

Pelletron: SF₆, Corrientes de Carga, Resistores...

Roberto V. Ribas

DFN – Nov. 2006

- *As quebras de corrente de carga*
- *A Longa parada*
- *Problema continuou!*
- *Investigações*

- *Avaliação do SF₆*
- *Casos semelhantes*
- *Causas possíveis*
- *Resistores x Agulhas de corona*

As quebras de Corrente de Carga

- *Agosto 2005: Quebra de corrente, com cerca de 5000 hs de uso. Substituída por uma praticamente nova.*
- *Setembro de 2005: Quebra da corrente substituída. Montada corrente recondicionada.*
- *Setembro 2005: Quebra da corrente recondicionada. Máquina operando com uma só corrente*
- *Setembro 2005: Quebra da última corrente.*

A longa parada

- *O processo de importação de novas correntes foi muito demorado.*
- *Resolvemos após algum tempo, desenvolver uma corrente nacional, aproveitando os pellets (metálicos) de correntes velhas e fazendo os elos de nylon, eixos, buchas, etc, (empresa NITRON)*

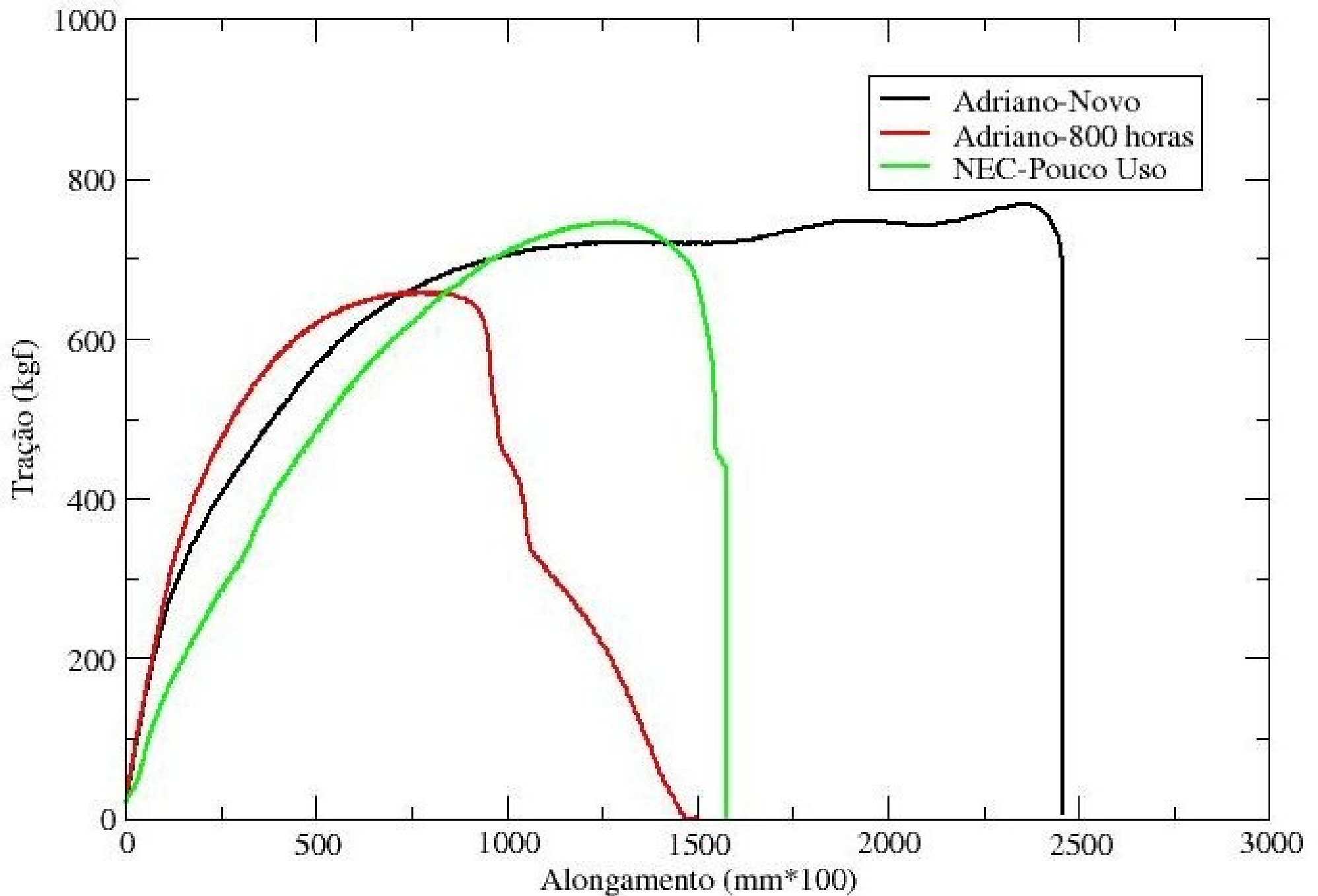
Os Problemas Continuaram

- *A corrente NITRON foi rapidamente reparada e numa abertura seguinte de tanque, foi montada novamente.*
- *Após cerca de 800 hs de uso, a corrente NEC se rompeu...*

Investigações

- *Procurou-se determinar as causas do problema antes de se montar nova corrente:*
 - *Medida da carga (tração) nas correntes. O valor medido foi de cerca de 44 kgf, quando o máximo recomendado pela NEC seria de 35 kgf. O valor de tração foi diminuído para cerca de 28 kgf em ambas as correntes.*
 - *Teste de resistência mecânica dos elos de nylon: Realizados na Poli.*

Teste de Tração (2mm/min)



Avaliação do SF₆

- *Várias tentativas de análise da composição do gás isolante (conteúdo de umidade e produtos de quebra da molécula), mas não conseguimos nada.*
- *O SF₆ se fraciona na presença de descargas elétricas, sendo que na presença de umidade, vários processos de hidrólise levam à produção de ácido fluorídrico e outros subprodutos.*

Produção de HF à partir dos produtos de quebra

- F_2 (após hidrólise \rightarrow HF)
- $SF_4 + H_2O \rightarrow 2HF + SOF_2$
- $SOF_4 + H_2O \rightarrow 2HF + SO_2F_2$

Casos Semelhantes

- *ANU – 14UD: 1986 – Correntes quebraram após cerca algumas centenas de horas.*
- *Esse e outras quebras semelhantes foram atribuídas a problemas de contaminação do gás isolante (SF_6).*
- *David Wasser (ANU) faz um estudo detalhado do gás depois da quebra, desenvolvendo processo para medida dos produtos de quebra.*

- *A maior parte do fracionamento do gás é causado pela corrente de corona e não por descargas eventuais.*
- *Na presença de umidade, formam-se produtos altamente reativos, que atacam tanto partes metálicas quanto os elos e outros componentes de nylon.*
- *A circulação do gás pela Alumina elimina não somente a umidade, mas também os subprodutos.*
- *Cuidado: A Alumina deve ser sempre reciclada e substituída periodicamente, pois perde a capacidade de reter os produtos de quebra do gás.*

Farta produção de fracionamento:



Resistores de Tubo e Coluna

- *A grande maioria dos aceleradores eletrostáticos hoje em dia usa resistores para distribuir tensão ao longo do acelerador, ao invés das agulhas de corona que ainda utilizamos.*
- *As vantagens são inúmeras...*

- *Maior uniformidade na distribuição de tensão. Resistores de 2-3%, contra cerca de mais de 10% de flutuações no caso das agulhas de corona.*
- *Corrente de corona varia exponencialmente com a tensão, enquanto que no caso dos resistores, a dependência é linear. Portanto, não há necessidade de movimentação do gás para variar tensão de terminal, quando se usa resistores.*
- *A produção de descarga de corona é diminuída em grande proporção, diminuindo portanto os problemas de fracionamento do SF_6 .*

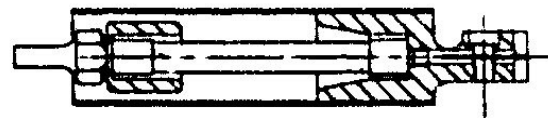
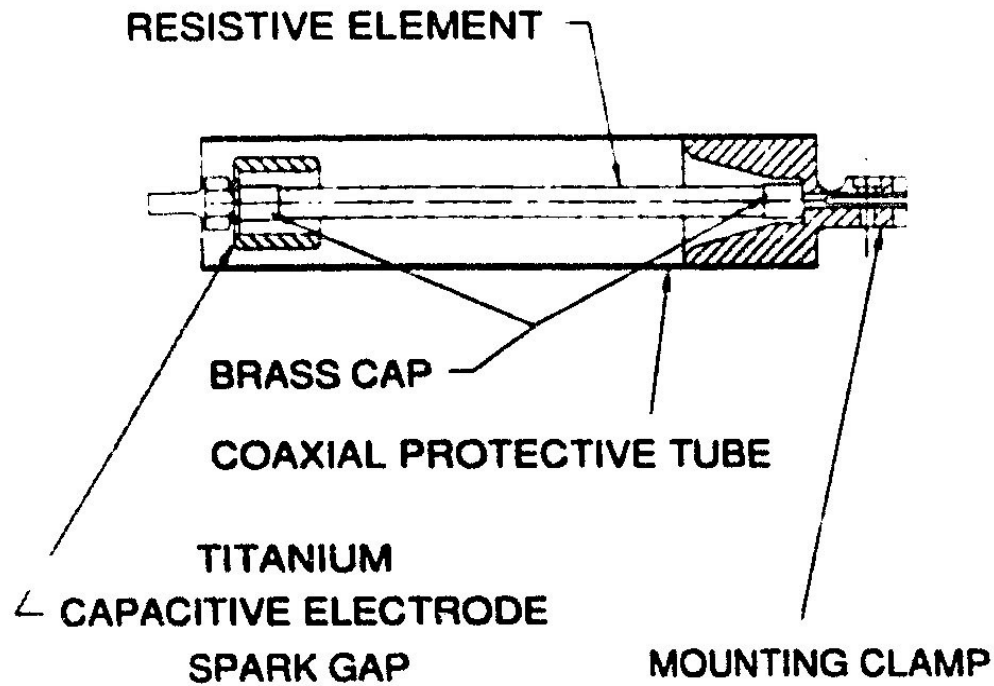
Problemas com resistores

- *São relativamente caros. Hoje os preços caíram bastante, mas custa cerca de US\$ 80.000 para implementar os resistores no Pelletron, sem contar mão de obra.*
- *Muitos projetos tiveram inúmeras dificuldades no passado, para se chegar à configuração adequada para cada geometria de acelerador. (D. Wasser, NIM A328, 1993)*

Laboratório	Resistor	Tamanho	Encap.	Blindagem	Spark gap	Dedal	% Falha
Berlin-CN	Welwyn	Longo	Sim	Placas	Remoto	Sim	<5
Canberra-14UD	Welwyn	Curto	Não	Coax	Local	Sim	<5
Catania a	HVEC-blue	Longo	Sim	Não	Local	Não	>25
Catania b	Vivirad	Curto	Sim	Perimetro	Remoto	Não	>25
Catania c	Vivirad	Curto	Sim	Perímetro	Remoto	Sim	5 – 25
ChalkRiver	Vivirad	Curto	Sim	Perimetro	Remoto	Sim	5 – 25
Colonia a	HVEC-yel	Longo	Sim	Não	Remoto	Não	>25
Colonia b	Caddock	Longo	Sim	Não	Remoto	Não	5 – 25
Colonia c	Welwyn	Longo	Sim	Não	Remoto	Não	5 – 25
Daresbury	Welwyn	Longo	Sim	Placas	Local	Não	<5
Heidelberg a	HVEC-yel	Longo	Sim	Não	Remoto	Não	>25
Heidelberg b	HVEC-blue	Longo	Sim	Não	Local	Não	>25
Heidelberg c	Welwyn	Longo	Sim	Coax/Placa	Local	Não	5 – 25
Heidelberg d	Welwyn	Curto	Sim	Perimetro	Remoto	Sim	5 – 25
Legnaro a	HVEC-blue	Longo	Sim	Não	Local	Não	>25
Legnaro b	Caddock	Longo	Sim	Placas	Local	Não	>25
Legnaro c	Vivirad	Curto	Sim	Perimetro	Remoto	Sim	5 – 25
Munique a	Gen. Ionics	Longo	Sim	Coax	Local	Sim	>25
Munique b	HVEC-blue	Longo	Sim	Perimetro	Local	Não	>25
Munique c	Caddock	Longo	Sim	Coax	Local	Sim	5 – 25
Munique d	Welwyn	Longo	Sim	Placas	Remoto	Sim	<5
Munique e	Welwyn	Curto	Sim	Perimetro	Remoto	Sim	<5
OakRidge 25UD	Welwyn	Curto	Não	Não	Local	Não	<5
Orsay a	HVEC-blue	Longo	Sim	Não	Local	Sim	>25
Orsay b	Welwyn	Longo	Sim	Placas	Local	Sim	>25
Orsay c	Geka	Longo	Sim	Placas	Local	Sim	5 – 25
Orsay d	Vivirad	Curto	Sim	Perimetro	Remoto	Não	5 – 25
Yale a	Vivirad	Curto	Sim	Perimetro	Remoto	Sim	>25
Yale b	Bradford	Longo	Sim	Não	Local	Não	<5

COLUMN RESISTOR ASSEMBLY

WELWYN RESISTOR, 40KV, 982±2%MΩ



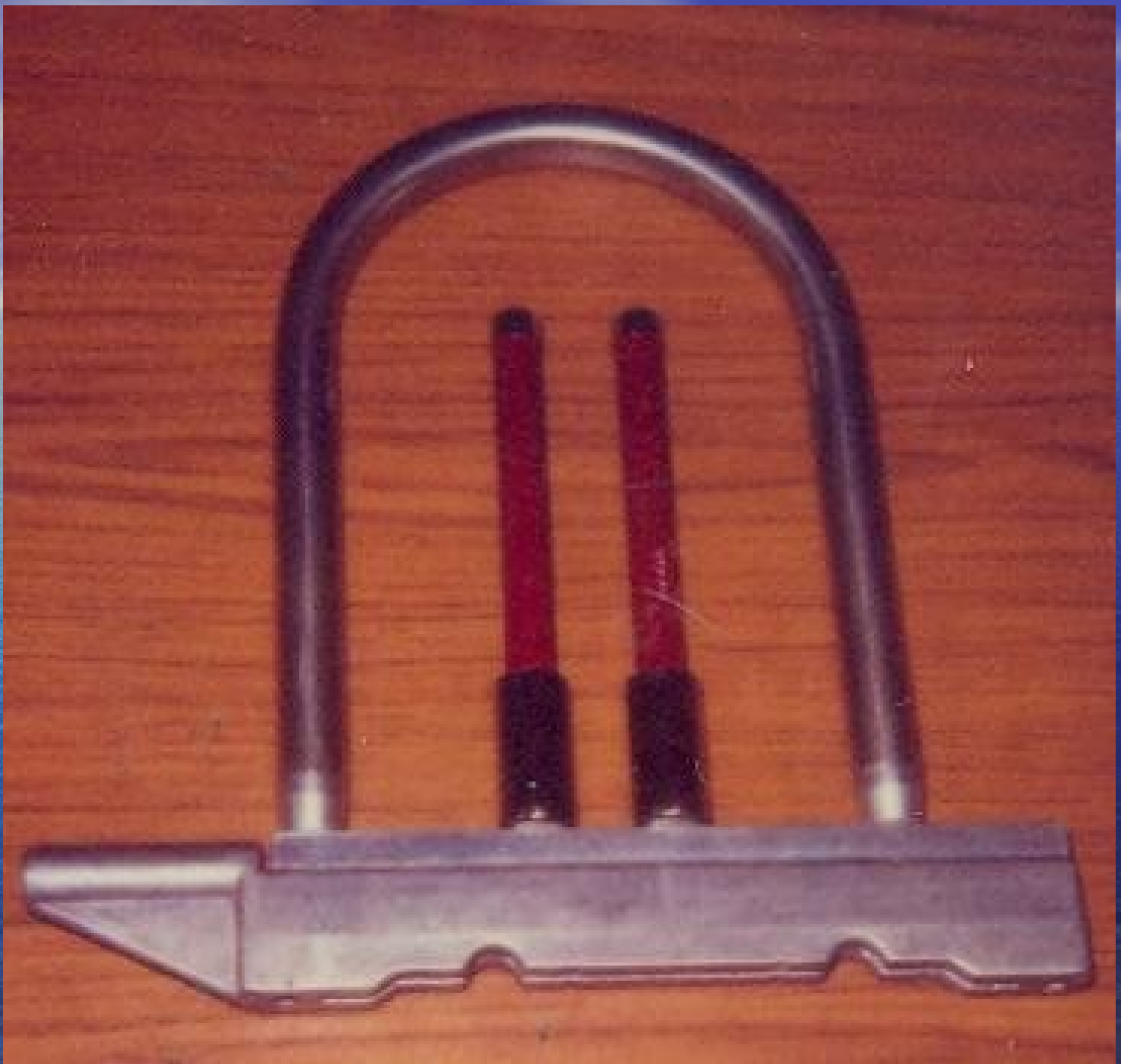
TUBE RESISTOR ASSEMBLY

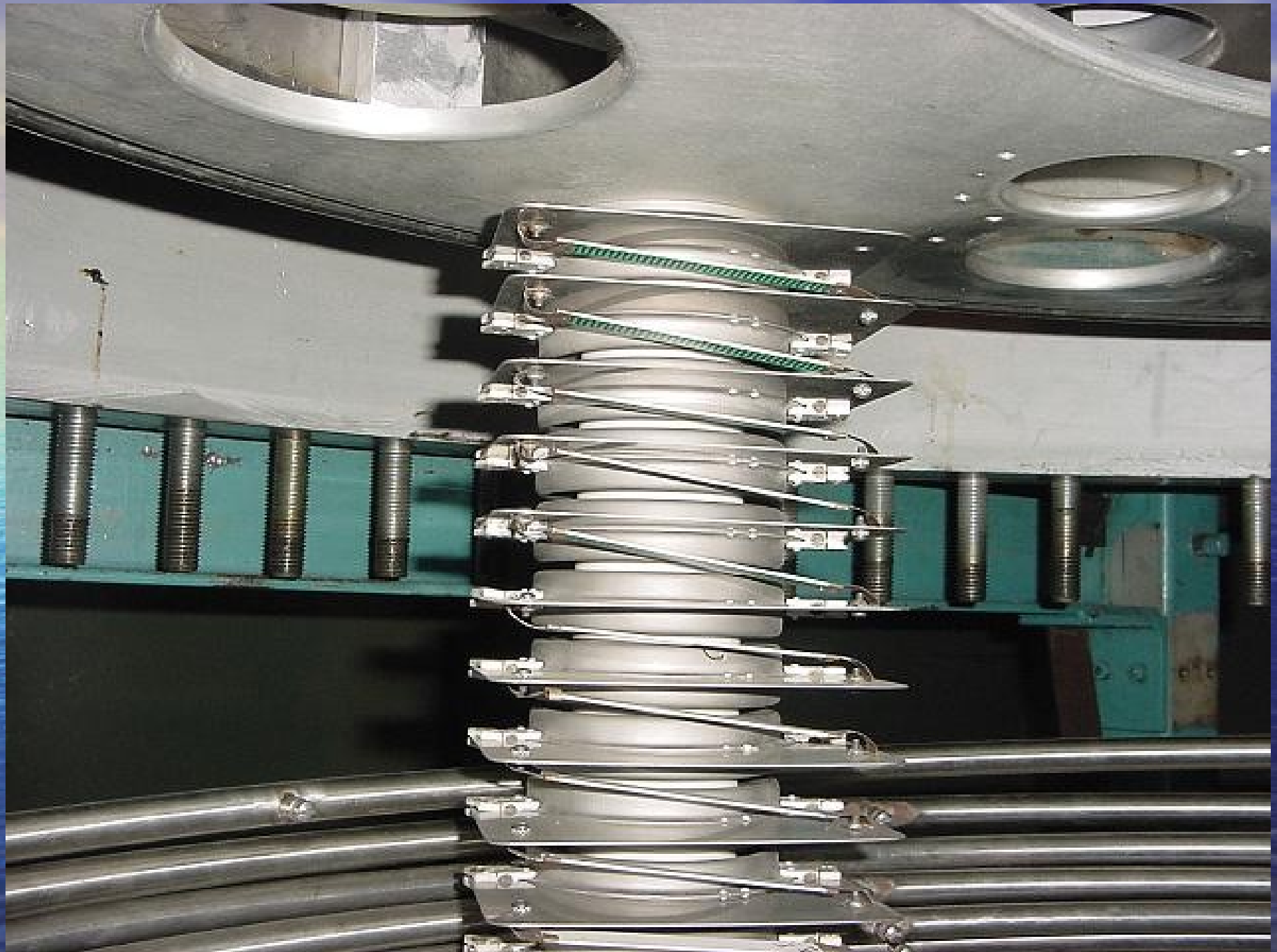
WELWYN RESISTOR, 20KV, 300±2%MΩ

Fig. 1. Resistor assemblies for both 25 and 12.7 mm pitches.











Conclusões

- *O conteúdo de umidade no gás precisa ser continuamente monitorado (Shaw Moistur)*
- *Alumina deve ser reciclada (a vácuo) periodicamente. A vida útil de uma carga não é bem determinada, mas deve ser trocada a cada 2-3 anos.*
- *Troca de agulhas de corona por resistores é fundamental.*
- *Substituir parte das agulhas pelos nossos resistores, para testes.*