

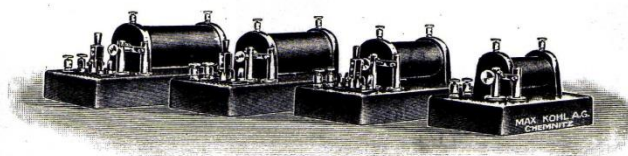
A Bobina de Ruhmkorff (bobina de indução)

Aos professores Luiz Carlos Gomes e Gentil Bruscatto

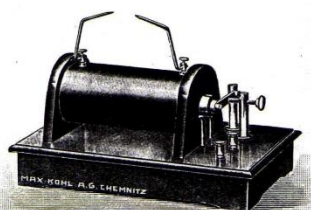
Sinopse da restauração de uma Bobina de Ruhmkorff, equipamento didático do laboratório de Física do Colégio Militar de Porto Alegre. A bobina foi fabricada ou importada pela empresa "O. Meister", da cidade do Rio de Janeiro. A empresa foi a origem de expressiva parte da "galeria histórica" e quase centenária de aparelhos elétricos didáticos do CMPA.

Abaixo, uma reprodução do catálogo de vendas da famosa fábrica de instrumentos Max Kohl, fundada em 1976 e situada em Chemnitz, Alemanha. As bobinas menores (bem acima na ilustração) e parecidas com a por mim restaurada, possuem distância de centelhamento que varia de 10 a 50 mm, dependendo da geração de corrente alternada.

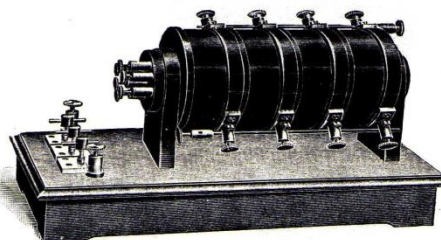
Max Kohl, Aktiengesellschaft, Chemnitz.



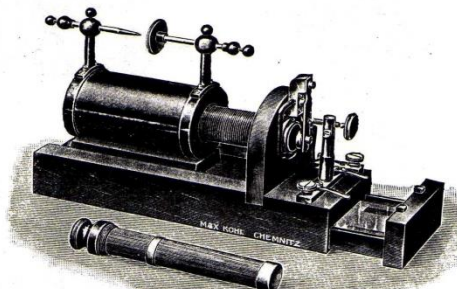
95 335. 95 334. 95 333. 95 338.



95 339. 1 : 5.



95 345. 1 : 4.



95 344. 1 : 4.

Max Kohl, Aktiengesellschaft, Chemnitz.

Bobines d'induction avec interrupteur à platine, avec bobine fixe et avec condensateur, Figure.
 Nos. de catal. 95 332 95 333 95 334 95 335 95 336 95 337
 Longueur d'étincelle 10 15 20 30 40 50 mm

Bobines d'induction avec interrupteur à platine, avec bobine fixe et sans condensateur, Figure.
 Nos. de catal. 95 338 95 339 95 340 95 341 95 342 95 343
 Longueur d'étincelle 10 15 20 30 40 50 mm

95 344. **Bobine d'induction pour les démonstrations, Figure, avec bobine secondaire mobile et condensateur démontable, longueur d'étincelles 40 mm**

95 345. **Bobine d'induction pour expériences, Figure, sans interrupteur, avec enroulement subdivisé pour montage en parallèle et montage en série, avec longueur d'étincelle maxima de 40 mm, avec condensateur subdivisé, dans une boîte en acajou verni.** . . .
 Les différents enroulements secondaires peuvent tourner autour de leur axe, afin de permettre d'exécuter facilement les connexions.

1. Histórico e descrição

O físico alemão Heinrich Ruhmkorff (1803-1877), ao emigrar para a Inglaterra, continuou a desenvolver os seus aparelhos elétricos. Em 1855, instala uma loja em Paris, onde ganha uma boa reputação em virtude da elevada qualidade das suas fabricações.

Inobstante lhe ser creditada erradamente a invenção da bobina de indução (criada em 1836 pelo irlandês Nicholas Callan), Ruhmkorff foi o grande responsável pelo seu aperfeiçoamento, o que permitiu a produção de faíscas com mais de 30 centímetros de comprimento. Ele aperfeiçoou a bobina por volta de 1850 e a patenteou em 1851. A divulgação deste modelo de bobina forneceu elementos para as criações de muitos inventores como Nikola Tesla.

Uma bobina de fio grosso (primário) está enrolada com poucas voltas (algumas dezenas de metros) sobre um núcleo de ferro doce. Com bom isolamento, outra bobina (secundário) de fio muito fino recobre a primária em muitas camadas (quilômetros de fio). Esta relação de transformação (razão entre o número de espiras entre as bobinas) é muito grande na bobina de Ruhmkorff, o que permite obter tensões de milhares de volts de corrente alternada no secundário.

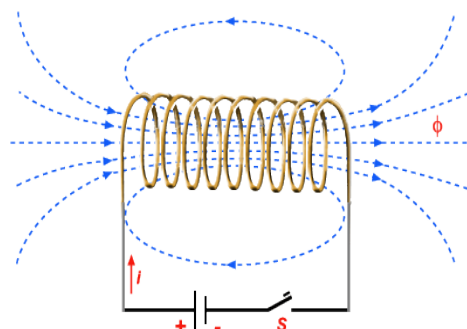
Cada um dos dois terminais desta bobina secundária é ligado a uma haste de cobre, ficando cada uma das extremidades a de cerca de um centímetro da outra: é o centelhador.

Num dos extremos do núcleo de ferro, há um pequeno cilindro (o martelo) ligado a uma placa flexível (a lâmina). O conjunto martelo e lâmina pode ser entendido como um “vibrador”.

2. Princípios de funcionamento

A corrente contínua, ao passar pela bobina primária, estabelece um campo magnético ao seu redor, magnetizando o núcleo de ferro, atraindo o martelo e interrompendo a corrente e a magnetização. Assim, a imantação do ferro cessa e o martelo é puxado para a posição inicial pela lâmina, reiniciando o ciclo em determinada frequência.

Quando o circuito é fechado, a corrente não passa instantaneamente de zero ao valor máximo. Ao contrário, eleva gradativamente o seu valor. Durante este tempo, ela irá variar a indução produzida.

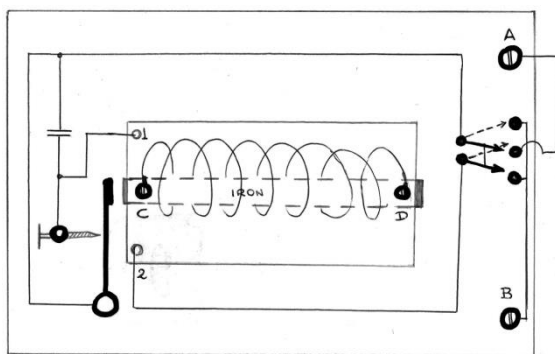


De forma análoga, quando o circuito é aberto, ela gradativamente diminuirá, variando em direção ao zero o campo magnético. Portanto, em razão da frequência em que o martelo é imantado e se solta do núcleo de ferro (cerca de 20 a 150 vezes por segundo), ocorrerá uma variação no campo magnético.

O secundário, estando próximo a um campo magnético variável, sofre indução eletromagnética: aparece entre os terminais do secundário uma diferença de potencial. Por isto a bobina de Ruhmkorff também é chamada de bobina de indução. Mas a diferença de potencial que aparece entre os extremos do secundário quando a corrente do primário está aumentando tem um sentido, e tem sentido oposto quando essa corrente está diminuindo, em razão da Lei de Lenz: o sentido da corrente é o oposto da variação do campo magnético que lhe deu origem. ⁱ

3. Primeiros testes e restauros

O início do trabalho foi igual aos demais: era preciso um esquema. A partir da observação, fiz um croqui elementar, sobre o qual muito me auxiliaram as observações e conselhos técnicos do amigo *Jean-Yves Bourget*, Quebec, Canadá.



O aparelho foi recebido com sinais de severo ataque de térmitas. Restou-me, por primeiro, pôr toda a parte de madeira sob uma forte banho e atmosfera cupinicida, por uma semana. A tampa inferior da base, uma fina folha de madeira, balançava como uma folha de papel pelo transcurso do tempo e pelo ataque dos insetos. Um reforço desta tampa com cola e suportes de picolé resolveu a questão (foto acima).

Ao retirar a bobina da base de madeira, uma incrível constatação: um furo de cupins na base coincidia exatamente com um furo no próprio isolamento da bobina. Nem a memória de Ruhmkorff os térmitas respeitaram! Enfiando a ponteira do multiteste no furo, vi que dali havia continuidade com somente um dos lados do secundário. Pensei que ao menos parte da pior bobina a ser refeita estava íntegra.

Solda fundente e um fio muito fino foram introduzidos no furo, o que restou numa resistência de 17 ohms, bem menos do que os quilômetros de fio que ali estavam.

Após este conserto, a bobina de Ruhmkorff funcionou, provavelmente devido à precária e funda soldagem.



4. Capacitor e Fonte de CC

A partir de pesquisas sobre o uso de capacitores na bobina de Ruhmkorff, fiz a troca do condensador existente (0.25 micro Farads) para um com 2 micro Farads. A troca melhorou o desempenho da bobina e reduziu o faiscamento nos contatos do vibrador. As experiências de Ruhmkorff levaram ao uso de grandes capacitores com placas de vidro na bobina primária, reduzindo o desgaste dos contatos e aproveitando a corrente de ruptura, aumentando a tensão no secundário.

O uso de pilhas mostrou que, a partir de três unidades (4,5 VCC) a bobina iniciava o movimento. Por fim, usei uma fonte de 6 VCC e de alta potência (10 Amperes), construída por mim com a orientação do saudoso amigo e professor *Ari Zwirtes*, com a finalidade de alimentar rádios da década de 1930 e movidos à bateria (*farm radios*). Uma “provocação” foi feita com uma fonte de 32 VCC o que fez a bobina praticamente “andar” pela bancada de trabalho...

5. Empregos da bobina de Ruhmkorff

A bobina de Ruhmkorff torna-se um equipamento que nos permite obter alta tensão alternada (até mais de 30 KVA) a partir de uma fonte de corrente contínua de baixa tensão (6 VCC).

Na segunda metade dos anos 1800, ela foi importantíssima para a compreensão dos fenômenos eletromagnéticos, como a da corrente alternada, a construção de

transformadores, a capacidade dielétrica dos materiais, bem como o efeito luminoso da descarga da bobina através de um gás e sua análise espectral. O centelhador, que emite ondas eletromagnéticas estudadas por Hertz em 1887, foi fundamental para a construção do primeiro transmissor da voz humana, o do Padre Landell de Moura.

Na foto ao lado, um centelhador usado num transmissor de ondas, como o de Landell de Moura, com uma bobina de Ruhmkorff.

Como fonte de elevadas correntes alternadas, robusta e de fácil construção, ela é usada no ensino de Física, nos laboratórios de pesquisa e como fonte para a ignição automotiva. Alguns laboratórios têm bobinas com faíscas de mais de 120 cm e cerca de 270 mil VCA.

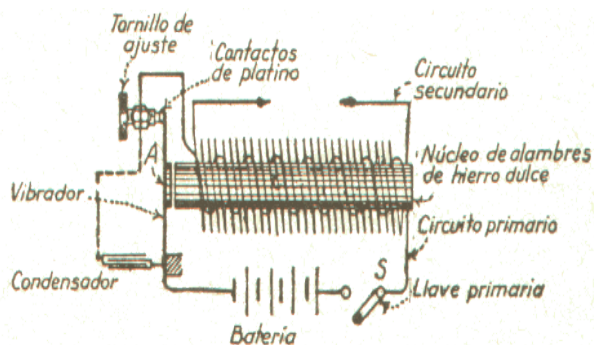


FIG. 254. — Bobina de inducción o de Ruhmkorff

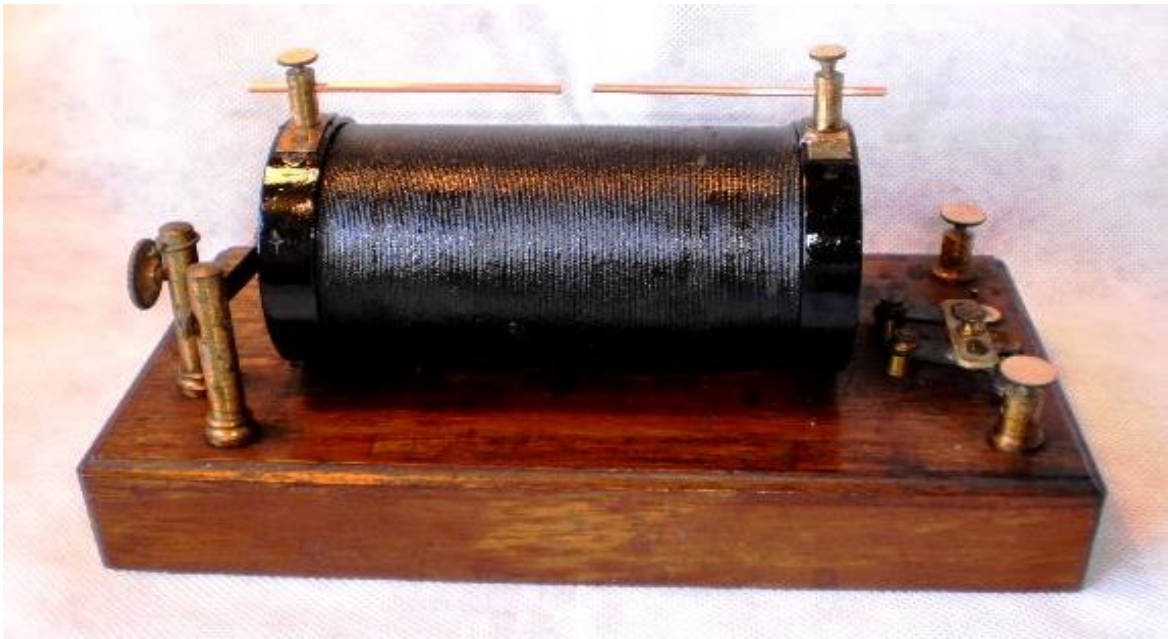


5. Terminando...

O funcionamento da bobina de Ruhmkorff forneceu faíscas até a distância de 9,5 mm. Como a rigidez dielétrica do ar seco - valor da tensão em que o ar se comporta como isolante, é de 3.000 Volts/milímetro, teríamos 28.500 VCA. Porém, este valor da rigidez dielétrica tem que ser reduzido em razão da alta umidade nos dias de testes, o que nos permite afirmar que a bobina de Ruhmkorff gerou tensões ao redor de 20.000 VCA.

Por fim, um banho de óleo para madeiras na base e uma pintura da bobina, fizeram bem à estética e à conservação.

As fotos abaixo reproduzem o final do restauro, bem como o centelhamento provocado pelo potencial de 20kV.



Daltro D'Arisbo abril/2013
www.museudoradio.com

ⁱ Havendo diminuição do fluxo magnético, a corrente criada gerará um campo magnético de mesmo sentido do fluxo magnético da fonte. Havendo aumento, a corrente criada gerará um campo magnético oposto ao sentido do fluxo magnético da fonte.

Consulta sugerida:

http://www.feiradeciencias.com.br/sala03/03_01.asp

http://efisica.if.usp.br/electricidade/basico/inducaao/auto_inducaao/

http://efisica.if.usp.br/electricidade/basico/inducaao/auto_inducaao/

<http://www.landelldemoura.qsl.br/entsolano.htm>

Interessante diagrama com movimento:

<http://www.geocities.ws/jcc5001pt/museubobinaderuhmkorff.html>