

Efeito Edison e o nascimento do díodo

Em 1802, o inglês Sir Davy, que mais tarde foi o tutor de Michael Faraday, usando a recente pilha de Volta (1800), provocou a incandescência de um fio de cobre, mostrando que a corrente elétrica poderia ser usada como gerador de luz.

De seguida houve muitos desenvolvimentos, patenteados, na tentativa de fazer uma lâmpada elétrica, mas só em 1862 o inglês Joseph Swan conseguiu resultados mais interessantes ao fazer uma lâmpada elétrica baseada numa fita de papel carbonizada como filamento luminoso.

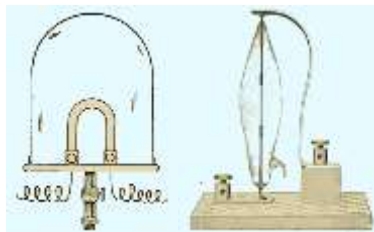


Fig. 1- Lâmpadas de Swan de 1862 e de 1879 /
Swan lamps 1862 and 1879.

Em 1878, Joseph Swan (GB) constrói lâmpadas de filamento de carbono no vácuo que duram algumas horas. Em 1879, Swan fez demonstração para uma audiência de 700 pessoas de uma lâmpada com vácuo melhorado que durou 40 horas. As lâmpadas de Swan tinham, contudo, baixa resistência no filamento.

Em 1880, depois dos sucessos de Swan na realização de lâmpadas de incandescência, Thomas Edison começou a trabalhar afincadamente na realização prática de lâmpadas de filamento condutor e, muito especialmente, nos filamentos obtidos por carbonização de fibras de bambu que poderiam originar condutores com elevada resistência elétrica¹.

Edison estabeleceu o primeiro negócio de iluminação elétrica. Fez vários contratos de iluminação de edifícios e instalações industriais, que eram baseados no número de lâmpadas disponíveis. Estas lâmpadas eram alimentadas por corrente contínua (a que Edison preferia) mas as suas lâmpadas apenas duravam algumas dezenas de horas.

Edison tinha dois grandes obstáculos ao crescimento do negócio da iluminação, nomeadamente:

- i) O vidro da lâmpada escurecia rapidamente junto ao terminal positivo do filamento reduzindo o fluxo luminoso.
- ii) Os dínamos, geradores de tensão contínua, produ-

Edison Effect and the Birth of the Vacuum Diode

In 1802, the Englishman Sir Humphry Davy, later a tutor to Michael Faraday, used the voltaic pile discovered by Alessandro Volta in 1802 to show that the electrical current could cause the incandescence of a copper wire and thus be used as a generator of light.

This discovery was followed by many attempts towards the manufacture of an electrical incandescence lamp, but only in 1862 was the Englishman Joseph Swan able to get satisfactory results with an electrical lamp with a filament made from a ribbon of carbonized paper.

In 1878, his lamps built with carbon filaments placed in a vacuum could operate for some hours before burning out. In 1879, Swan makes a demonstration for an audience of 700 people of a lamp with an improved vacuum that can last for 40 hours. The filaments of Swan's lamps had, however, a low electrical resistance.

In 1880, after Swan's success in the manufacture of incandescence lamps, Thomas Edison started working in earnest towards the development of lamps with a high-resistance filament, which he obtained by the carbonization of bamboo fibers [1].

Edison was the first to establish an electrical lighting enterprise, in particular securing contracts for the electrical lighting of buildings and industrial premises, based on the number of lamps available. These lamps were powered by direct current (DC), which Edison staunchly promoted, but his lamps had short lifetimes, only on the order of some tens of hours.

Edison faced two main obstacles to the growth of his lighting business, namely:

- i) The glass of the lamp bulb near the filament positive terminal would darken very quickly, thus reducing the luminous flux, and*
- ii) The DC dynamo generators manufactured by Edison had to be located at a short distance from the users, since the voltage drop in the distribution lines would reduce the light intensity of the lamps.*

In order to research the reasons for the darkening of the lamp glass, Edison introduced a metal plate inside the lamp and isolated from the filament. He found that this plate became electrically (negatively) charged when the filament was heated. He also found

zidos por Edison não podiam estar muito longe dos utilizadores dado que as quedas de tensão nos condutores reduziam a intensidade da iluminação produzida pelas lâmpadas.

Para investigar a razão do escurecimento do vidro das lâmpadas, Edison introduziu no interior da lâmpada uma placa metálica, isolada do filamento. Descobriu que essa placa ficava eletrizada quando o filamento era aquecido. Verificou, também, que poderia obter dela uma corrente elétrica se lhe aplicasse uma tensão positiva relativamente à parte negativa do filamento mas não obtinha qualquer corrente quando esta tensão era negativa.

[Pode ver aqui uma simulação gráfica do funcionamento do sensor de Edison.](#)

[E, aqui, pode ver uma explicação simples do efeito Edison.](#)

Edison fora acompanhado neste estudo pelo engenheiro inglês Ambrose Fleming,. Tinha descoberto, sem saber, o diodo de vácuo.

Edison registou a patente deste fenómeno, hoje designado por efeito Edison, por proposta de William Preece, em 1884. A patente tem como objetivo realizar um sensor de corrente. De facto na placa positiva aparecia uma corrente elétrica contínua que era dependente da temperatura do filamento, e, portanto, era dependente da iluminação produzida pela lâmpada.

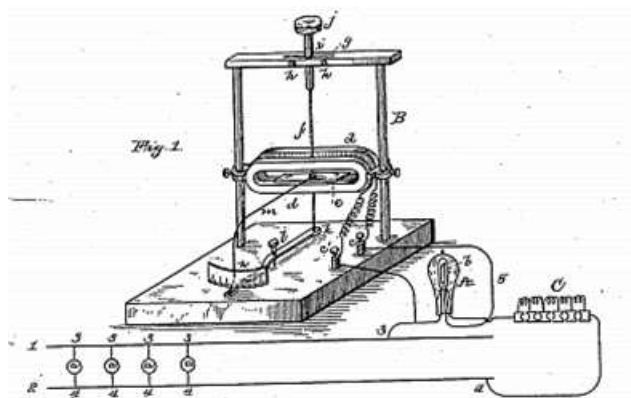


Fig. 3 - Regulador de iluminação de Edison / Regulator of light intensity, patent U.S. 307031.

Com a informação obtida deste sensor de iluminação Edison conseguia usá-la para regular a corrente de excitação dos dínamos e gerar a tensão apropriada para alimentar um conjunto de lâmpadas de ilumina-

that, if he applied to that plate a positive voltage relative to the filament, he could get an electrical current flowing through it, but if that voltage were negative then no current would flow.



Fig. 2- Lamp with an additional plate / Lâmpada com placa adicional.

In order to research the reasons for the darkening of the lamp glass, Edison introduced a metal plate inside the lamp and isolated from the filament. He found that this plate became electrically (negatively) charged when the filament was heated. He also found that, if he applied to that plate a positive voltage relative to the filament, he could get an electrical current flowing through it, but if that voltage were negative then no current would flow.

[A graphical simulation of the operation of Edison's sensor can be seen here.](#)

[And here, a simple explanation of the Edison effect.](#)

In this study, Edison had the collaboration of the British engineer Ambrose Fleming. He had discovered, without realizing it, the vacuum diode.

In 1884, Edison registered the patent for this phenomenon, nowadays called the Edison effect, for the purpose of building an illumination sensor, on the principle that the electrical current flowing through the plate, directly dependent on the temperature of the filament, would be an indication of the lamp light output.

With the information coming from this illumination sensor, Edison could regulate the excitation current of the dynamos and thus generate the adequate voltage to power a set of illumination lamps. Edison registered this device under U.S. Patent 307,031, of November 1883.

ção, dispositivo que Edison patenteou em novembro de 1883 (patente U.S. 307,031).

A demonstração pública do efeito termiônico foi apresentada em 1884 na “*International Electrical Exposition*” de Filadélfia, onde a corrente gerada na lâmpada modificada foi suficiente para atuar um dispositivo acústico eletromecânico - “*telegraphic sounder*”¹. De facto, Edison tinha descoberto o díodo de vácuo mas não se apercebeu da influência que ele poderia ter no futuro desenvolvimento da eletrotécnica e da eletrónica.

A descoberta do eletrão e da corrente elétrica como um movimento de cargas discretas, aconteceu em 1898 por William Thomson (GB). Em 1901, Owen Richardson (GB) mostrou que um filamento aquecido emitia eletrões. Owen quantificou a densidade de corrente de eletrões obtida a partir de um corpo condutor aquecido à temperatura absoluta T como sendo dependente de T , do trabalho W de extração de eletrões do material e das propriedades emissivas do material. Este estudo valeu-lhe o prémio Nobel da Física em 1928.

Com Owen Richardson passou a saber-se que havia eletrões emitidos do filamento aquecido e também iões de carbono que se iam desagregando do filamento e caminhavam para a parte mais positiva do filamento escurecendo o vidro da lâmpada incandescente.

Thomas Edison - Patente U.S.A. [US307031](#), November 1883.

[1] - Edison precisava de filamentos de alta resistência elétrica para as lâmpadas para que pudesse diminuir a corrente necessária para alimentá-las e, assim, reduzir as quedas de tensão nas linhas de distribuição elétrica.

[2] - A Transdutor Telegráfico é um aparelho eletroacústico utilizado para a sinalização de Morse, cujo exemplar pertencente ao acervo particular de Moisés Piedade está exposto no

Museu Faraday.

The galvanometer is actuated by the current generated by the illumination sensor, the filament of which is connected in parallel with the consumer lamps.

The public demonstration of the thermionic effect was made in 1884 at the International Electrical Exposition in Philadelphia, where the current generated in the plate of the modified lamp was large enough to actuate an electromechanical acoustic device – the telegraphic sounder [2]. As a matter of fact, Edison had discovered the vacuum diode, but he did not realize the influence this could have in the future development of electrical technology and of the discipline later called electronics.

The discovery of the electron and of the electrical current as a movement of discrete electrical charges happened in 1898, by the Englishman William Thomson (Lord Kelvin). In 1901, Owen Richardson (U.K.) showed that a heated filament emits electrons, and derived an equation relating the density of the electron current produced by a conducting body at absolute temperature T to the temperature T and to the electron extraction work W and the emissive properties of the material of the body. On the basis of this study, he was awarded the Nobel Physics Prize in 1928.

With Owen Richardson, it became known that heated filament emits both electrons and also carbon ions, which disaggregate from the filament material and move towards and past the positive part of it and then deposit on the glass of the incandescence lamp, thus darkening it.

Thomas Edison – U.S. Patent [US307031](#), November 1883.

[1] - Edison needed high electrical resistance filaments for his lamps so he could lower the current required for powering them and thus reduce the voltage drops on the electrical distribution lines.

[2] - The Telegraphic Sounder is an electroacoustic device used for Morse signaling, of which a copy belonging to the private collection of Moisés Piedade is on display at the

Museu Faraday.

Moisés Piedade, dezembro de 2017