

## Energia Doméstica na Chamusca em 1920

### Parte I – Identificação e transporte dos equipamentos

No dia 6 de março de 2023 fomos contactados telefonicamente pelo Eng.º Miguel Tavares Pestana que nos manifestou a intenção de doar ao Museu Faraday do IST, uma instalação de energia doméstica dos anos 30 ou 40, do século passado, segundo a opinião do proprietário Eng.º Miguel Pestana.

A quinta onde existe o sistema de energia doméstica, está situada na Rua Direita de São Pedro n. 194, na Chamusca, numa região extremamente fértil do ponto de vista agrícola e que foi propriedade de várias famílias nobres antepassadas do Eng.º Miguel Pestana. Segundo este, a atual quinta é o que resta de uma extensa região agrícola, propriedade da família, de que foram vendidas várias parcelas. Na casa secular há indicações de ter sido inicialmente construída em meados do século 19, a que se foram acrescentando outras dependências ao longo do tempo.

A quinta dispunha de sistema de rega, instalações para debulhar cereais e um lagar de azeite movido com uma máquina a vapor proveniente de uma caldeira de aquecimento de águas necessárias também para a depuração do azeite depois do esmagamento das azeitonas.

Em março de 2023, a zona onde estava a casa secular foi vendida, ficando o Eng.º Miguel Pestana com a parte restante do terreno agrícola onde planeia construir uma casa, na zona do lagar de azeite.



1- Zona residencial; 2- Casa das máquinas; 3- Casa dos cavalo; 4- Pocilgas ; 5- Lagar de azeite.

A quinta era propriedade da avó do Eng<sup>o</sup> Miguel Pestana, mas ela era descendente, neta, do famoso [Eng.º José de Mascarenhas Pedroso Belard da Fonseca](#) (1889-1969).



1- Nora; 2- Casa das máquinas; 3- Lago dos patos; 4- Chaminé da sala das baterias; 5- Casa de arrumos; 6- Reservatório de água.

### O Eng.º José Belard da Fonseca

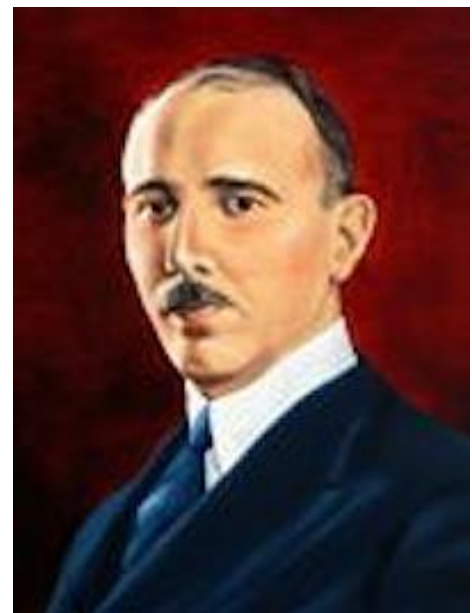
O Eng.º José Belard nasceu em 02/08/1899, na Chamusca, licenciou-se em Engenharia Civil, no IST, em 1921. Foi assistente do IST no ano letivo de 1920-1921, na época em que a referida instalação de energia doméstica foi construída.

Foi um famoso engenheiro Civil, que desempenhou as funções de diretor do IST entre 1942 e 1953, foi Bastonário da ordem dos Eng.ºs e foi Vice-reitor da UTL. O Eng.º José Belard recebeu inúmeras e prestigiadas condecorações ao longo da sua vida.

A família do Eng.º José Belard tem raízes nobres pois o seu pai foi o [Coronel António Belard da Fonseca](#), que foi o 2º Visconde de Santa Margarida, por mercê do rei D. Manuel II, já no exílio. O Eng.º José Belard tinha o direito de usar este título, mas nunca o fez. Casou em 1931 com Rosa Cancela Ferreira Tavares, nascida em 4 de fevereiro de 1909 em Mogofores<sup>1</sup>, no concelho de Anadia, descendente também de família nobres.

### O sistema de energia doméstica

Depois de analisarmos os equipamentos envolvidos, através das fotografias que o Eng.º Miguel Pestana nos enviou,



1950- Eng.º José Belard

<sup>1</sup> - Curiosamente, duas semanas antes do Eng.º Miguel Pestana me ter contactado, estive no estúdio do cançonetista José Cid, em Mogofores, tendo sido cordialmente recebido. Na visita à Chamusca notei semelhanças entre as duas casas, e o Eng.º Miguel Pestana informou-me que José Cid é seu tio e embora viva em Mogofores também tem residência na Chamusca.

ficámos convencidos do grande interesse museológico da instalação; do nosso ponto de vista ela representa o estado da arte existente na época; a isto acrescentamos a vontade expressa pelo Eng.º Miguel Pestana em que o equipamento ficasse no IST, onde um familiar seu tinha sido licenciado, assistente, professor e diretor.

O sistema de energia doméstica estava dentro de uma casa situada junto ao poço, designado por mina, dotado de uma antiga nora. A nora permitiria armazenar água no tanque (lago dos patos) um pouco sobre-elevado que permitiria regar a quinta. Mais tarde parece ter sido construído um reservatório de água colocado num nível muito mais alto, onde, provavelmente, seria armazenada a água, elevada por um motor térmico e respetivas bombas.

O sistema de energia doméstica é basicamente constituído por um motor térmico Crossley, um dínamo ASEA, um motor elétrico ASEA, um sistema de baterias de chumbo Tudor e vários quadros elétricos de controlo e monitorização da instalação. Estes componentes eram do melhor que se fazia na época.

A bateria de acumuladores de chumbo (não selados) era do tipo acumuladores abertos para facilmente se introduzir água destilada (ou ácido sulfúrico) de modo a se poder controlar facilmente a densidade do eletrólito nos diferentes estados de carga e de descarga da bateria. Estas baterias eram preferencialmente usadas em instalações industriais. As baterias foram localizadas numa sala específica da casa que estava dotada de uma porta de isolamento e de uma chaminé por onde saíam os gases libertados durante as operações da bateria.

Para melhor nos inteirarmos do funcionamento da instalação começámos por pesquisar as características dos equipamentos, a estudar a sua interligação e a proceder à sua datação. Nesta primeira análise entrevistamos várias pessoas entre as quais destaco o Eng.º Albano Santos, voluntário do Museu Faraday.

No dia 11 de março de 2023, Moisés Piedade e o Eng.º Albano Santos, visitámos as instalações do sistema de energia elétrica e tirámos algumas conclusões que referimos de seguida. Estas conclusões devem ser complementadas por informação adicional prestada por outras entidades, nomeadamente pelo Eng.º Miguel Pestana, pelo seu familiar Eng.º Norberto Pedroso e também por informações provenientes da autarquia da Chamusca.

Mais tarde, com a ajuda do Prof Luís de Sousa do DEM do IST e o aluno de PhD do DEEC, Pedro Costa, estudámos a melhor maneira de retirar os equipamentos, mas a principal dificuldade identificada seria a retirada do motor térmico Crossley, uma máquina preciosa que faz parte de muitos museus.



Pedro Costa, Moisés Piedade e Luís de Sousa

## A instalação de energia na quinta

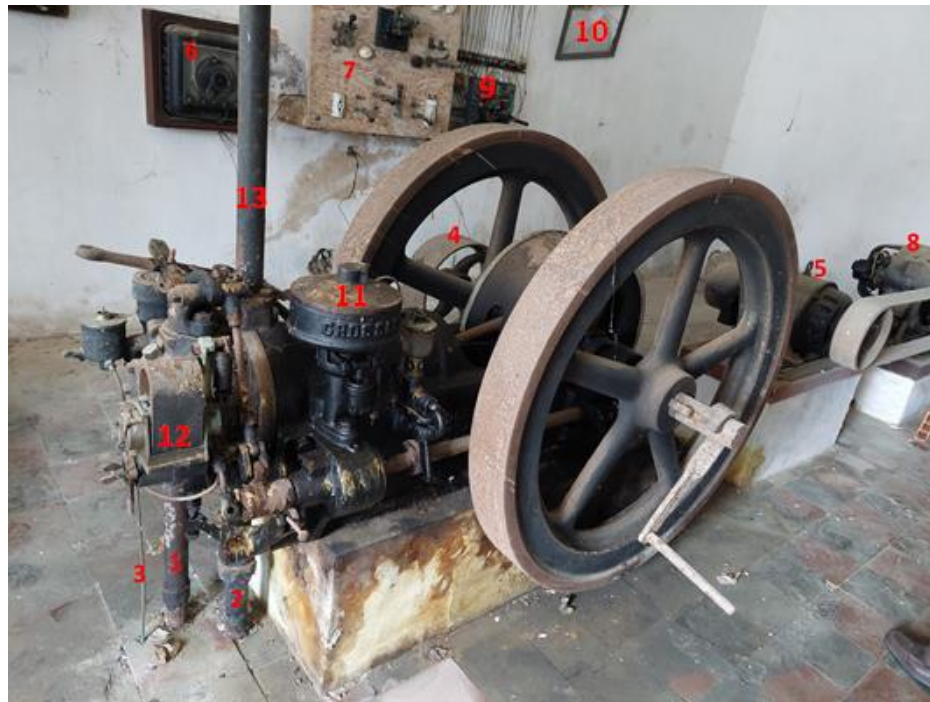
- 1- Em primeiro lugar vamos referir o motor de combustão Crossley, o dínamo ASEA, o motor trifásico ASEA a bateria TUDOR e vários quadros elétricos de controlo da instalação. Todos estes equipamentos, na nossa avaliação, eram de referência na época que foram aí colocados.
- 2- A quinta dispunha de um poço de água nascente, designado por mina, de onde seria retirada a água necessária para a agricultura. Inicialmente, antes de 1900, a água seria retirada por uma nora acionada por animais (possivelmente por cavalos ou bois) e a água seria distribuída naturalmente pela quinta a partir do lago anexo à nora.



Principais equipamentos da instalação de energia doméstica.

1-Motor térmico; 2- Dínamo; 3- Motor elétrico trifásico; 4- Bateria de chumbo Tudor; 5- Quadro principal

Inicialmente, antes de 1918, o motor térmico deve ter sido instalado neste local, para o sistema de rega, substituindo a nora existente. A água, retirada da mina, seria depositada no reservatório elevado de onde estaria disponível para a rega das plantações agrícolas.



1 e 2- Tubos de água; 3- Tubo de combustível; 4- Tambor de correia; 5- Motor trifásico ; 6- Reóstato do dínamo; 7- Quadro geral; 8- Dínamo; 9- Seletores de carga e de descarga da bateria; 10- Quadro do esquema elétrico do circuito dínamo-bateria; 11- Filtro de ar e carburador; 12- Magneto; 13- Tubo de escape.

Repare-se que os tubos 1 e 2 da figura têm cerca de 2 polegadas de diâmetro e teriam um diâmetro exagerado se fossem usados só para a refrigeração do motor.

- 3- O motor monocilíndrico é do tipo de explosão, tem uma vela de ignição cuja alta tensão é fornecida pelo magneto 11. Este motor deve poder produzir entre 5 a 10 cavalos de potência, quando o relacionamos com outros motores Crossley existentes nalguns Museus. No seu funcionamento, o motor, sendo monocilíndrico, a seguir ao binário resultante da explosão do combustível<sup>2</sup>, tem vários períodos de perda de energia mecânica. Para que não pare de rodar dispõe de dois enormes volantes de inércia, que devem pesar mais de 500 kg cada um.
- 4- Através da manivela, dotada de mecanismo de escape, conseguimos rodar o motor térmico, que mostrou não estar internamente preso. Provavelmente conseguiremos colocá-lo a trabalhar noutra local. Mas a sua retirada não será fácil.
- 5- O dínamo ASEA foi acrescentado em 27 de maio de 1918 pela empresa portuguesa Circ.<sup>ao</sup> IND.<sup>al</sup>, como prova a etiqueta presente no dínamo, onde além da data de instalação foi gravado o nº 489, que deve corresponder a um número de obra dessa empresa. O dínamo ainda tem uma etiqueta da empresa D. Moura Lda. que existiria na Rua da Trindade, n. 18A em Lisboa. Pensamos que o dínamo estaria numa posição diametralmente oposta à atual e estaria ligado ao tambor do motor de combustão através de uma correia, no lugar que agora é ocupado pelo motor trifásico.



Dínamo ASEA e etiquetas

Assim, muito provavelmente, depois de o dínamo ASEA ter sido adicionado ao motor térmico, em 1918, a quinta passou a ter energia elétrica disponível, sempre que o motor térmico estivesse a trabalhar. Uma etiqueta semelhante à do dínamo foi colocada no motor Crossley que a partir desta data passou a estar associado ao dínamo.

O sistema de válvulas existente permitia que se extraísse, ou não, água da mina. Provavelmente a nora deixou de ser usada e foi reconicionado o espaço à volta dela pois, na situação atual, não seria possível usar animais para propulsionar a nora.

- 6- Pensamos que a atual casa das máquinas só seria construída mais tarde, quando foi introduzida a [bateria de acumuladores Tudor](#), provavelmente no ano de 1921 ou 1922, pois a empresa fornecedora das baterias só foi formada, em Portugal, em 1920.

<sup>2</sup> - Não sabemos que tipo de combustível o motor usaria, pois estes motores eram caracterizados por queimarem quase tudo, óleos, parafina e outros combustíveis líquidos.

A atual casa das máquinas deve ter sido construída à volta do motor térmico, pois este nunca poderia entrar pela atual pequena porta de acesso desta casa. Por outro lado, a casa foi construída com uma sala específica para a colocação da bateria de acumuladores Tudor.

Esta foi uma dificuldade que tivemos, pois, para retirar o motor sem destruir alguma parte da casa, só será possível desmontando o motor e não tínhamos tempo de fazer isto até ao final do mês de março. Vamos tentar negociar com o novo proprietário das instalações a maneira de retirarmos o motor térmico.

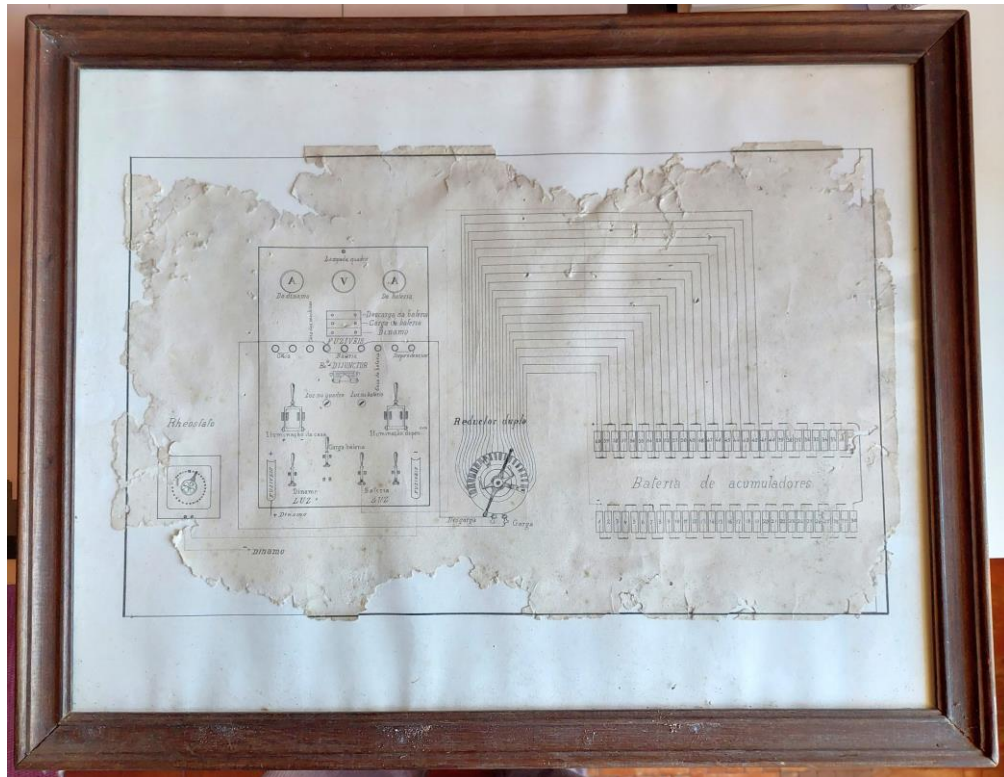
- 7- Nesta época, ainda não haveria distribuição de energia elétrica na Chamusca<sup>3</sup>. Em princípio a energia para a habitação seria fornecida pelo dínamo de corrente contínua sempre que o motor de combustão estivesse ligado. A maior parte dos equipamentos domésticos seriam de corrente contínua: motores, aquecedores, lâmpadas, ventoinhas, etc. Seguiu-se aqui a [ideia de Edison da distribuição de energia em corrente contínua com 110 V](#) que tinha sido experimentada em Nova Iorque e, provavelmente, também em Lisboa, no início do século 20. Pensamos que a regulação da tensão de saída para a alimentação da casa fosse obtida pelo ajuste da velocidade de rotação do motor térmico e por um reóstato de alta potência associado em série com o dínamo. A tensão de saída, assim regulada podia ser observada num voltímetro existente num dos quadros elétricos.
- 8- O dínamo tem uma construção extremamente pesada e volumosa para os padrões atuais. Poderia gerar uma potência de 3 kW, absorvendo do motor de combustão cerca de 5 kW (rendimento de cerca de 60%) mas, provavelmente, era preciso ter uma potência de pico maior durante pequenos períodos de consumo da instalação doméstica e daí surgir a necessidade de uma bateria de acumuladores de energia. A bateria também proporcionava energia com o motor de combustão desligado, situação em que o dínamo não gerava energia elétrica. Para retirarmos o dínamo da instalação doméstica tivemos de o desmontar e separar o rotor do estator, pois deveria pesar mais de 200 kg. Neste dia de desmontagem da instalação foi fundamental a ajuda do Prof. Luís de Sousa do DEM do IST e o aluno de doutoramento do IST, Pedro Costa e o Tiago Rebelo da Engenharia Aeroespacial. Todos os trabalhos que exigiram uma força muito elevada foram feitos por estes três voluntários, com a ajuda ocasional do caseiro da quinta, senhor António Nicolau.
- 9- Mais tarde, já no Museu Faraday, na fase de restauro do dínamo, verificámos que o rotor (induzido) usava técnica [do anel de Gramme](#) que tinha [sido patenteada em 1871](#) e que garante que a tensão contínua desenvolvida pelo dínamo é praticamente constante e que tem muito pequenas variações ao longo do tempo.
- 10- As patentes das baterias de chumbo, mais avançadas, desenvolvidas por Henri Tudor, tinham sido licenciadas, em exclusivo, aos alemães e foram muito importantes, para estes, na 1ª guerra mundial<sup>4</sup>. Depois desta guerra passaram a estar disponíveis licenças, em Portugal surge no dia 1 de junho de 1920, a Sociedade Portuguesa do Acumulador Tudor, SARL, como fabricante de acumuladores elétricos, para todas as aplicações, sediada na Rua António Maria Cardoso, nº 68, 1º, em Lisboa. Esta empresa começou por fabricar acumuladores de chumbo fechados tendo em vista a crescente indústria automóvel.

---

<sup>3</sup> (averiguar quando foi introduzida a rede elétrica na Chamusca)

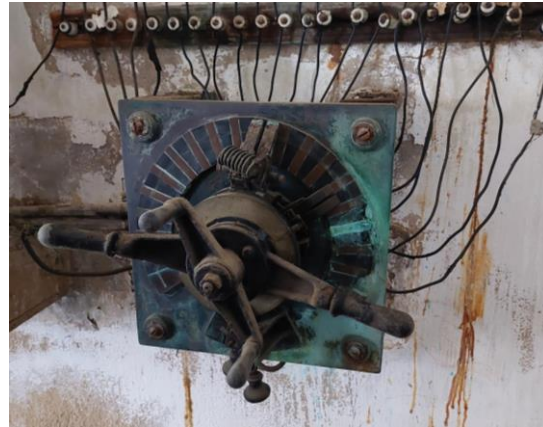
<sup>4</sup> - Lembremo-nos do terror que, na 1ª guerra mundial, os submarinos alemães, alimentados a baterias, provocavam nos mares.

- 11- A bateria que foi instalada na quinta deve ter sido importada de empresas estrangeiras pertencentes ao grupo Tudor, pois trata-se de um sistema de construção bastante refinado, usando acumuladores abertos, que eram normalmente usados em instalações industriais e não deve ter sido fabricada em Portugal. A bateria da Sociedade Portuguesa do Acumulador Tudor é do tipo L1 e teve o nº 969, pelo que não deve ter sido logo em 1920 que foi aplicada. Estimamos que a introdução desta bateria deve ter sido feita por volta de 1921 a 1923.
- 12- Desconhecemos se a empresa que adicionou as baterias ao dínamo foi a mesma, acima referida, que fez a instalação inicial do dínamo, mas no esquema elétrico que sobreviveu já se encontra o dínamo associado à bateria de acumuladores de chumbo, embora não indique o fabricante da bateria.



Quadro com esquema elétrico sobrevivente da ligação do quadro de controlo com a bateria e o dínamo (oferta do Eng<sup>o</sup> Miguel Pestana).

- 13- A bateria de 60 células tinha derivações de condutores elétricos às últimas 20 células (do lado da tensão mais alta). Um comutador duplo permitia aceder, de modo independente, a cada uma destas derivações podendo selecionar a dimensão da série de baterias envolvidas na situação de carga da bateria e, ao mesmo tempo, selecionar outra das derivações envolvida no circuito de descarga da bateria. A regulação da tensão do dínamo seria feita pelo ajuste da velocidade do motor térmico, através do acelerador e seria complementada com o antigo reóstato de alta potência de dissipação elétrica (e térmica) colocado em série com o dínamo e as baterias selecionadas.



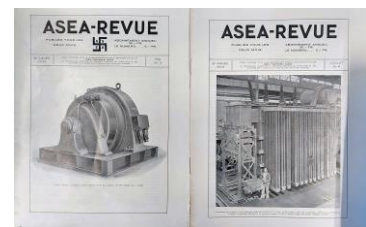
Reóstato de potência e seletor duplo coaxial usados no controlo da tensão a aplicar à bateria e a receber desta.  
Pormenor do barramento de condutores que acediam às baterias.

- 14- Com a introdução da bateria Tudor deixou de fazer sentido regular a tensão de saída da instalação, só pelo ajuste do reóstato em série com o dínamo. Passou a usar-se também as tensões disponíveis nas últimas 20 células da série de 60 elementos da bateria, o que permitia ajustar a tensão de saída, com uma precisão de cerca de 2 V, através do seletor duplo coaxial.

Esta estratégia de controlo fez com que os acumuladores de energia menos usados fossem esses 20 como pudemos observar pela análise do seu estado de degradação. Alguns destes acumuladores ainda tinham ácido no eletrólito enquanto todos os outros já só tinham sais de sulfato de chumbo acumulados no fundo do vaso de vidro, sem a presença de qualquer líquido do eletrólito.

- 15- Com a chegada da corrente alternada à Chamusca, cuja data ainda temos de averiguar, foi introduzido o motor trifásico da empresa ASEA com ligação em estrela (sem neutro), para acionar o dínamo e carregar as baterias. Ter-se-ia desativado o motor de combustão do modo de produção de energia elétrica e ter-se-ia passado a usar o motor elétrico cuja velocidade de rotação é bem mais fácil de controlar. Provavelmente a instalação doméstica continuou a ser em corrente contínua de 110 V e a corrente alternada da rede elétrica foi usada para força motriz, ou mantiveram-se as duas instalações, contínua e alternada, com fins diferentes.

- 16- O motor trifásico foi instalado antes de 1933 pois o motor ainda tem a etiqueta que usava a cruz suástica<sup>5</sup>. A empresa ASEA, na sequência da queima dos livros ocorrida no dia 10 de maio de 1933<sup>6</sup>, depois da subida de Hitler ao poder, na Alemanha, em 30 de janeiro de 1931, deixou de usar esta etiqueta, como o Eng.º Albano Santos descobriu ao analisar as duas revistas da ASEA que temos em exposição no Museu Faraday e que compreendem o mês de maio e de julho de 1933.



1933- Nº 3 e nº 4 da revista técnica da ASEA.

<sup>5</sup> - Suástico na língua sanscrita significa prazer, felicidade e boa sorte. A cruz gamada é conhecida e usada há mais de 5000 anos por muitos povos.

<sup>6</sup> A cena da queima dos livros não alemães ocorreu em 10 de maio de 1933. O número de maio da revista da ASEA ainda inclui a cruz suástica, mas o número seguinte, de julho, já não a usa.



Recentemente, no princípio do mês de abril, já na fase de restauro dos equipamentos, efetuada no Museu Faraday, verificámos que o quadro elétrico de controlo do motor trifásico tinha sido realizado por uma empresa. No verso do quadro encontrámos a inscrição, a lápis, do nome do provável eletricista montador do quadro e a data de 6 de dezembro de 1929.

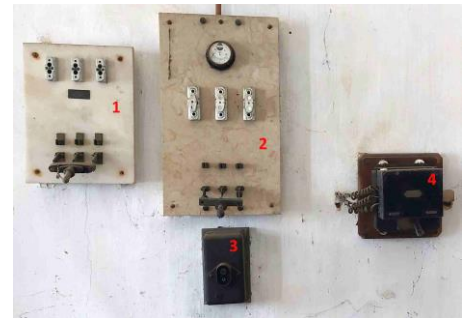
Ficou assim confirmada a data precisa da realização da instalação do motor trifásico, mas já sabíamos que tinha sido antes de maio de 1933.

- 17- Os quadros elétricos que temos vindo a referir são três: o quadro geral de controlo do dínamo e de acesso à energia contínua, o quadro de entrada de energia trifásica da entidade distribuidora de energia elétrica na Chamusca e o quadro de controlo do motor trifásico.

Estas conclusões que aqui fazemos foram confirmadas, como sendo plausíveis, pelo Eng.º Albano Santos que nos acompanhou na visita e pelo aluno de PhD do IST, Pedro Costa, que nos tem ajudado no Museu Faraday e ambos concordaram que estas ideias fazem sentido.

O senhor Eng.º Miguel Pestana e o seu amigo Eng.º Norberto Pedroso, podem ter outras ideias, verdades e sugestões.

Numa primeira fase de elaboração deste documento, o Eng.º Miguel Pestana notou a necessidade de se fazerem algumas correções, mas confirmou que esta deve ser a história mais próxima da vida real desta instalação doméstica de energia elétrica.



1- Quadro do motor trifásico; 2- Quadro da instalação trifásica; 3- Disjuntor da instalação; 4- Réostato de arranque do motor; 5- Quadro geral de corrente contínua; 6- Réostato do dínamo.

## A retirada e o transporte dos equipamentos para o IST

Na primeira visita que fizemos às instalações na Chamusca, no dia 11 de março, trouxemos o quadro elétrico de controlo e alguns aparelhos de medida que achámos interessantes, nomeadamente amperímetros e voltímetros Siemens & Halske, do início do século 20, semelhantes a alguns que já tínhamos no Museu Faraday. As restantes peças eram muito pesadas e precisávamos de estudar o método para procedermos à sua remoção. Desafiámos o Prof. Luís de Sousa do DEM do IST e o aluno de PhD do IST, Pedro Costa, que tem colaborado muito com o Museu Faraday, para voltarmos à Chamusca. Com estas preciosas colaborações começámos a desmontar a instalação com três grandes problemas em agenda: o motor térmico, o dínamo elétrico e o banco de baterias.

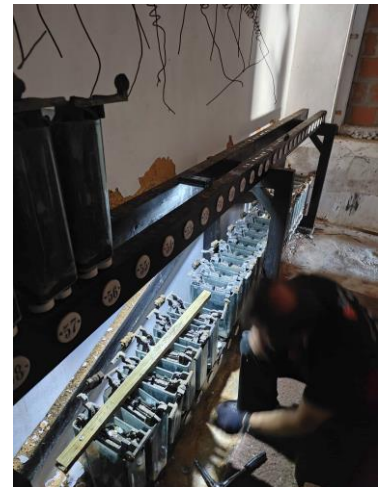
Rapidamente chegámos à conclusão de que não havia hipótese de retirar o motor térmico no prazo limitado pois teria de ser retirado desmontado, dado que não cabia na porta de saída da casa onde a instalação se encontrava.

A bateria de 60 células deve pesar cerca de 700 kg. Cada célula pesa cerca de 10 kg sem eletrólito. A maior parte das células já não tinha eletrólito, mas tinha sais de sulfato de chumbo depositados no fundo da célula. As células estavam todas ligadas por parafusos e eléctrodos de chumbo e decidimos quebrar esta ligação de 6 em 6 células para as podermos retirar blocos de 6 células. Cada bloco foi suportado por ripas de madeira, uma ripa colocada na parte de baixo do conjunto e outra na parte de cima. Estas ripas foram ligadas por varões de aço roscado com 6 mm de diâmetro. Cada conjunto foi mecanicamente estabilizado por um invólucro de várias camadas de filme plástico aderente.

O Banco de madeira com 3,5 m de comprimento, sobre o qual estavam as células da bateria foi desmontado e as 4 longarinas de madeira que suportavam as baterias foram cortadas a meio para poderem ser transportadas nas carrinhas que dispúnhamos.

As baterias seriam transportadas numa viagem adicional que fizemos no dia 26 de março.

O dínamo elétrico é muito pesado, pesa mais de 200 kg e tivemos que o desmontar, separando o rotor do estator para que os pudéssemos transportar.



Desmontagem da bateria



Transporte dos módulos da bateria



Dinamo - Estator e rotor

Trouxemos o bloco de madeira que suportava o dínamo, bem como o sistema de calhas em que este assentava.

O motor de corrente alternada, trifásico é bem menos pesado que o dínamo e pôde ser retirado inteiro, bem como os seus suportes deslizantes.

O barramento de ligação das baterias ao dínamo foi feito com fio de cobre isolado a algodão, como era habitual nos princípios do século 20, pois ainda não havia plásticos para isolar os condutores elétricos. Retirámos uma boa quantidade de fio para reproduzirmos a instalação no IST como originalmente era.

Tudo corria bem, mas era já noite quando verificámos que uma das carrinhas tinha descarregado a bateria, mas mais grave ainda, o capot não abria para acedermos à bateria.

A internet salvou-nos, pois, nela vimos um vídeo que ensinava como abrir o capot de uma carrinha Renault Mégane a partir do seu exterior, retirando as grelhas de plástico de entrada de ar. Tivemos a sorte de sermos engenheiros, o que nos permitiu construir uma ferramenta a partir do varão roscado que tínhamos usado para empacotar as baterias. Assim, depois de várias tentativas, pudemos aceder ao fecho do capot.

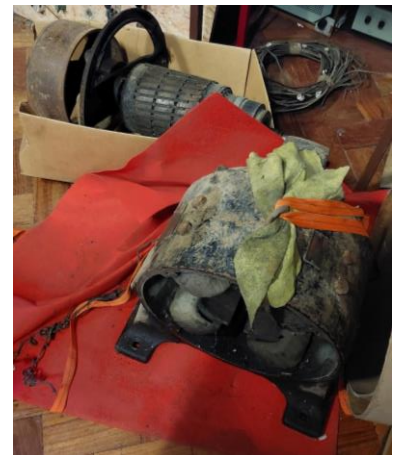


Prof. Luís de Sousa e a nova ferramenta

Mas um azar nunca aparece solitário. Não tínhamos cabos para ligar as duas baterias das carrinhas e tivemos de usar o precioso fio isolado a algodão para ser cortado e fazermos um paralelo de vários condutores para ligar as duas baterias e colocar o motor de uma das carrinhas a funcionar. Vamos tentar recuperar este precioso fio isolado a algodão.

Agradecemos aqui a paciência do senhor António Nicolau, caseiro da quinta, pois esteve connosco desde as 9 h da manhã até quase às 11 h da noite quando era suposto só estar até ao meio dia.

Chegámos à meia noite ao IST e o Prof Luís de Sousa chamou alguns alunos [da FST do IST](#), pois trabalham sempre até altas horas da noite, que nos ajudaram a descarregar as carrinhas, pois nós já estávamos exaustos.



Estator e rotor do dínamo na sala Da Vinci

Os alunos descarregaram os 10 blocos de baterias e transportaram-nos para a sala Flemming do Museu Faraday. O motor e o pesado dínamo ficaram na sala Da Vinci do Museu. Na sala da Vinci ficaram também, à espera de melhores dias os quadros elétricos sobre as suas pesadas bases em mármore.

Na parte II deste trabalho serão descritas as técnicas de restauro dos equipamentos que ocorrerá no Museu Faraday do IST. Na parte III serão descritas as demonstrações.