

La Sala ALTA TENSIONE e lo Studio degli Isolamenti

Giovanni Lupò

**Dipartimento di Ingegneria Elettrica
Università degli studi di Napoli FEDERICO II**



La Sala in costruzione (1970)



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI
Facoltà di Ingegneria



IL LABORATORIO ALTA TENSIONE
DELL'ISTITUTO DI ELETTROTECNICA

La Sala Alta Tensione



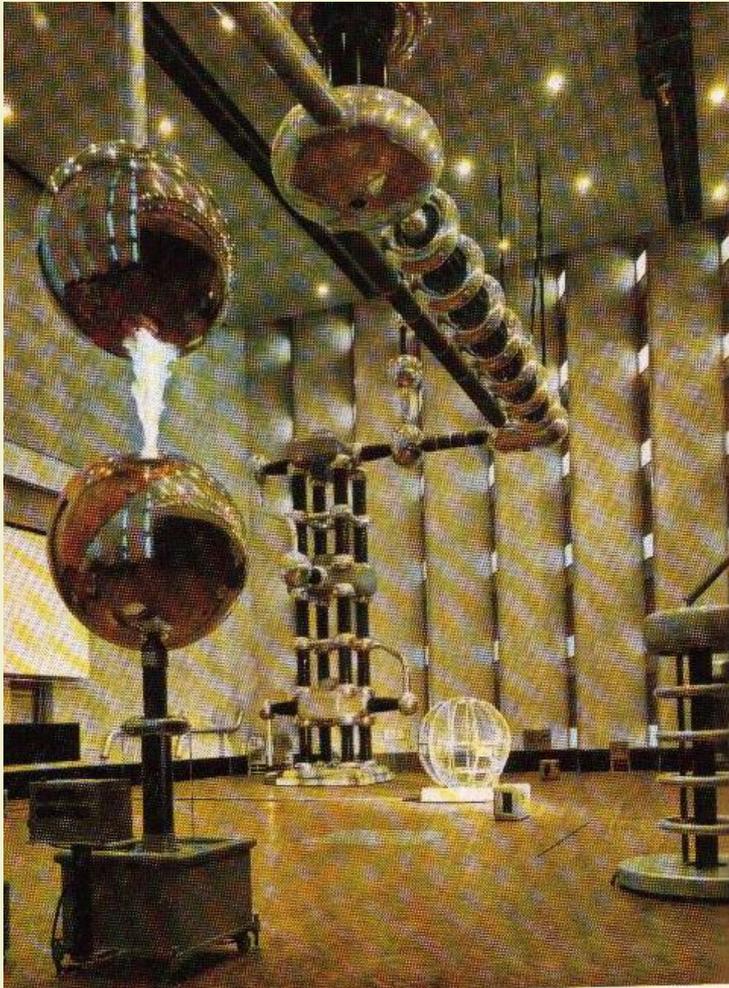
CARATTERISTICHE ed ATTREZZATURE PRINCIPALI

- Dimensioni 32m x 16 m - h= 18m
- Pavimento con struttura metallica multipla e conglomerato conduttivo.
- Pareti con schermo elettromagnetico ed acustico.
- Carro-ponte per movimentazione carichi fino a 10t
- **Trasformatore SIEMENS** a due stadi in cascata alimentato da un alternatore - Tensioni sinusoidali fino a 1.350 kV , 15 ÷ 150 Hz – divisore di tensione capacitivo – banco di comando del sistema generatore-trasformatore.
- **Generatore ad impulso PASSONI & VILLA** a 12 stadi RC ad innesco controllato – tensioni ad fino a 2.400 kV – misura di correnti impulsive fino a 3000 A – spinterometri a sfere con diametro da 12 cm e da 1 m – condensatore zavorra – divisore di tensione – banco di controllo semiautomatico - sistema di acquisizione digitale Tektronix.
- Banco di condensatori PASSONI & VILLA, 10 kV, correnti fino a 300kA, 6 ms
- Banco di condensatori MAXWELL, 30 kV, 1 μ s
- Trasformatore 100kV
- Sistema HAEFELY di acquisizione scariche parziali e diagnostica.

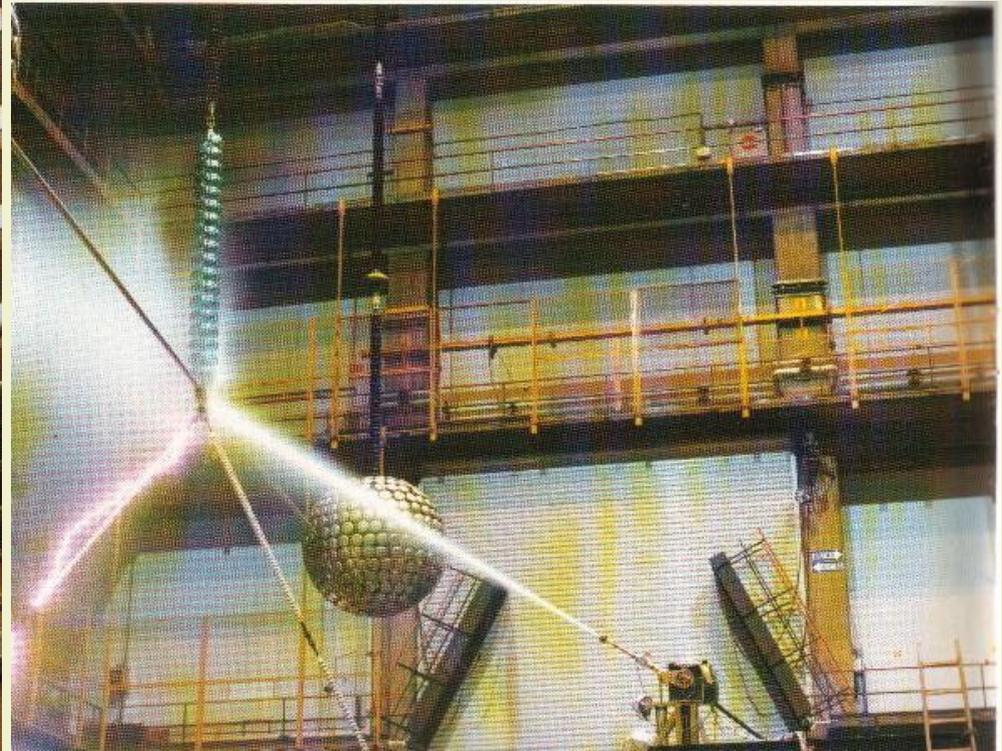
- **ATTIVITA' DIDATTICA**
- **ATTIVITA' DI RICERCA**
- **ATTIVITA' DI SUPPORTO AL TERRITORIO**

Sale AT a confronto (1970)

- TU München



CESI Milano



Sale AT di riferimento (1970-2010)

- TU München - ETH Zürich - TU Delft (NL)
- UK- University of Canterbury, Southampton, Manchester...
- Ohio - Mississippi State University (ICHVE oct. 2010)
-
- EDF - Les Renardières
- CESI - Milano
- HYDRO-QUÉBEC - Montreal
- Centre d' Étude Aéronautiques – Toulouse
- Kema, Arnhem (NL)
- NGK, Nagoya (JP)
-

Progetti HV-UHV



FIG. 4.—Scheme of the Italian electric plants (reproduced from a report issued by the Public Utilities Ministry)

Lauchhammer-Riesa (Germany)	1911	110
Brauweiler-Hoheneck (Germany)	1929	220
Boulder Dam-Los Angeles (U.S.)	1932	287
Harspranget-Halsberg (Sweden)	1952	380
Montreal-Manicouagan (Canada)	1965	735
Shanxi-Hubei provinces (China)	2009	1000

Source: Siemens, WSJ research

- 1891 – Linea 25 kV Lauffen_ am Neckar - Frankfurt (175 km)
-
- Hydro-Québec (1965, ~750kV)
- EPRI /GE Pittsfield (USA - General Electric) 345 – 1500 kV (1967-...)
- American Electric Power (AEP) – ASEA South Bend (Indiana –USA) 765 kV
- Bonneville Power Admin Lyons (Oregon, USA, 1974-....) -1100 kV
- Bely Rast 1200 kV (URSS -1970-...)
- ENEL 1050 kV Suvereto (GR) - 1970-1996
- ...
- 1980 – 2010 Giappone, Brasile, Corea, Sud Africa, Cina, India

Progetto ENEL 1050 kV Suvereto (GR) (1970-1996)



Progetto 1000 kV ac – 800 kV dc (Cina 2009)
Shanxi - Jingmen - Nanyang





Welcome to the World of IEC.
A natural passion.

**International Symposium on
International Standards for Ultra High Voltage**
18-21 July 2007 — Beijing, China



**2nd International Symposium on
International Standards for Ultra High Voltage**
29-30 January 2009 — New Delhi, India





IEC TC (Technical Committee)

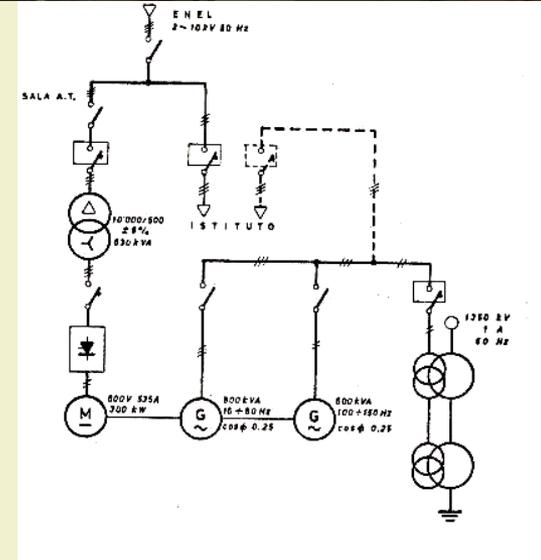
- **TC 15: Solid electrical insulating materials**
- **TC 36: Insulators**
- **TC 42: High-voltage testing techniques**
- **TC 81: Lightning protection**
- **TC 112 : Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems**

- **CIGRE Study Committee A3 (High Voltage Equipment), [2 AG Advisory Groups + 9 WG Working Groups) – Reports**

- **GE / EPRI Reference Books**



Trasformatore in cascata 1350 kV - 15÷150 Hz





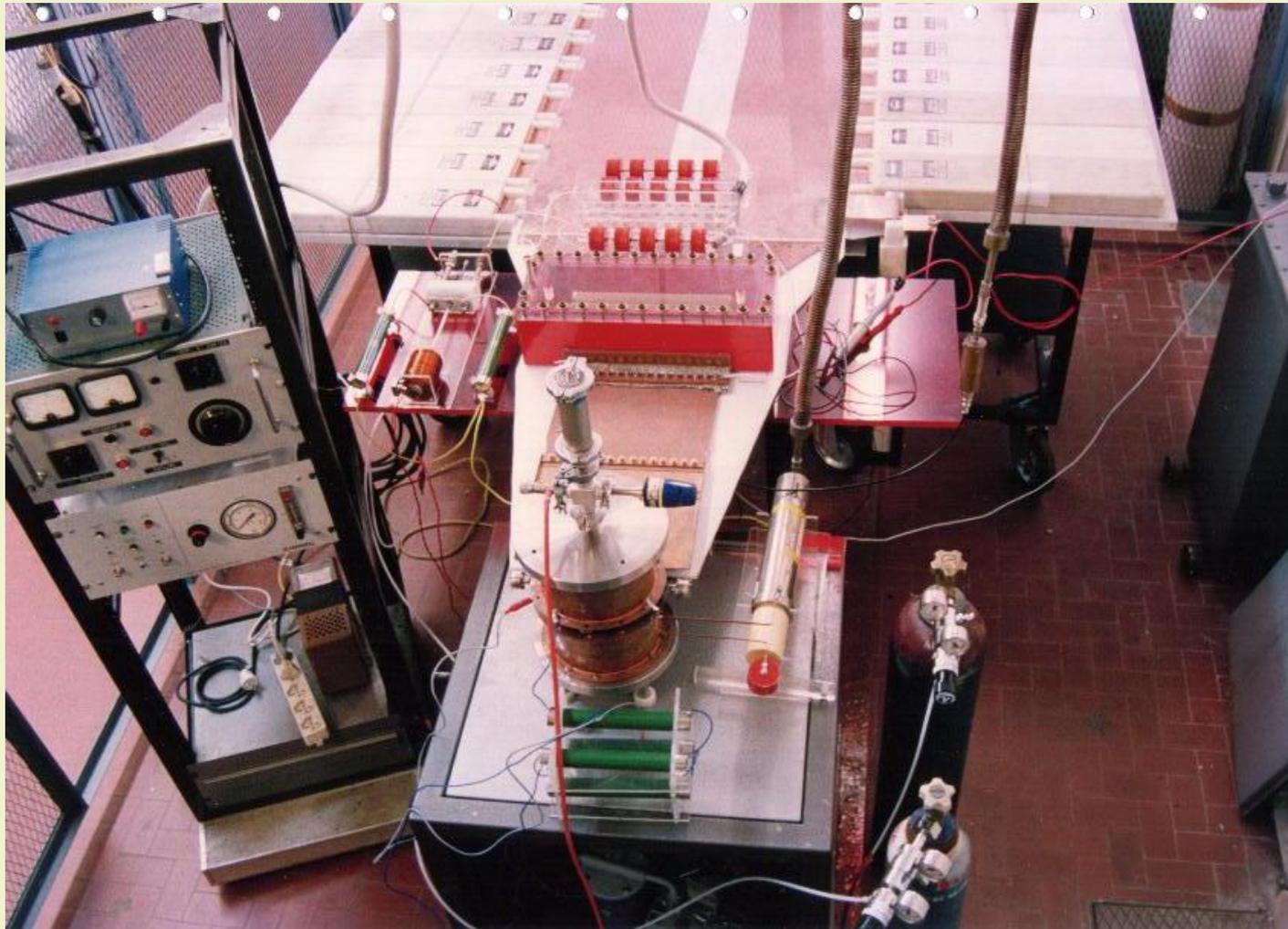
Generatore ad impulso 2400 kV

Banco condensatori 10 kV –300kA



Applicazioni scientifiche : studi su lente al plasma “wall stabilized” per tempi caratteristici del millisecondo

Banco scariche "veloci"



Ponte di Schering - Scariche parziali



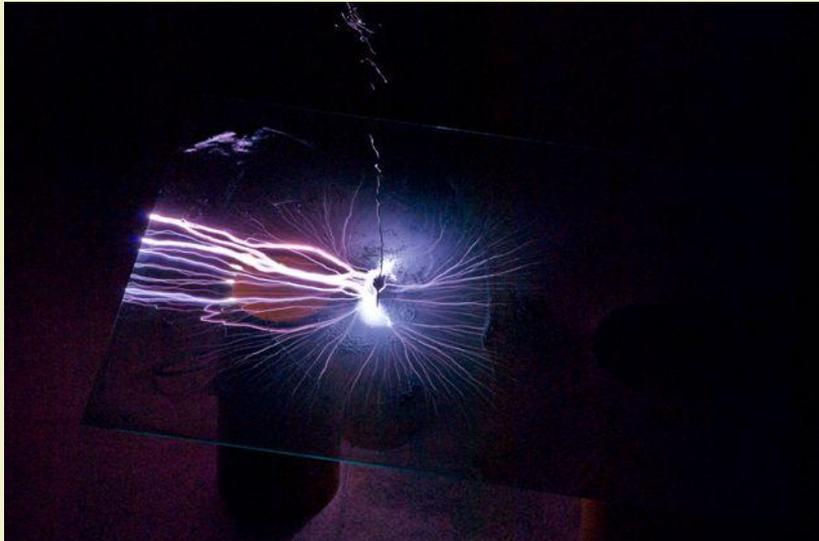
Attività Didattica

- CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRICA
- Modellistica Elettromagnetica dei materiali (II. Livello – 2. anno)
- Principi di Ingegneria Elettrica - Laboratorio di campi elettrici e magnetici
- [Tecnica delle Alte Tensioni]
- Materiali e tecnologie elettriche (I livello – 2. anno)
- Tecnologie elettriche (I livello – 3. anno)
- [Tecnica degli Isolamenti]
- Misure e collaudi su macchine ed impianti

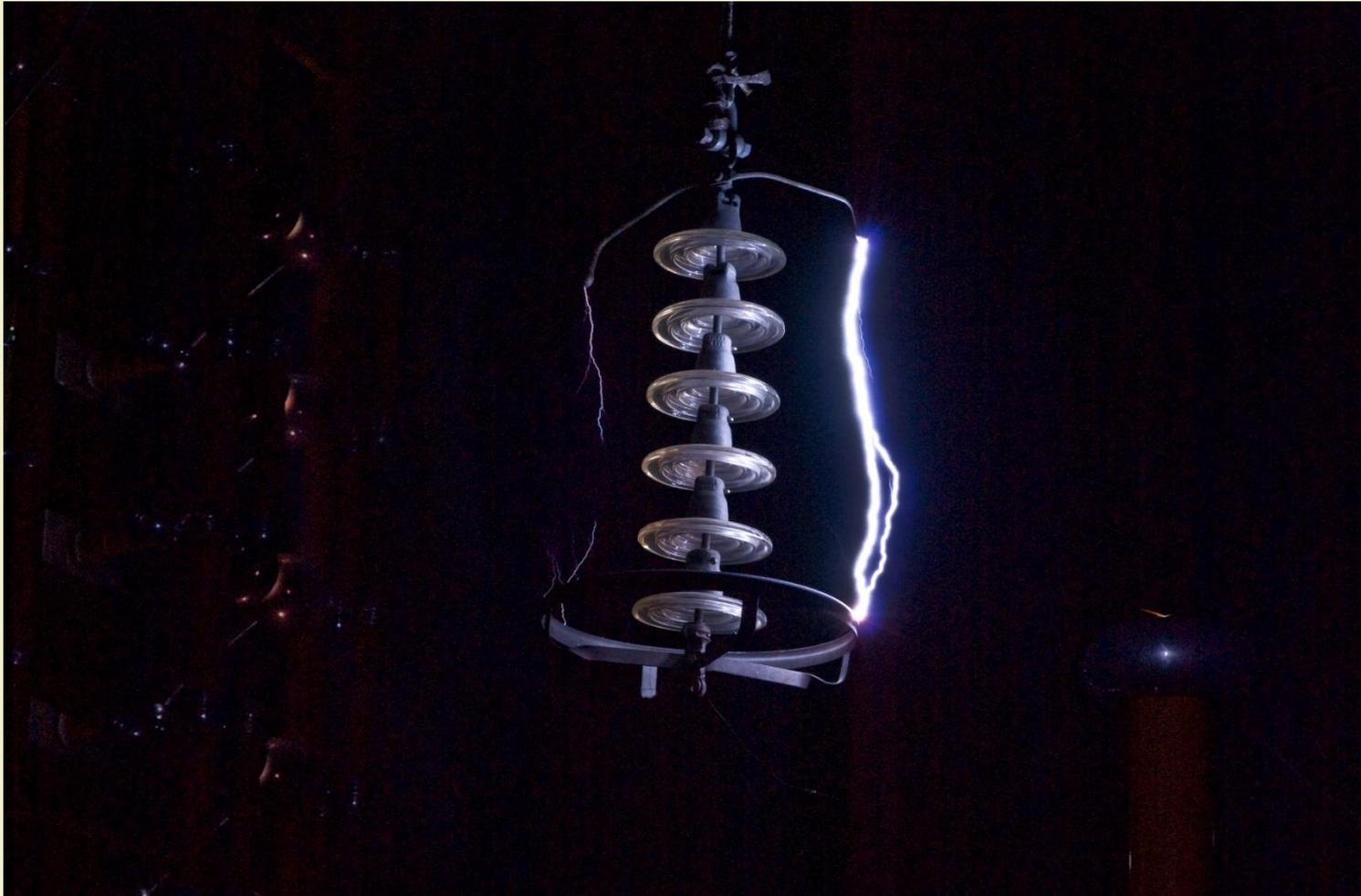
- CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DEI MATERIALI
- Modellistica Elettromagnetica dei materiali (II. Livello – 1. anno)

- DOTTORATO IN INGEGNERIA ELETTRICA – Altri Dottorati

Didattica: FIGURE DI LICHTENBERG -CAMPO IMPULSIVO



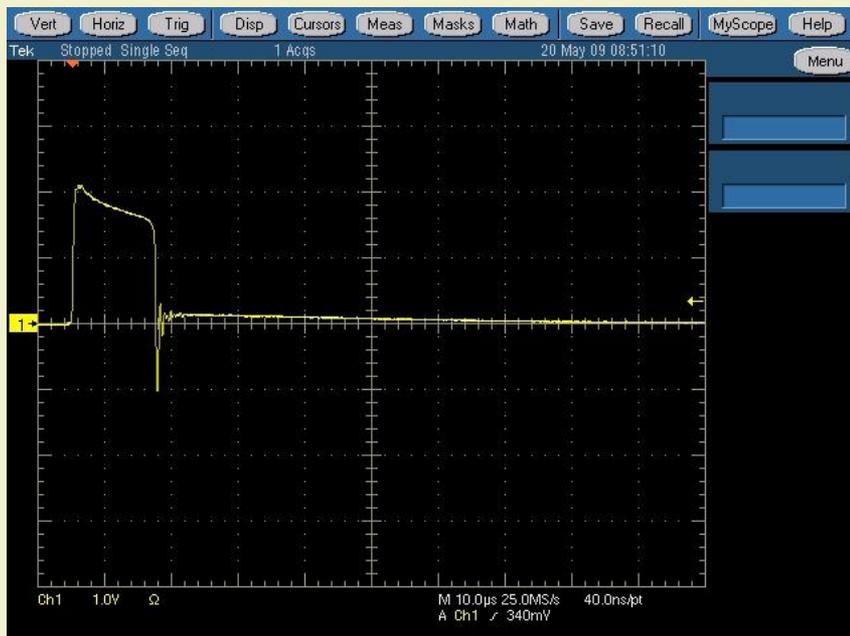
Didattica: Caratterizzazione di scariche in aria



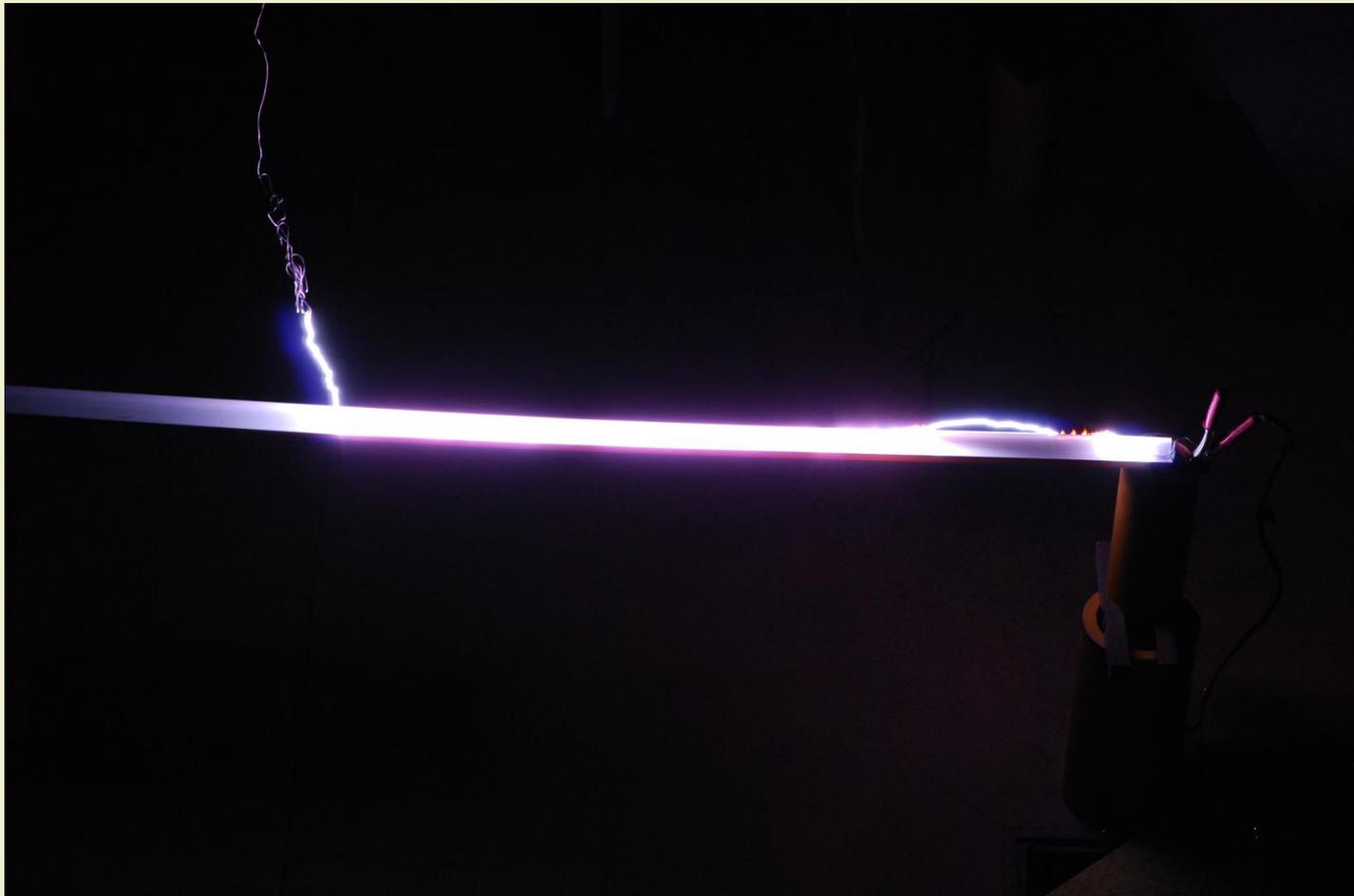
Didattica: FLASHOVER (I)



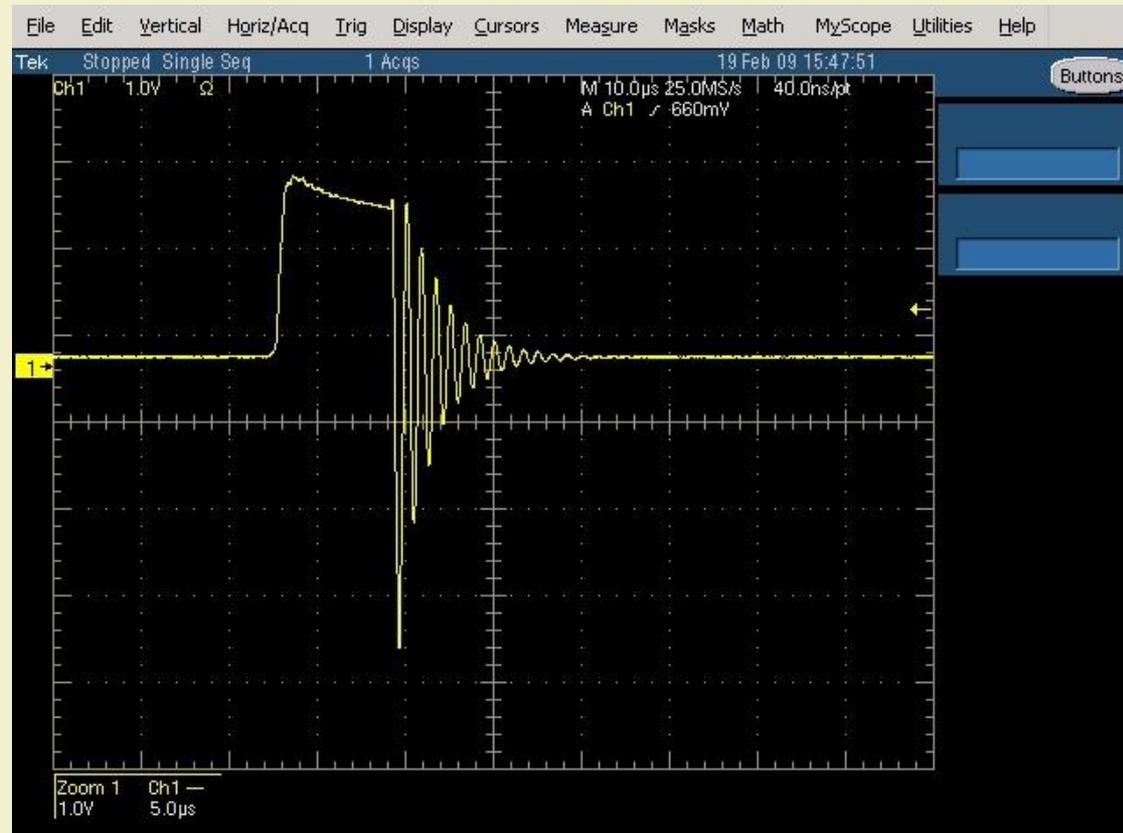
Didattica: TEMPI ALLA SCARICA (I)



Didattica: FLASHOVER (II)



Didattica: TEMPI ALLA SCARICA (II)



Attività scientifica

Breakdown nei gas e nei solidi

- **Flashover (scariche superficiali)**
- **Isolamenti per esterno**
- **Prove di vita accelerata**
- **Effetto corona**
- **Modellistica e diagnostica scariche parziali**
- **Modellistica di Plasmi e Gas ionizzati**

Attività scientifica

Gruppo ALTE TENSIONI CNR (prof. Macchiaroli – pres. Prof. Zingales) :

- Studio di isolamenti per AT e AAT in condizioni di contaminazione superficiale
- Proposte di metodologie in sede internazionale (IEC – Wet contaminant method)

MPI-MURST Alte Tensioni (B. Macchiaroli – L. Egiziano - G. Lupò)

- Isolamenti ceramici con rivestimento semiconduttore per linee aeree AT
- Isolamenti organici per esterno in AT

CONVENZIONI CRIS-ANSALDO (resp. prof. LUPO')

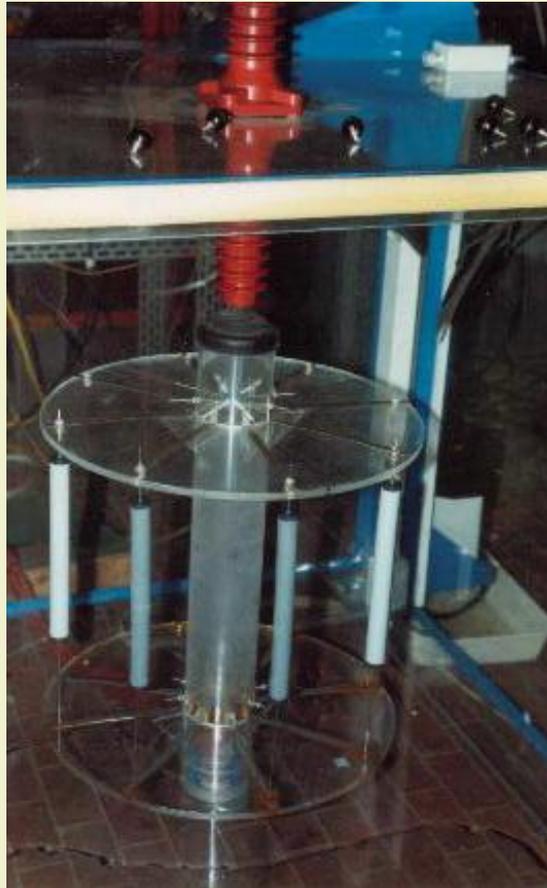
- Cavo superconduttore HVDC : progetto della terminazione
- Stazione sperimentale per caratterizzazione elettrica in transitorio e a regime e prove di tenuta di terminazione di cavo superconduttore (4 K) HVDC.

STUDIO E SPERIMENTAZIONE DI TECNOLOGIE E COMPONENTI TRADIZIONALI

Esempi

- Isolatori in vetro per a.c. e d.c.
- Isolatori organici per esterno

Isolatori organici per esterno



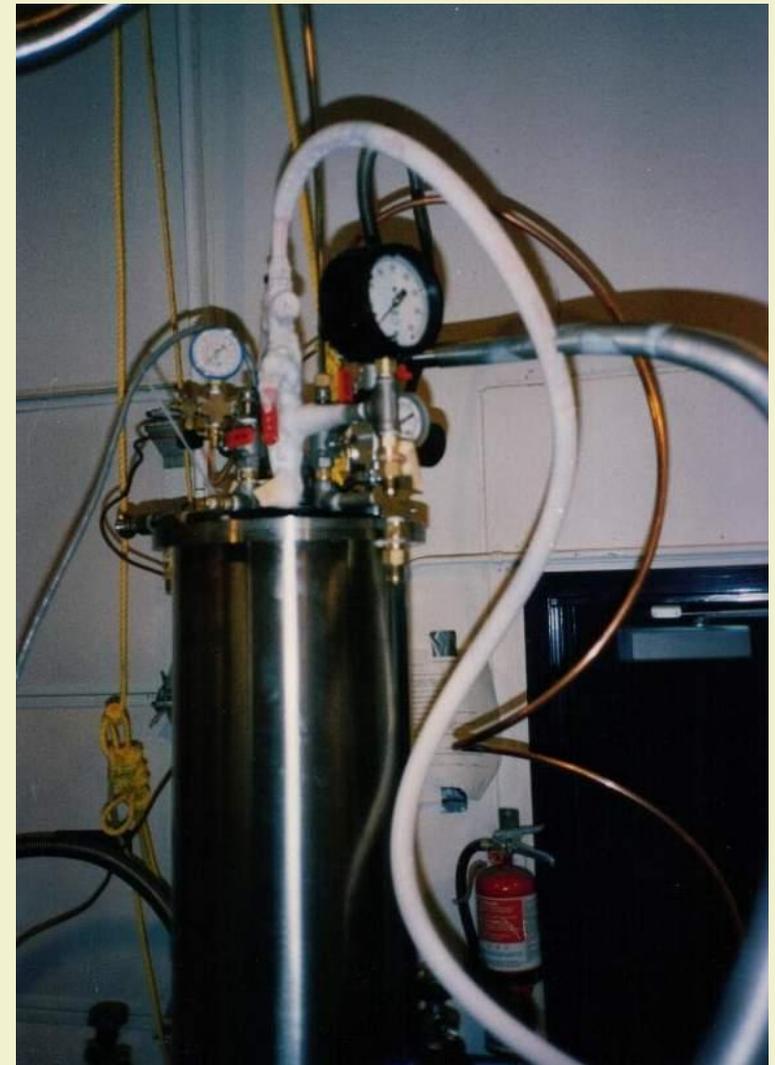
STUDIO E SPERIMENTAZIONE DI TECNOLOGIE E COMPONENTI NON TRADIZIONALI

- Isolatori con rivestimento semiconduttore
- Terminazione cavo superconduttore HVDC
- Materiali termorestringenti per controllo di campo elettrico in terminazioni di cavo e giunti

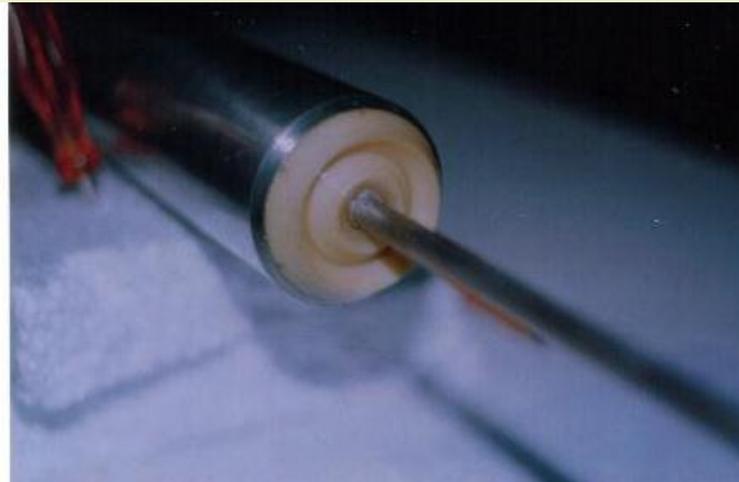
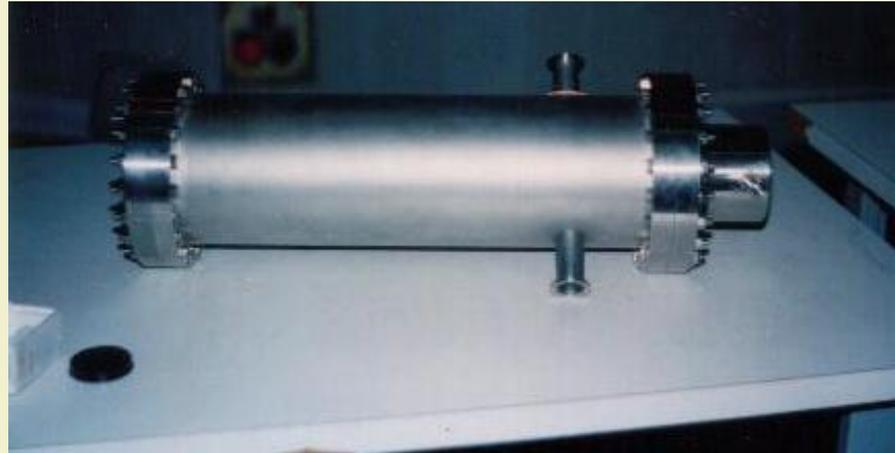
Isolatori con rivestimento semiconduttore



- Terminazione cavo superconduttore HVDC – Criostato



- Terminazione per cavo superconduttore HVDC
Prototipo – Isolatore sagomato lato “vuoto”



STUDI E SPERIMENTAZIONE SU

- Materiali
- Componenti di sistemi AT
- Prototipi
- Sistemi complessi

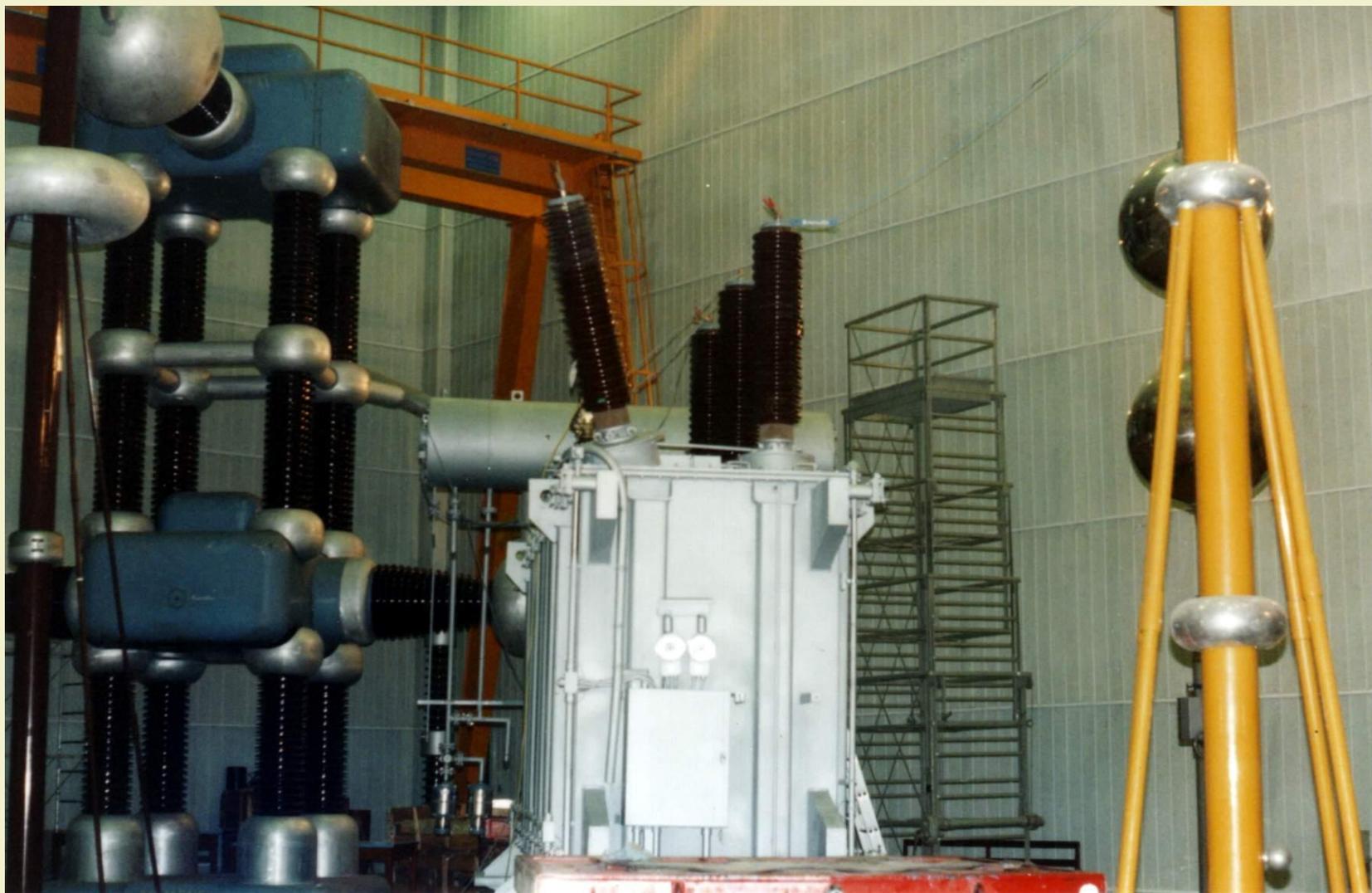
Attività di supporto

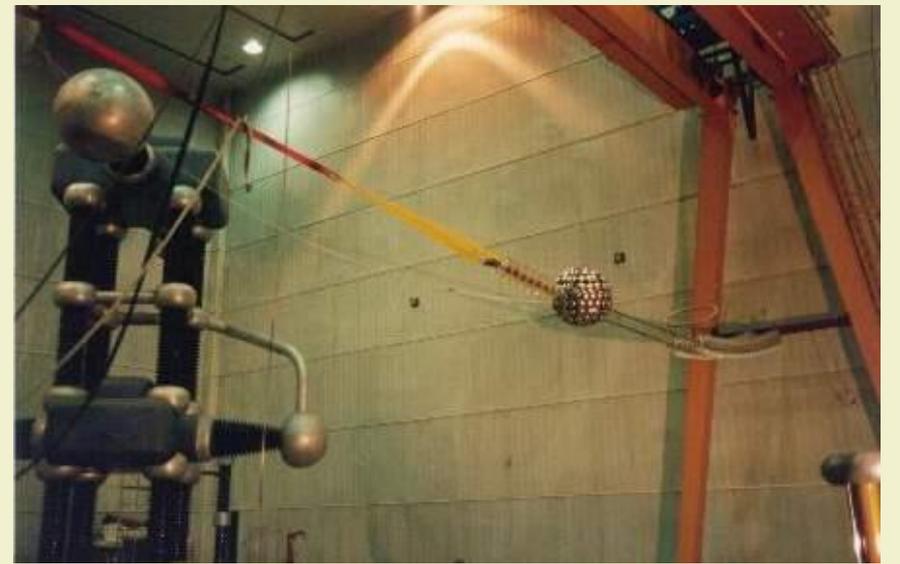
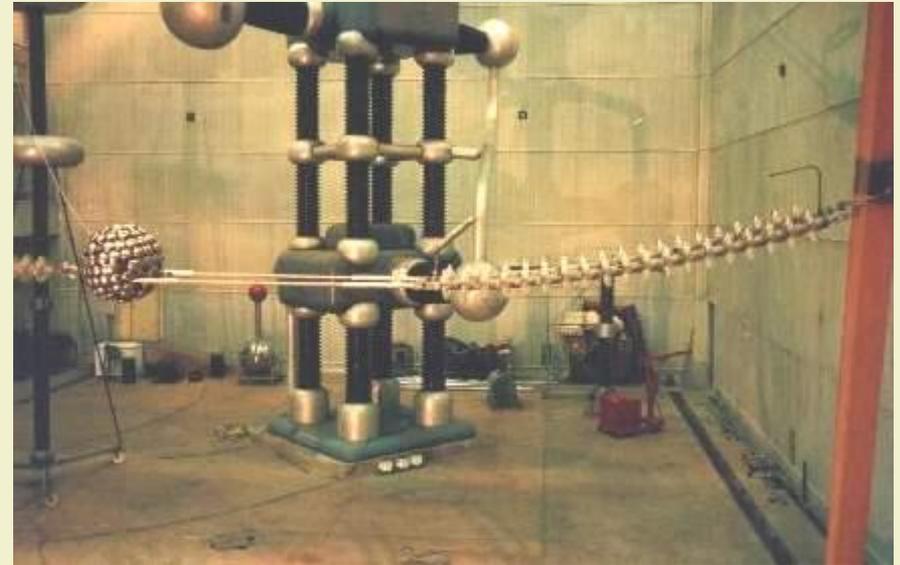
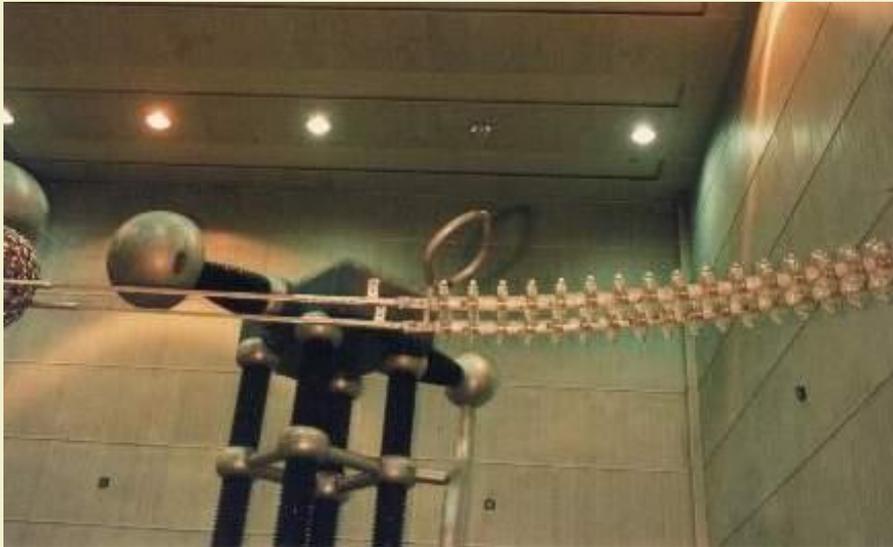
- Prove su componenti per sistemi AT
 - Trasformatori, TA, TV, TVC
 - Sezionatori, interruttori
 - Isolatori
 - Scomparti
 - Cavi
 - Scaricatori
 -
- Attività speciali
 - Prove su prototipi

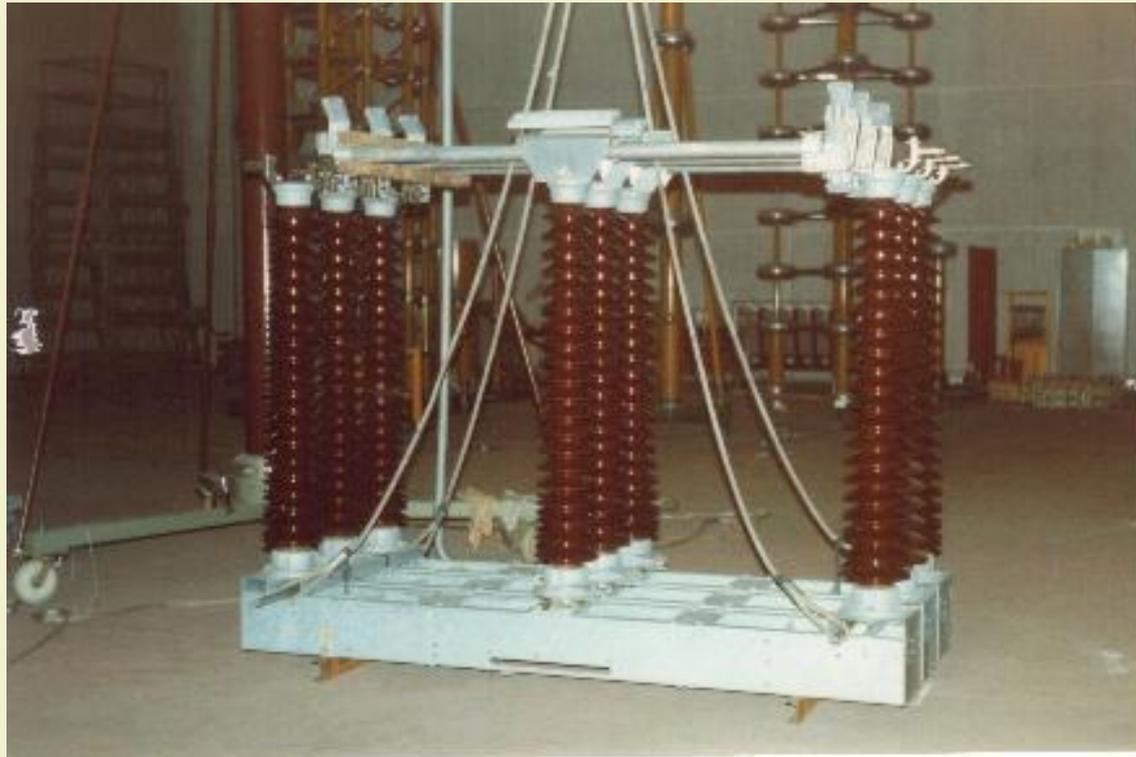
CARATTERIZZAZIONE ISOLAMENTI

- Prove a frequenza industriale
- Prove a tensione continua
- Prove ad impulso
- Prove sotto pioggia/contaminazione
- Prove dielettriche
- Diagnostica a scariche parziali









ESEMPI DI PROVE

- **DIELVE** : Prove ad impulso atmosferico a secco 1425 kV su catene sospese singole e doppie di isolatori e relativi equipaggiamenti - Prove ad impulso sotto pioggia 1050 kV su catene singole e doppie di isolatori verticali e relativi equipaggiamenti - Prove ad impulso a secco 1425 kV su catene di isolatori singole e doppie di ammarro e relativi equipaggiamenti - Prove ad impulso sotto pioggia 1050 kV su catene singole e doppie di isolatori verticali e relativi equipaggiamenti - Prove di rigidità a frequenza industriale
- **ABB**: Prove su componenti di linee a 400 kV - Prove ad impulso scomparti MT
- **CONATO (2000)** - Prova ad impulso atmosferico (onda piena e tronca) su trasformatore trifase
- **ANSALDO Trasporti** - Prove ad impulso atmosferico 400 kV su scaricatori $V_n=150$ kV; prove a f.i. a secco e sotto pioggia a partire da 120 kV
- **COSTELMAR** : Prove ad impulso e f.i. su sezionatori 400 kV
- **ENEL Servizio Misure e prove**: Prove a impulso su TVC 1425 kV - Prove a impulso e f.i. su TA linee 380 kV - Esame di anomalie e guasti su TV 20 kV e prove mirate ad impulso e f.i.

NORMATIVA

- A) Prove in tensione a.c.
- B) Prove ad impulso atmosferico e di manovra
- C) Prove A.T. in camera climatica
- D) Prove di scariche parziali

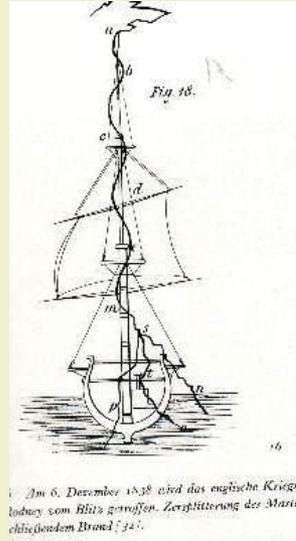
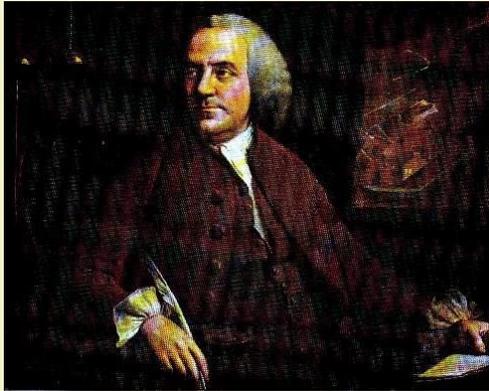
CT CEI	CEI EN		
14-3	60076-1	Trasformatori di potenza	A-B-D
15-	60112	Materiali isolanti - Sistemi di isolamento	A-B-C-D
17	62171	Grossa apparecchiatura (Interruttori, sezionatori, Involucri)	A-B-D
20	50264 ...	Cavi per energia	A-B-D
33(-2)		Condensatori AT	B
36	61467 ...	Isolatori	A-B-C
37	60099....	Scaricatori	B
42	60060 ...	Tecnica delle prove in alta tensione	A-B-C-D

PROGRAMMI IN CORSO/ IN PARTENZA

- Prove su materiali polimerici strutturali
- Diagnostica di scariche parziali in a.c. e d.c.
- Fulminazione diretta e strisciante di velivoli in composito
 - Fulminazione di generatori eolici
- Fulminazione di imbarcazioni in composito
 - Nanodielettrici (CAMPUS)

Consolidamento procedure prove ed esperimenti, acquisizione ed elaborazione risultati

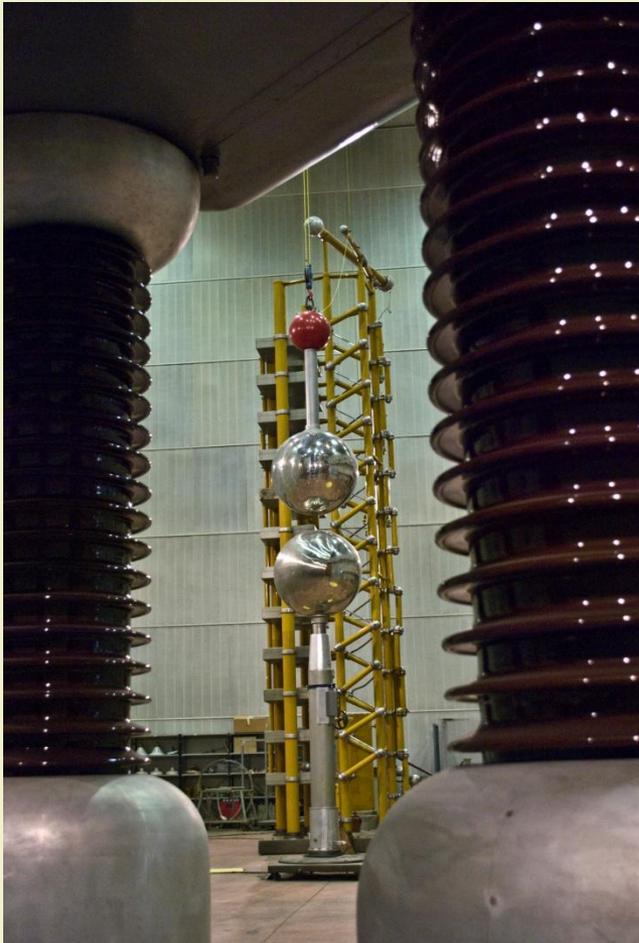
•



Proposte tra passato e futuro

Ringraziamenti





&

prof. Nello Polese
prof. Giuseppe Trisciunglio
prof. Antonio Langella
prof. Bruno Macchiaroli

.....

nonché alla preziosa instancabile collaborazione tecnica
di
Francesco Paolo Sorrentino
Antonio Teotino

.....

...per ulteriori impulsi !

