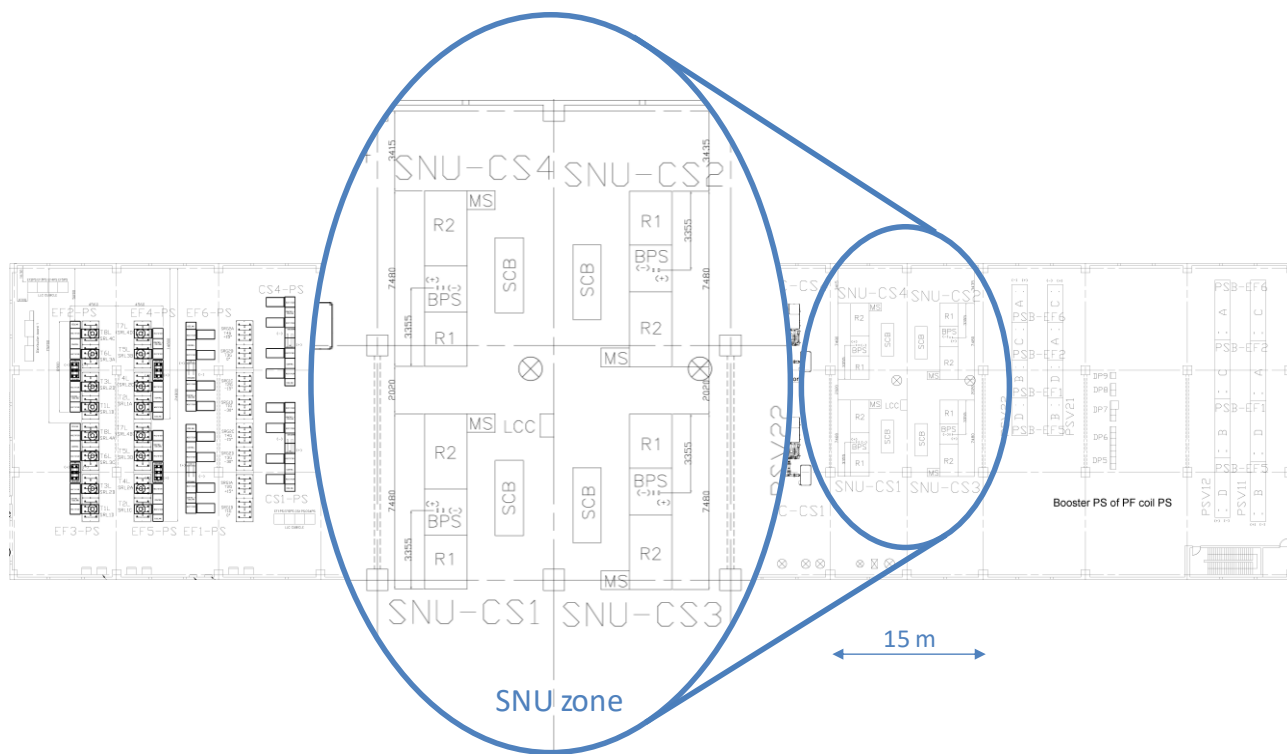


Figura 6. Layout della Rectifier Room di JT-60SA con il dettaglio della zona dedicata alle quattro SNU del CS.

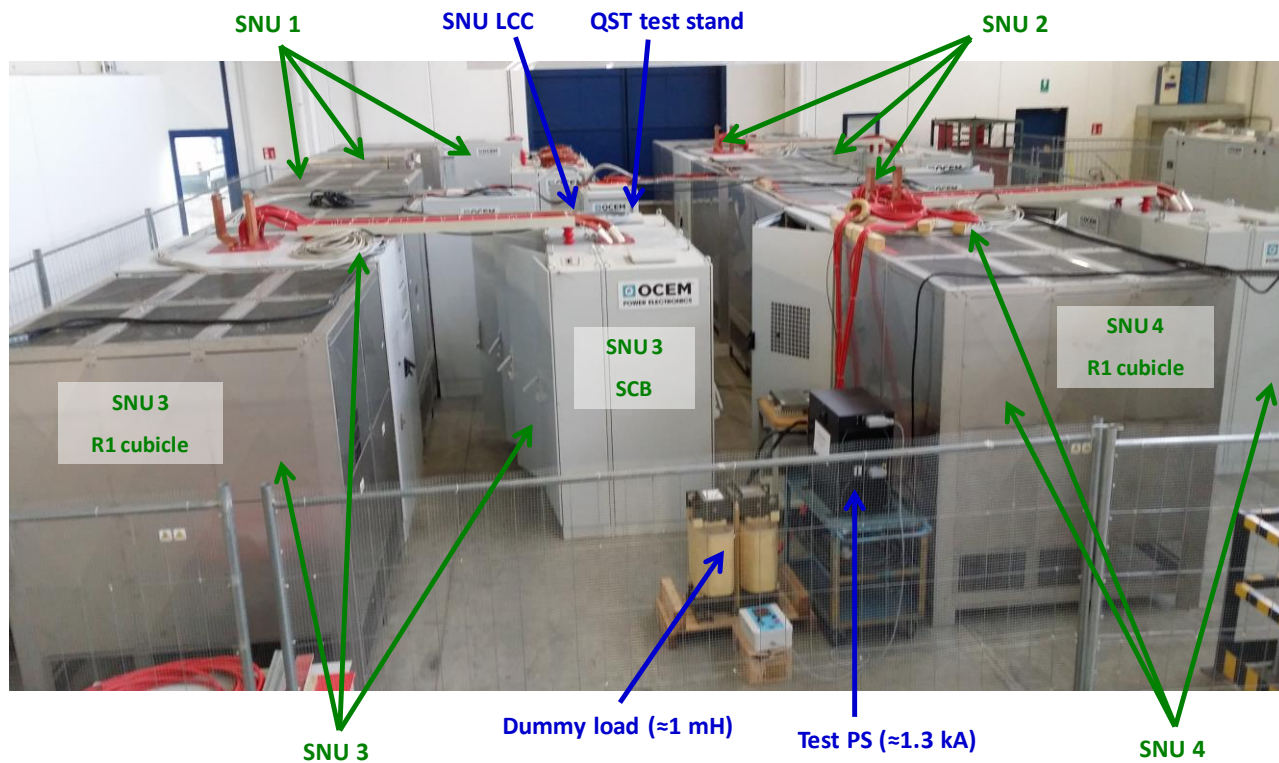


Figura 7. Sistema completo (4 SNU più l’LCC) assemblato nella configurazione finale (con spazi più ristretti rispetto a JT-60SA). Sono visibili anche il generatore e il carico utilizzati per le prove.

## 5 Preparazione alla spedizione delle SNU

Dopo l'esito positivo di tutti i test sulle SNU, i componenti della fornitura sono stati preparati per la spedizione in Giappone via mare.

Gli elementi sono stati imballati in 52 casse di legno all'interno degli stabilimenti OCEM (vedi Figura 8). Come mostrato nelle Figure 9 e 10, diversi accorgimenti sono stati introdotti per evitare problemi durante il trasporto. Almeno 200 shock detector sono stati applicati ai cubicoli e alle casse.



**Figura 8. Le 52 casse di legno negli stabilimenti OCEM pronte per la spedizione.**



**Figura 9. Stack degli SCB rimossi dai relativi cubicoli per la spedizione in casse separate. Nella foto sono visibili alcuni shock detector gialli.**





Figura 10. Cubicoli inseriti nelle sacche “moisture-proof” prima di richiuderli nelle casse di legno.

## 6 Spedizione dei container in Giappone

Le 52 casse sono rimaste nei magazzini della OCEM fino al momento della spedizione. Alla fine di luglio 2016 sono state caricate in cinque container per il trasporto via mare.

Alcuni momenti di questo carico sono mostrati nelle Figure 11, 12 e 13. Nelle foto in Figura 11 sono visibili anche due shock detector, rispettivamente giallo e blu (il colore ne determina la sensibilità).

I container contenenti le casse hanno viaggiato via terra dalla sede di OCEM a Crespellano (BO) fino al porto di La Spezia.



**Figura 11. Carico delle casse di legno sui container per il trasporto via mare. Nelle foto sono visibili anche due shock detector (rispettivamente giallo e blu).**





Figura 12. Foto di rito prima della chiusura dell'ultimo container in partenza per il Giappone.



Figura 13. L'ultimo container lascia la sede della OCEM per il porto di La Spezia.



## 7 Ispezione al porto di Yokohama e consegna a JT-60SA

I cinque container hanno viaggiato via mare dal porto di La Spezia fino a quello di Shanghai, dove sono state trasferite su un'altra nave per il trasporto fino al porto di Yokohama. Le principali tappe di questo viaggio sono schematizzate in Figura 14.

Al porto di Yokohama i sigilli sono stati rimossi e i container sono stati riaperti per l'ispezione da parte dei rappresentanti di ENEA, OCEM, F4E e QST (Figure 15 e 16).

Figura 17 mostra le casse contenenti i componenti delle SNU finalmente posizionate nella Rectifier Room di JT-60SA a Naka pronte per l'installazione che comincerà a partire da ottobre 2016.



Figura 14. Le principali tappe del viaggio delle SNU dall'Italia al Giappone.



Figura 15. Apertura dei container al porto di Yokohama per l'ispezione da parte di ENA, OCEM, F4E e QST.





Figura 16. Rappresentanti di QST, ENEA, F4E e OCEM davanti alle casse delle SNU al termine dell'ispezione.



Figura 17. I componenti delle SNU finalmente pronti per l'installazione nella Rectifier Romm di JT-60SA a Naka.



## 8 Acceptance Data Package

La consegna è stata completata con il cosiddetto “Acceptance Data Package” cioè di tutta la documentazione utile a ricostruire il progetto, i test e le varie fasi della fornitura nonché a programmare le attività future di installazione, messa in servizio e manutenzione.

Nel seguito sono elencati i principali documenti costituenti l’Acceptance Data Package:

1. Final Design Report;
2. Test report;
3. Control plan;
4. List of spare parts;
5. LCC software (PXI controller, FPGA, HMI);
6. Material and component certification;
7. Shipment documentation;
8. Record of transport inspection;
9. Specification for handling and transportation;
10. Site installation plan;
11. Site commissioning program;
12. Operation and maintenance manual.

## 9 Conclusioni

Il presente rapporto ha descritto le attività svolte nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico per il PAR 2015 e finalizzate alla fornitura delle SNU dell'esperimento internazionale JT-60SA.

In particolare, l'anno appena concluso ha visto la fine delle attività con la consegna delle SNU in Giappone per l'installazione e la messa in servizio integrata con gli altri componenti del tokamak JT-60SA.

La fornitura è stata gestita dall'ENEA che ha operato in stretta collaborazione con i partner internazionali F4E e QST.

JT-60SA è un tokamak "satellite" di ITER situato a Naka in Giappone e frutto della collaborazione tra Unione Europea e Giappone per lo sfruttamento della fusione nucleare come fonte di energia. Il primo plasma di JT-60SA è programmato per l'anno 2019.

Anche se i sistemi sono stati dimensionati per le esigenze di JT-60SA, le soluzioni studiate ed adottate possono trovare impiego in altre macchine da fusione e in tantissimi altri settori industriali dove è richiesto di interrompere velocemente alte correnti continue.

## 10 Riferimenti bibliografici

1. A. Lampasi, et al., Final design of the Switching Network Units for the JT-60SA Central Solenoid, *Fusion Eng. Des.* 89 (2014) 342-348.
2. A. Lampasi, et al., First Switching Network Unit for the JT-60SA superconducting Central Solenoid, Elsevier *Fusion Engineering and Design*, 2015.
3. L. Novello, et al., Present Status of the new Power Supply Systems of JT-60SA procured by EU, Elsevier *Fusion Engineering and Design*, 2015.
4. A. Lampasi, P. Zito, L. Novello, M. Matsukawa, K. Shimada, F. Burini, G. Taddia, S. Tenconi, Final tests of the four switching network units procured by the European Union for JT-60SA, 29th Symposium on Fusion Technology (SOFT), Prague, Czech Republic, 5-9 September 2016.
5. A. Lampasi, P. Zito, F. Starace, P. Costa, G. Maffia, E. Gaio, V. Toigo, L. Zanotto, S. Minucci, S. Ciattaglia, M. C. Falvo, The DTT device: power supply and electrical distribution system, 29th Symposium on Fusion Technology (SOFT), Prague, Czech Republic, 5-9 September 2016.
6. A. Lampasi, G. Maffia, G. Taddia, S. Tenconi, P. Zito, ETHICAL: A Modular Supercapacitor-Based Power Amplifier for High-Current Arbitrary Generation, 16th IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), Florence, Italy, 7-10 June 2016.
7. G. Maffia, A. Lampasi, P. Zito, A New Generation of Pulsed Power Supplies for Experimental Physics Based on Supercapacitors, 15 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC 2015), Rome, Jun 2015.
8. L. Novello, O. Baulaigue, A. Coletti, N. Dumas, A. Ferro, E. Gaio, A. Lampasi, A. Maistrello, M. Matsukawa, K. Shimada, K. Yamauchi, P. Zito, *Advancement on the Procurement of Power Supply Systems for JT-60SA*, IEEE 25th Symposium On Fusion Engineering (SOFE), Austin, Texas, USA, May 31-June 4, 2015.
9. F. Burini, Y. Kuate-Fone, G. Taddia, S. M. Tenconi, A. Lampasi, P. Zito, M. Matsukawa, K. Shimada, A. Coletti, L. Novello, *Design and implementation of four 20 kA, 5 kV hybrid switching networks for plasma ignition in the international tokamak JT-60SA*, 40th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society IECON 2014, pp. 5035-5040, Oct. 29 2014-Nov. 1 2014.
10. P. Zito, D. A. Lampasi, G. Maffia, G. Candela, A Novel Digital Controller for 12-Pulse Back-to-Back AC/DC Converters in Nuclear Fusion Experiments, International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM 2014), 18-20 Jun. 2014.
11. A. Lampasi, M. Santinelli, Procurement Technical Specifications for the Agreement Of Collaboration F4E-ENEA for the Joint Implementation of the Procurement Arrangement for the Supply of the Switching Network Units for Central Solenoids for the Satellite Tokamak Programme (TS).
12. A. Lampasi, Management and Quality Specifications for the ENEA Industrial Supplier (MQS).
13. JT-60SA Plant Integration Document (PID), Version 3.6, Jul 2014.
14. F. Burini, Y. Kuate Fone, G. Taddia, S. Tenconi, Switching Network Units for the coils CS1, CS2, CS3 and CS4 of the Tokamak JT-60SA First Design Report".
15. A. Coletti, A. Lampasi, L. Novello, User's Manual for the Program to Check the Capability of the JT60SA Poloidal Field Coils Power Supply System with respect to the Experimental Scenarios.
16. K. Yamauchi et al., Electric circuit analysis for plasma breakdown in JT-60SA, *J. Plasma Fusion Res. SERIES*, Vol. 9 (2010), pp. 220-225.
17. M. Matsukawa et al., Optimization of Plasma Initiation Scenarios in JT-60SA, *J. Plasma Fusion Res. SERIES*, Vol. 9 (2010), pp. 264-269.
18. K. Yamauchi et al., Detailed analysis of the transient voltage in a JT-60SA PF coil circuit, *Plasma Science and Technology*, Volume 15, Issue 2, pp. 148-151, Feb. 2013.
19. E. Di Pietro, P. Barabaschi, Y. Kamada, S. Ishida, the JT-60SA Team, Overview of engineering design, manufacturing and assembly of JT-60SA machine, *Fusion Eng. Des.* 89 (2014) 2128-2135.
20. JT-60SA Address map of RM for PS control system.
21. JT-60SA Power Supply System Protection Sequence in Case of Fault.
22. A. Lampasi, G. Maffia, F. Starace, P. Zito, "Realizzazione e collaudo di tre unità di commutazione veloce per JT-60SA", Report Ricerca di Sistema Elettrico RdS/PAR2014/051, Sep. 2015.

23. A. Lampasi, G. Maffia, F. Starace, P. Zito, "Prove sul prototipo finale di Switching Network Unit per l'esperimento internazionale JT-60SA", Report Ricerca di Sistema Elettrico RdS/PAR2013/203, Sep. 2014.
24. A. Lampasi, P. Costa, G. Maffia, F. Starace, P. Zito, "Prototipo di sistema di commutazione veloce da 20 kA DC per applicazioni di fusione nucleare", Report Ricerca di Sistema Elettrico RdS/2013/187, Sep. 2013.
25. A. Lampasi, G. Maffia, F. Starace, "Fornitura di 4 sistemi di commutazione Switching Network Unit per la macchina sperimentale tokamak JT-60SA", Report Ricerca di Sistema Elettrico RdS/2012/257, Sep. 2012.
26. A. Lampasi, "Specifiche tecniche per la realizzazione degli switching network unit dei solenoidi centrali del tokamak JT-60SA", Report Ricerca di Sistema Elettrico RdS/2011/378, Nov. 2011.

## 11 Abbreviazioni ed acronimi

Acronimo	Termine	Definizione
AoC	Agreement of Collaboration	Framework between F4E and VC-DI to reinsure its commitments towards JAEA under the Procurement Arrangements
BA	Broader Approach	Agreement between the Government of Japan and the European Atomic Energy Community for the joint implementation of the activities in the field of fusion energy research
BPS	By-Pass Switch	Electromechanical device that conducts the coil current before and after the breakdown phase in the reference scheme
CBU	Crow-bar Unit	Electrical circuit used to prevent an overvoltage of a power supply
CRL	Current Reversing Link	Links inserted in the PSs to reverse the polarity of the magnetic field
CS	Central Solenoid	Nb <sub>3</sub> Sn conductor consisting of 4 independent modules
CT	Current Transducer	Transducers for current measurements in the SNU
DDP	Detailed Design Phase	In this phase, the IS shall detail the technical solutions selected to comply with the requirements
DMS	Document Management System	BA Document Management System (also known as IDM)
ENEA	ENEA	Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development
EU	EU	Europe
F4E	Fusion for Energy	European joint undertaking for ITER and the Development of Fusion Energy: integral part of the JT-60SA Project EU Home Team ensuring the coordination of implementation of the PA and its interfaces with other PAs in BA activities
FTU	Frascati Tokamak Upgrade	ENEA tokamak
GS	Grounding Switch	Switches for SNU safety grounding
IAs	Implementing Agencies	F4E and JAEA
IGCT	Integrated Gate Commutated Thyristor	Power semiconductor electronic device used to switch electric current
IS	Industrial Supplier	The company selected by ENEA to provide the supplies, services or works described in these Technical Specifications, according to a Procurement Contract
ITER	ITER	International research and engineering project which is currently building the world's largest and most advanced experimental tokamak nuclear fusion reactor
JAEA	JAEA	Japan Atomic Energy Agency (now QST)

JT-60SA	JT-60SA	JT-60 Super Advanced tokamak, the construction and exploitation of which shall be conducted under the Satellite Tokamak Programme and the Japanese national programme
LCC	Local Control Cubicle	SNU Local Control Cubicle
MS	Making Switch	Switch able to insert the second resistance R2 to support the plasma breakdown phase
PF	Poloidal Field (coil)	In a tokamak, the poloidal field travels in circles orthogonal to the toroidal field
PID	Plant Integration Document	Document defining the technical basis of the JT-60SA Project
PoE	Port of Entry	Port of Entry in Japan (Yokohama)
PA	Procurement Arrangement	Framework between F4E and JAEA for the main governing, financial and collaborative requirements for the supply of a procurement package
PS	Power Supply	–
QPC	Quench Protection Circuit	System to protect superconducting coils
QST	QST	National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (new name of JAEA)
RM	Reflective Memory	Real-time Local Area Network in which each computer always has an up-to-date local copy of the shared memory set
SCB	Static Circuit Breaker	Switch system based on static devices that supports the BPS to satisfy the time specifications
SNU	Switching Network Unit	The main object of this Procurement
SS	Fast SNU Switch	Functional component of a SNU, that can be implemented by several physical devices, able to divert the coil current to a specific set of resistors
STP	Satellite Tokamak Programme	One of the three projects in the BA activities with the purpose to develop JT-60SA
TF	Toroidal Field (coil)	In a tokamak, the toroidal field travels around the torus in circles
TS	Technical Specifications	The Procurement Technical Specifications for the Supply of the Switching Network Units for Central Solenoids for the Satellite Tokamak Programme
VC-DI	Voluntary Contributor Designated Institution	Institution appointed by the Government of the countries (Voluntary Contributors) that give voluntary contributions to Euratom for the implementation of the BA activities