

Módulo PWE

O módulo *Play With Electrons*, PWE, (Brinca com Eletrões) foi desenvolvido no Museu Faraday¹ e permite determinar a relação carga /massa do eletrão a partir da repetição da experiência de Thomson realizada em 1897 usando, agora, a ampola CRT Leybold 55557, fabricada nos anos 50 do século 20.

A experiência de Thomson baseia-se na aceleração de eletrões com uma tensão contínua $U_A = V+B$, que são concentrados num feixe fino e na interação deste feixe com um campo magnético externo criado por um par de [bobinas de Helmholtz](#), excitadas por uma corrente contínua, ICOIL, originando trajetórias circulares que se tornam visíveis devido à existência de um gaz residual dentro do tubo /ampola de Leybold.

A rotação da ampola de um ângulo relativo à origem definida pelo plano do canhão eletrónico e o eixo longitudinal da ampola, permite transformar as trajetórias circulares em espirais circulares ou até retas.

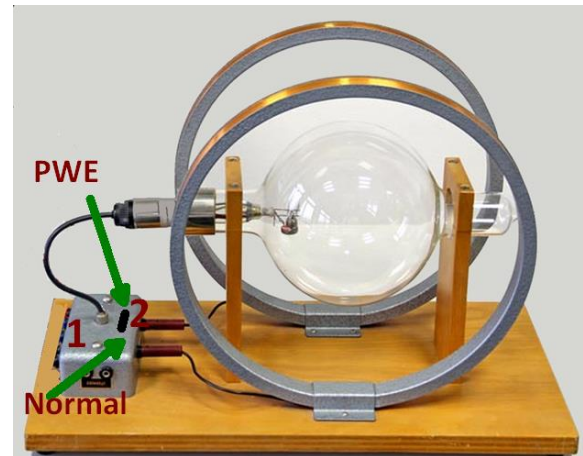


Fig.1 – Ampola Leybold 55557 e módulo de interface.

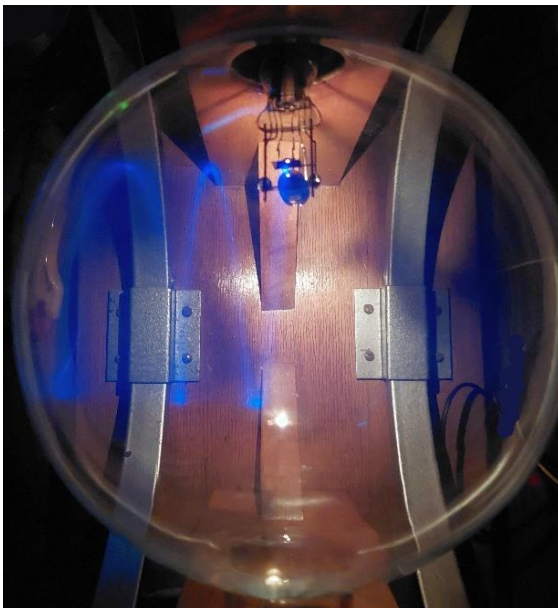


Fig.2 – CRT Leybold 55557 com trajetória espiral e feixe de trajetórias obtidas com modulo PWE.

¹ O módulo PWE foi desenvolvido pelos voluntários do Museu: Moisés Piedade, Luís Ferreira e Rui Louro.

O módulo PWE pode ser usado alternativamente² à fonte de alimentação clássica da ampola Leybold 5557, que inclui a tensão de filamento da ampola (6,3 V AC), a tensão de placa ajustável de 0 V a 350 V (DC) e a corrente nas bobinas de Helmholtz que é ajustável de 0 A a 2 A (DC).

Para escolher o modo de funcionamento da ampola a ser controlada pelo módulo PWE basta seleccionar na interface 1 da ampola a posição PWE do seletor 2, ver Fig. 1.

O módulo PWE permite escolher manualmente 4 valores da corrente contínua, ICOIL, que percorre as bobinas de Helmholtz e escolher 5 tensões, V+B, de aceleração dos eletrões na placa da ampola, desde que a alta tensão da fonte esteja ajustada para + 350 V.

Com a alta tensão da fonte ajustada a 350 V DC, através de díodos de Zener³ obtêm-se as tensões de 100 V, 150 V, 200 V, 250 V e 300 V.

As correntes ICIL são definidas por uma fonte eletrónica regulada a partir da tensão de entrada de 24 V DC proveniente da fonte de alimentação.

Na posição 1 do seletor de correntes ICOIL escolhe-se uma repetição sequencial das 4 correntes ICOIL, cuja frequência de repetição é ajustável em FREQ entre um valor mínimo e um valor máximo dentro de cada uma das gamas de ritmo, 1 ou 2, escolhidas pelo seletor SPEED.



Fig. 3. – Painel Frontal do módulo: Brinca Com Eletrões / Play With Electrons (PWE).

O módulo permite visualizar um conjunto fixo de trajetórias correspondentes a cinco tensões de aceleração contínuas, UA, do ânodo do tubo e quatro correntes fixas.

O módulo permite gerar quatro correntes fixas, ICOIL e ainda, gerar uma sucessão de correntes com diferentes valores com ritmos continuamente variáveis pelo utilizador, escaladas em duas gamas de frequência de varrimento das correntes.

² - O módulo PWE é, de facto alimentado pela fonte de alimentação que proporciona as tensões e correntes para a ampola, mas estas vão por um caminho alternativo.

³ - Clarence Zener (1905-1993) descobriu as propriedades de tunelamento de eletrões em junções inversamente polarizadas a que se chama efeito Zener.

À ampola Leybold 55557 foi adicionado um sensor de angulo da rotação do seu eixo, que é baseado num potenciómetro e numa série de peças desenhadas e que foram impressas pelo nosso voluntário Luís Ferreira, numa impressora 3D de filamento plástico fusível.

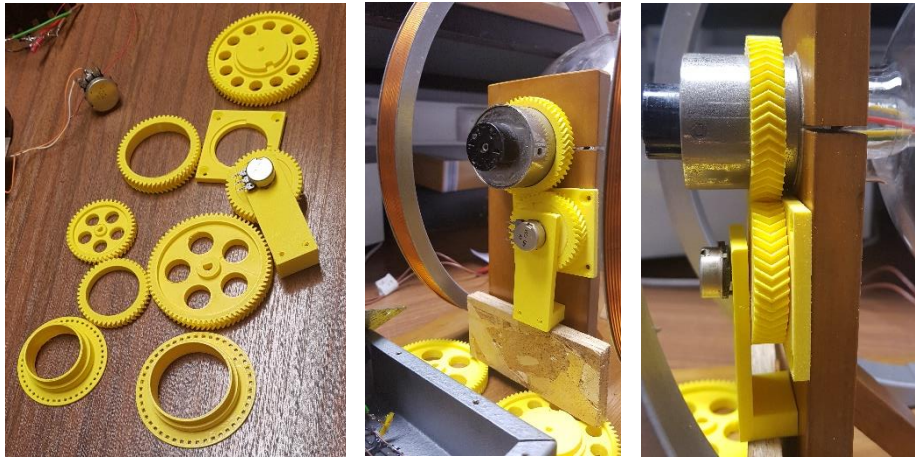


Fig. 4 – Peças fabricadas para o sensor de ângulo de rotação da ampola.

O módulo PWE dispõe de um transmissor de Bluetooth que transmite para um dispositivo móvel o valor da corrente nas bobinas de Helmholtz, o valor da tensão de aceleração U_A selecionada e o valor do ângulo de rotação da ampola Leybold 55557 relativamente à posição vertical do seu canhão eletrónico.

As informações recebidas no dispositivo móvel, com sistema operacional Android, são usadas por uma aplicação a correr no dispositivo que foi desenvolvida por um aluno do Mestrado em Engenharia Informática do IST, da área de Multimédia, sob orientação do Prof. Rui Prada.

No dispositivo móvel, os dados recebidos do módulo PWE permitem simular as trajetórias seguidas pelos eletrões. Através da camera de vídeo do dispositivo, é possível verificar as trajetórias reais dos eletrões e pode verificar-se a diferença entre os resultados de simulação numérica e os resultados experimentais.

No dispositivo móvel é possível ajustar os parâmetros de simulação a partir da imagem das trajetórias.

A comunicação entre o módulo PWE e o dispositivo móvel, nesta fase é feita apenas na direção do dispositivo móvel, mas está prevista a realização de uma melhoria no módulo PWE de modo a que o dispositivo móvel também possa controlar, de forma interativa, alguns parâmetros do módulo PWE.

Uma aluna da Faculdade de Belas Artes da Universidade Técnica de Lisboa, sob orientação da Profa. Patrícia Gouveia, está encarregada da modelação do sistema em formato tridimensional (3 D) para usar na aplicação interativa.

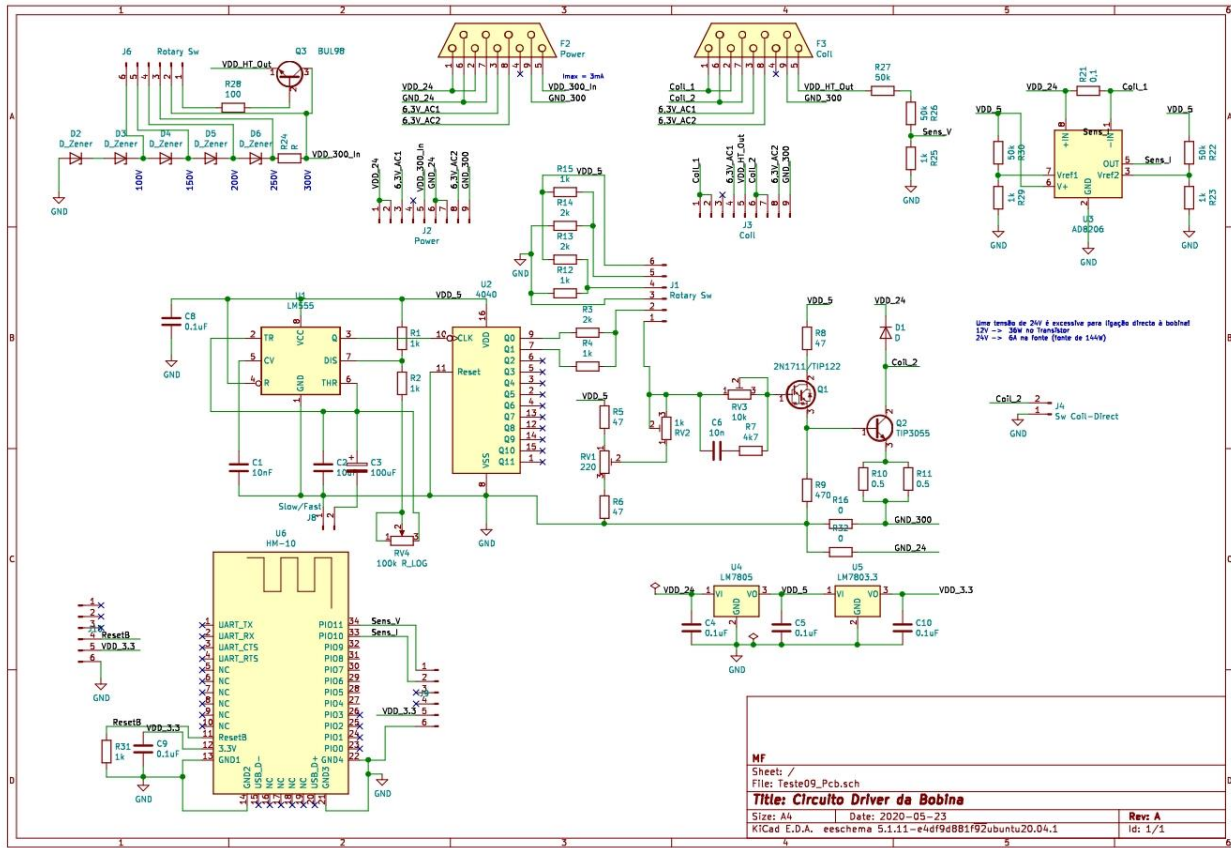


Fig. 5 – Esquema elétrico simplificado do módulo PWE.