

ESDI | UERJ
Relatório de Projeto de Graduação | 2013

Microgerador de Energia Perene - AEON

Carlos Brandão(Pedra)

Orientação: Pedro Luis de Souza



Microgerador de Energia Perene - AEON

Carlos Brandão(Pedra)



Agradecimentos

À minha família pelo apoio em todos momentos da minha vida e a colaboração para a formação do meu caráter.

Aos meus colegas de curso que compartilharam seus conhecimentos e sempre deram incentivo nos momentos difíceis.

Aos professores da Escola pelos ensinamentos transmitidos durante os anos.

Aos meus verdadeiros amigos que sempre deram força e incentivo.

Obrigado.

Resumo

O projeto tem foco na investigação, experimentação e desenvolvimento empírico de um gerador de energia: autônomo, compacto, prático e independente de combustíveis fósseis ou baterias. Baseado no conceito dos motores 'todo-magnéticos'.

Em um cenário mundial no qual aumentamos continuamente e irreversivelmente o consumo de energia e formas convencionais de geração são caras, ineficientes e poluidoras, torna-se necessário viabilizar alternativas de geração de eletricidade, independentes do sistema elétrico instalado.

Quebrando paradigmas da geração de eletricidade, foi projetado um produto incrivelmente prático, versátil e compacto. Uma usina de energia na palma da mão, controlada por apenas um clique.

Palavras Chave: Gerador Magnético, Energia, Perene, Portabilidade, Aparelhos Eletrônicos.

Abstract: ...

This design has its focus in the research, experimentation and empiric development of an energy generator: it will be autonomous and practical, needing no fossil fuels, nor batteries, being based on the "all magnetic" motors concept.

In a worldwide scenario in which the energy consumption increases in a continuous and irreversible way, and that conventional processes of energy generation are expensive, inefficient and polluting, it becomes mandatory to make electricity generation viable, this being independent of the installed electric system.

Breaking-away from electric generation paradigms, a practical, versatile and compact product was designed. It is a palm-top power plant, controlled by a simple click of its owner.

SUMARIO

Introdução	8
Utopia Energética	8
Objetivo/Organização do Trabalho	9
Condicionantes do Projeto	10
Cenário Global da energia	10
Expansão do Consumo - Demanda/Oferta	
O Mercado de Distribuição de Energia Elétrica	
Inevitável Mudança de Cena	
Sustentabilidade/Impacto Ambiental	
Investimentos em Alternativas Limpas	
Panorama Intrínseco da Eletricidade	16
Matrizes Energéticas	
Renováveis	
Não-renováveis	
Geração/Distribuição	
Macrogeração	
Microgeração	
Termodinâmica	19
Leis da termodinâmica	
Lei zero	
Primeira lei	
Segunda lei	
Terceira lei	
Magnetismo	22
Ímãs/Fontes magnéticas	
Campo Magnético	
Motor Elétrico/Gerador Elétrico	
Alternativas/Opções/Soluções	
Motor Stirling(combustão externa)	
Motor Perendev('All-imã' ou 'todo magnético')	
Yildiz Motor (motor 'todo magnético')	
Peculiaridades do invento	
Vida Eletrônica	31
Mercado Promissor	

Autonomia Elétrica dos Dispositivos	
Portátil/Móvel	
Análise de Produto	
Sony Vaio	
MacBook Pro	
Tecnologia de Recarga	35
Problemas	
Tensão específica	
Consumo específico	
Sony Vaio	
MacBook Pro	
Conectores	
Considerações Parciais	37
Projeto AEON	38
Proposta	38
Conceito	
Componentes	
Dínamos	
Suporte para dínamos	
Conjunto do rotor	
Rolamento	
Conjunto do estator	
Engrenagem de curso duplo(tipo caneta 'click')	
Ímã de neodímio	
Aplicabilidade	
Análise de Referências(Inspiração funcional, formal e visual)	
Geração de Alternativas/Caixa Morfológica	
Construindo a matriz:	
Esboços	
Desenvolvimento	53
Conectores/Acessórios	
Dimensionamento/Estruturação	
Modelagem Virtual	
Mockups	
Definição (Apresentação 3/4)	
Redefinição	
Detalhamento	61
Detalhamento	

Aplicações	
Pré-Produção/Produção	65
Testes	
Materiais/Processos Produtivos	
Alumínio: Estampagem	
Nylon: Usinagem CNC	
Prototipagem	
Análise Ergonômica	
Análise Morfológica	
Bibliografia	81
Referências	
Anexo I: Cronograma de Projeto	82
Anexo II: Desenhos Técnicos	83
Anexo III: Documentação Fotográfica	92
Anexo IV: DVD	98



Introdução

UTOPIA ENERGÉTICA

É bastante comum associar utopia ao impossível, pois ela é o ideal, a perfeição. Mas “Nada é perfeito!” Porém a própria busca pela perfeição, por si só, já pode ser considerada utópica. E, além de possível, essa procura é legítima.

Quando falamos de energia, nossa tendência é pensar em eletricidade. À primeira vista, isso pode parecer uma ideia pobre, mas, como veremos, faz sentido colocar a eletricidade na frente. É verdade que grande parte da energia que consumimos resulta da combustão direta de combustível fóssil: o transporte emprega cerca de um terço dele e outro uso importante é na calefação doméstica; o resto vai para os fabricantes de aço, cimento, plástico e todo tipo de produto químico. Mesmo assim, um suprimento ininterrupto e contínuo de energia elétrica é vital: ela aciona e sustenta o sistema nervoso da civilização moderna. Uma cidade do XXI sem eletricidade em poucas semanas descambaria para um estado comparável a um campo abrigando milhões de refugiados famintos e sem conforto. Apesar de sua importância, não nos preocupamos com a eletricidade – pelo menos até a hora em que ela falta.

Para enfatizar e ilustrar a importância do suprimento contínuo de eletricidade como requisito essencial à civilização, segue um breve relato de experiência pessoal de James Lovelock¹, contando a falta de energia em escala local:

“Eu estava concentradíssimo diante da tela do meu processador de textos tentando responder a uma carta anormalmente difícil. Um amigo me escrevera pedindo ajuda. Ele estava convencido de que as linhas de transmissão ao lado de sua casa, em Week St. Mary, na Cornualha, ameaçavam a saúde de sua família. Temia, especificamente, que o campo de radiação de baixa frequência pudesse provocar leucemia. Como dizer, sem ser grosseiro, que suas preocupações eram infundadas, que ele se deixara levar pelo clima de medo que parece dominar nosso próspero Primeiro Mundo?

De repente, meu computador emitiu um alarme sufocado, o texto na tela desapareceu e meu quarto ficou às escuras. O temporal que irrompera sem que eu percebesse, na tranquilidade de meu quarto de janelas com vidro duplo, num ímpeto de fúria derrubou uma árvore

¹ Lovelock, James, 1919 - A Vingança de Gaia; tradução de Ivo Korytowski, 2006. James Ephraim Lovelock CH, CBE, FRS é um pesquisador independente e ambientalista que vive na Cornualha. A hipótese de Gaia foi sugerida por Lovelock, com base nos estudos de Lynn Margulis, para explicar o comportamento sistêmico do planeta Terra. Fonte: Wikipédia.

sobre uma linha alimentadora que supria a localidade. Os franceses tem um eufemismo estranho, mas memorável, para orgasmo: *'la petite mort'* - uma sensação tão poderosa, mas não definitiva como *'la grande mort'*. Ele parecia perfeito para expressar minha sensação de profundo desalento e perda que a falta de eletricidade costuma trazer. Como meu amigo podia temer tanto a eletricidade quando eu estava desesperado por falta dela? Senti a mesma crise de abstinência que acomete o viciado em heroína quando a droga é retirada. Gostemos ou não, eu vinha certamente, junto com quase todo mundo, injetando corrente alternada nas veias durante quase toda a minha vida.”

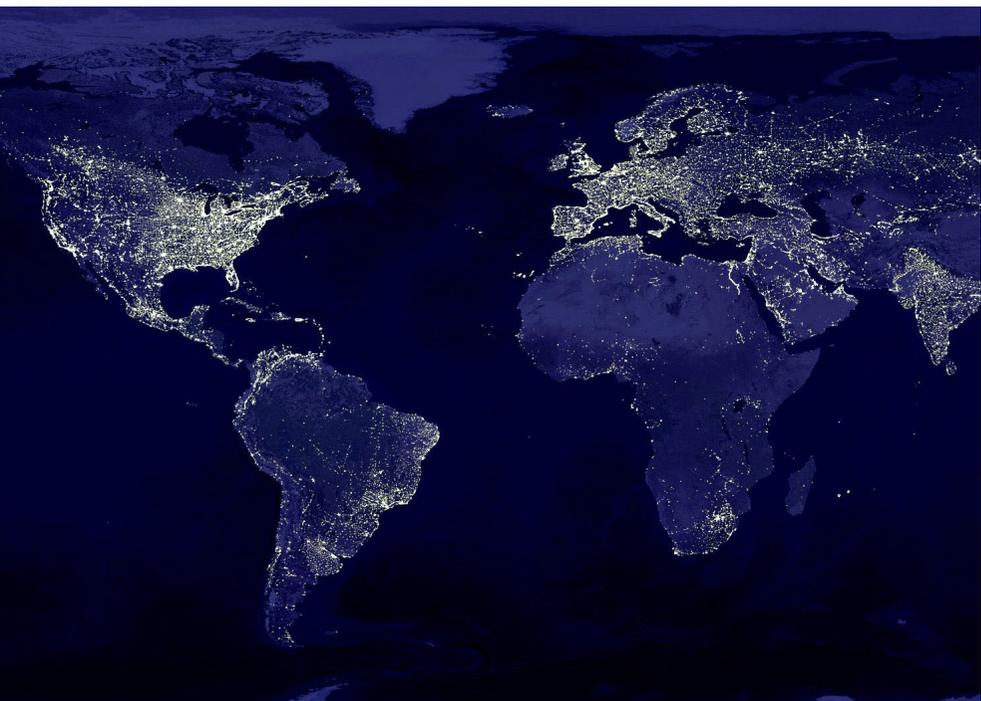
Os problemas enfrentados para geração e distribuição de energia em larga escala são bem difundidos, mas por que devemos pagar preços absurdos para consumir energia de péssima qualidade, através de serviços de qualidade igualmente questionável?

OBJETIVO/ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Diante deste cenário em que é evidente a desproporcionalidade entre geração, distribuição e consumo, o projeto tem como objetivo: pesquisar e desenvolver mecanismos e sistemas de produção de energia autossuficientes e independentes de recursos imediatamente findáveis à combustão. Para a partir da microgeração de eletricidade para consumo individual em pequena escala, com possibilidade de expansão para consumos maiores e até em rede.

Utilizando como referência e estudo de caso a tecnologia do 'Motor Perendev', que utiliza as forças magnéticas para movimentação de rotores e conseqüente transformação de movimento em energia elétrica, para o desenvolvimento de um produto portátil, de simples manuseio e aspecto diferenciado dos atuais geradores de energia portáteis que, em sua absoluta maioria, são dependentes de fontes de energia não renováveis. O projeto também tem como prerrogativa: produto e processos produtivos que estejam de acordo com os mais novos conceitos de sustentabilidade.

Nas páginas seguintes, será traçado um paralelo entre os panoramas dos sistemas energéticos vigentes, pesquisas alternativas entusiastas na área da microgeração, o emergente mercado dos eletrônicos e demais questões que influenciam e norteiam o projeto. Após esse panorama geral fundamentando o projeto, serão descritos e relatados os processos de criação, desenvolvimento e conclusão do mesmo.



Condicionantes do Projeto

CENÁRIO GLOBAL DA ENERGIA

Com o intuito de situar o projeto e o tema específico no qual ele estará inserido será estabelecido um cenário geral para o presente e próximos anos, no qual serão analisados aspectos: geopolíticos, econômicos, ambientais e técnicos desta área que influencia diretamente as condições de vida em curto, médio e longo prazos.

A energia é um insumo fundamental para o funcionamento da sociedade. Analisar o desempenho econômico do setor é, portanto, crucial para visualizar as oportunidades e os obstáculos que se apresentarão ao conjunto das atividades econômicas nas próximas décadas. Trata-se, sem dúvida, de um mercado repleto de oportunidades, mas para identificá-las e, sobretudo, interpretá-las de modo correto exige-se uma análise abrangente, como se propõe neste projeto.

No âmbito mais amplo do sistema, a escolha de uma determinada alternativa energética envolve pesados investimentos, e seus efeitos sobre os padrões de produção e de uso ficam consolidados por muito tempo, condicionando o modelo produtivo dos países. Os investimentos em hidreletricidade realizados no Brasil entre as décadas de 1960 e 1980, por exemplo, propiciaram uma matriz de energia relativamente barata e limpa. No mesmo período, os investimentos em energia nuclear na França introduziram um sistema igualmente eficiente, mas com outra configuração de custos e sujeito a maiores críticas dos ambientalistas.

O mundo passa hoje por um momento de rearranjo das fontes energéticas em razão da alta persistente dos preços do petróleo. Nada indica que essa tendência venha a se modificar nos próximos anos. A demanda crescente por energia, que se reflete na elevação de preços, impulsiona o desenvolvimento de alternativas.

Outro fator determinante é o aumento da pressão por recursos ambientalmente corretos, o que significa uma alteração na estrutura de custos da produção de energia. Essa demanda por fontes limpas deve se materializar em diferentes gradações nas economias nacionais, de acordo com a capacidade de interferência da opinião pública e também das condições de sua implementação.

Levando em conta todos os fatores mencionados acima, o cenário de referência deste projeto considera um mundo no qual a oferta de energia é composta por um *mix* de recursos competitivos, resultante da ampliação dos fluxos energéticos no plano internacional. Tal perspectiva é decorrente também do cenário de referência projetado para o crescimento econômico mundial, em que se pressupõe a consolidação dos fluxos internacionais de bens e serviços em um nível elevado, numa trajetória rumo à sustentabilidade.

Gráfico 1 - Projeção do Consumo de Energia e PIB no Brasil



Fonte: FGV, 2008.

*tep: toneladas equivalentes de petróleo. Inclui o consumo de energia das próprias empresas do setor energético.

Gráfico 2 - Demanda Crescente de Energia no Brasil



Fonte: Operador Nacional de Sistema(ONS), 2010.

Expansão do Consumo - Demanda/Oferta

A evolução tecnológica na qual vivemos e incentivamos é dependente da eletricidade. Toda a eletrônica, presente desde o marca-passo até controladores de mísseis atômicos, seria simplesmente inviável sem a energia elétrica. Assim, quanto mais evoluídos mais consumimos ela.

Segundo estudos da FGV(Fundação Getúlio Vargas), estima-se um crescimento da demanda mundial de energia da ordem de 2,6% ao ano, tomando como base o cenário de referência. Os países que mais demandarão o insumo são os que terão as maiores taxas de crescimento econômico, como a China, com um aumento de consumo de 4,9% ao ano, e a Índia, com 3,8%. O Brasil será o sétimo maior consumidor de energia do mundo (hoje ocupa a 11ª posição), com crescimento anual médio de 3,3%.

Porém, o aumento desenfreado da demanda torna-se preocupante quando paramos para pensar - gráfico 2 do Ministério de Minas e Energia - que mais de oitenta por cento da produção de energia mundial está fadada a sucumbir quando as reservas se esgotarem, pois essas não são renováveis.

Nas próximas duas décadas, o grande desafio será atender ao substancial crescimento da demanda energética diante da disponibilidade limitada de recursos. Estima-se que serão necessários investimentos superiores a US\$ 20 trilhões, até 2030, para acompanhar o consumo mundial. Os recursos para o atendimento dessa demanda serão provenientes não apenas do desenvolvimento das reservas existentes de hidrocarbonetos (petróleo e gás natural), mas também da introdução de alternativas que se tornarão economicamente viáveis em razão do alto patamar dos preços do petróleo. O arranjo global para levar a cabo essa tarefa será condicionado por fatores regionais, pelo nível de desenvolvimento dos países e pelas condições tecnológicas e de viabilidade de mercado das principais fontes energéticas.

No que se refere ao consumo de energia elétrica, haverá forte crescimento, com taxas de 4,1% ao ano. Nos países em desenvolvimento, o crescimento será maior (5,9%), em grande parte pelo incremento do uso da eletricidade na China e na Índia. Apesar de a maior parte (76%) da demanda adicional das economias em desenvolvimento ser originada nesses dois países, um grande contingente de mercados em desenvolvimento na Ásia e na América do Sul ingressará nesse novo padrão de consumo.



O Mercado de Distribuição de Energia Elétrica

As empresas distribuidoras de energia elétrica competirão sobre uma base diversificada de recursos para prover a melhor composição a seus clientes. A oferta predominante ainda será proveniente da geração hidrelétrica, acrescida da termelétrica a gás natural. A bioeletricidade (a partir da biomassa de cana-de-açúcar) deverá oferecer 10 MW de potência a partir de 2015 e a energia nuclear ampliará sua parcela ao longo do período. Não haverá mais mercado cativo, exceto em áreas de pouca densidade, e as empresas distribuidoras (que permanecem proprietárias das instalações de distribuição) estarão em concorrência em todos os mercados por meio de comercializadoras.

O consumo das famílias deverá crescer à taxa de 3,8% ao ano, acompanhando o aumento do número de habitações à taxa de 2,2% ao ano, como apontado na primeira publicação desta série. Essas projeções indicam a tendência de incremento do consumo médio das famílias brasileiras, em razão do maior uso de eletrodomésticos, possibilitado pelo avanço da renda e pelo acesso facilitado à habitação. O crescimento do consumo será mais intenso nas classes de renda mais elevada, muito embora, em termos absolutos, a maior contribuição (mais de 40%) venha das famílias com renda entre R\$ 2 mil e R\$ 8 mil.

Inevitável Mudança de Cena

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou em abril do ano passado regras destinadas a reduzir barreiras para instalação de geração distribuída de pequeno porte. Apesar de ainda não ter atingido grandes resultados na popularização da microgeração no Brasil, foi um passo importante em direção ao que empresas do mundo inteiro encaram como inevitável: a transformação do mercado devido à crescente facilidade com que cada pessoa pode gerar sua própria energia.

Essa é uma das constatações de uma pesquisa de opinião conduzida pela consultoria PwC.

Perguntados se o modelo de negócios do setor sofreria mudanças importantes até 2030, 94% das empresas disse esperar transformações significantes. Para 54%, a microgeração distribuída será uma das principais forças por trás dessas alterações, porcentagem que sobe para 90% na América do Norte e cai para 33% na América do Sul.

Quando a questão foi diretamente sobre a possibilidade do término do atual modelo de mercado de energia devido ao crescimento da geração distribuída nas próximas décadas, as empresas se mostraram divididas. Para 52%, a probabilidade de isso acontecer é baixa, já os outros 48% afirmam que é média ou alta.

De qualquer forma, as companhias não consideram que veremos tão cedo o fim dos grandes projetos de energia. Para todos os representantes das empresas sul-americanas,



A cidade Solar | Ota, Japão

não há a menor possibilidade de que a microgeração substitua completamente os empreendimentos de larga escala. Entre os que defendem que isso pode acontecer estão apenas 9% dos norte-americanos, 13% dos europeus e 15% dos asiáticos.

“As características possíveis do modelo de negócio das empresas de energia no futuro devem incluir: crescimento contínuo das fontes de energia distribuída; coexistência entre grandes projetos e microgeração; e melhorias dos sistemas de informação, integração e globalização”, afirmou à PwC Liu Guoyue, presidente da estatal chinesa Huaneng.

De acordo com a pesquisa, as companhias esperam enfrentar uma maior competição no futuro para garantir que a microgeração descentralizada seja uma oportunidade e não uma ameaça.

Globalmente, 82% dos entrevistados vêem o crescimento desse setor como uma oportunidade. Na América do Sul, essa porcentagem é de 100%. Os que mais enxergam como uma ameaça são os norte-americanos, 30%.

Segundo a PwC, nessa corrida para continuar indispensáveis para os consumidores, devem vencer aquelas empresas que colocarem no topo de suas prioridades a prestação de serviço para os microgeradores.

Para 61% dos respondentes, ainda existe um grande espaço para melhorias nesse sentido. Por exemplo, as companhias nunca focaram intensamente na questão de ocupar o mercado da instalação de equipamentos de geração elétrica em residências.

“Algumas empresas se tornarão mais diversas geograficamente para aproveitar essas oportunidades e para reduzir os riscos regulatórios. Outras vão repensar seu mercado e procurar por seu nicho. O foco em serviços ao consumidor também representa novos campos de negócios. É muito provável que mais parceiros sejam necessários, tanto para dividir os riscos financeiros quanto para lucrar com diferentes conhecimentos”, comentou Johannes Teysen, CEO da E.ON SE.

A pesquisa conclui que o modo como as empresas responderão a essas mudanças determinará se serão capazes de fazer parte do futuro ou se acabarão como outras indústrias, cujos modelos de negócios foram eclipsados pelo avanço tecnológico.

Para ilustrar bem este panorama, temos a cidade de Ota, no Japão, onde 90% das residências utiliza o sistema fotovoltaico como microgeração distribuída que além de não agredir o meio ambiente, proporciona uma considerável redução na conta de energia elétrica, podendo ainda ser armazenada em baterias, para o uso em períodos durante os quais a energia convencional não está disponível.

A energia armazenada pode também ser vendida para as concessionárias de energia elétrica; isso ocorre geralmente durante o verão, quando as altas temperaturas atingem o arquipélago e a produção de energia supera o consumo, podendo assim render até US\$ 50 por mês.



Usina de Carvão em ação | Inglaterra. São muito criticadas pela emissão de CO2 na atmosfera.

Sustentabilidade/Impacto Ambiental

Os fatores que condicionam a formação da matriz energética e as condições de oferta do insumo combinam-se de forma complexa, mas são orientados por grupos de interesse bastante definidos. Assim, o conhecimento dos principais temas em discussão é um requisito para entender as referências que frequentemente condicionam a adoção de novas estratégias, tanto no âmbito regional quanto no global. Como já vimos anteriormente, ações pautadas pela sustentabilidade vêm se firmando na maior parte dos mercados energéticos do mundo. Para qualificar essa tendência, no entanto, faz-se necessário conhecer os dois grandes fatores que a condicionam.

O primeiro deles é a segurança energética, relacionada a uma conjunção de oferta e fornecimento confiáveis. Todo planejamento para o setor é pautado por esse conceito, que envolve a diversidade tanto de fontes como de fornecedores, além da autonomia no acesso aos recursos. Na maior parte das vezes, o fator segurança delimita as escolhas.

O segundo grande ponto determinante da sustentabilidade é representado pelas forças de reação à agressão ambiental ou contra a mudança climática. Esse fator, materializado marcadamente pela ação de ONGs e de entidades internacionais, é uma realidade em grande parte dos planejamentos governamentais e implica a redução das emissões de gases de efeito estufa, bem como a implantação de sistemas eficientes de produção de energia. Essa reação ambiental estabelece as condições para uma escolha energética limpa, que gradativamente se torna o padrão nas decisões tomadas pelas economias desenvolvidas. A ampliação da oferta de alternativas limpas como o sistema eólico e hidráulico além da mudança de estratégia, voltando recursos para a microgeração distribuída atendem a esse critério, incluindo segurança energética e utilização de alternativas com baixo conteúdo de carbono.

Até um passado recente, as questões relacionadas à segurança energética tinham como principal preocupação a autossuficiência de recursos no âmbito nacional. Trata-se de um conceito disseminado a partir da década de 1950, em grande medida inspirado nas políticas de industrialização por substituição de importações. É importante notar que a autossuficiência não significa necessariamente segurança de fornecimento do insumo. Se a produção doméstica é toda centralizada, podem ocorrer eventos – de baixa probabilidade, mas grande impacto – que resultem em colapso temporário no abastecimento.



Investimentos em Alternativas Limpas

Segundo o relatório “*Who’s winning the clean energy race?*” (*Quem está vencendo a corrida pela energia limpa?*), divulgado no último dia 29 pela ONG americana *Pew Charitable Trusts*. (<http://www.pewenvironment.org/uploadedFiles/PEG/Publications/Report/G-20Report-LOWRes-FINAL.pdf>)

O Brasil aparece à frente do Canadá, Espanha, França e Índia no investimento em energias renováveis. A China consolidou sua liderança, superando a Alemanha, Estados Unidos, Itália e um grupo de 27 países da União Europeia (EU-27). Nos últimos cinco anos, o aumento do investimento em renováveis no Brasil foi de 81%, menor que o da China, Indonésia, África do Sul, Argentina e Turquia, este último o líder, com um crescimento de 190% no período.

Em termos de capacidade instalada de energias renováveis, o Brasil aparece na 9ª posição, com quase 14 GW, atrás apenas de quatro países do G-8 mais Espanha, Índia, EU-27 e China, a campeã, com cerca de 103 GW. A capacidade mundial de geração elétrica por fontes limpas é de 388 GW, dos quais 50% provém da eólica, 21% de pequenas centrais hidrelétricas (PCH), 17% de biomassa e rejeitos térmicos, e 11% da energia solar. Em relação a 2009, o investimento em renováveis no Brasil cresceu apenas 2,7%, enquanto que a capacidade instalada aumentou 52%. A China aumentou seu investimento em 39% e dobrou sua capacidade instalada em um ano.

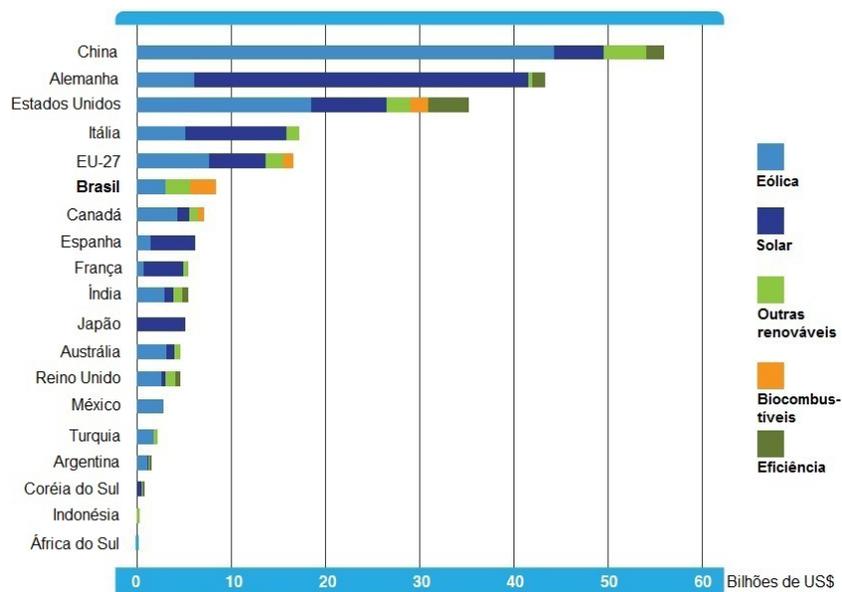
O gráfico abaixo mostra o investimento por país e por tipo de fonte renovável. Do total investido em nosso país, 40% foi para biocombustíveis, 31% para a energia eólica e 28% para outras fontes.

Chama a atenção no gráfico que, entre os 14 países melhor ranqueados mais o grupo EU-27, apenas Brasil, México, Reino Unido e Turquia aparecem com zero de investimento em energia solar.

O Brasil teve em 2010 uma produção de etanol de 36 bilhões de litros e dispõe de uma capacidade de geração elétrica com biomassa de 8 GW e com PCH de 5 GW.

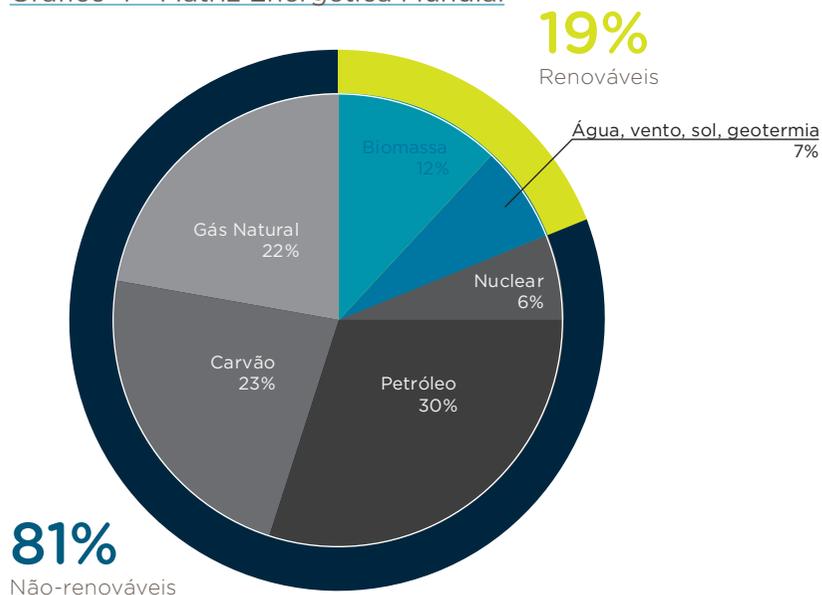
As grandes metas destacadas pelo relatório da Pew para nosso país até 2012 são a geração de 1,8 GW através de energia eólica e um aumento de 5% no consumo de biodiesel.

Gráfico 3 - Investimento em Energia Limpa Mundial



Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2009.

Gráfico 4 - Matriz Energética Mundial



Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2009.

PANORAMA INTRÍNSECO DA ELETRICIDADE

Após conhecermos as influências da energia num contexto mais abrangente, é chegada a hora de analisar o cenário específico desta área que vimos ser de fundamental importância para desenharmos nosso futuro.

A eletricidade é um termo geral que abrange uma variedade de fenômenos resultantes da presença e do fluxo de carga elétrica. Esses incluem muitos fenômenos facilmente reconhecíveis, tais como: relâmpagos, energia estática e correntes em fios elétricos. Além disso, a eletricidade engloba conceitos menos conhecidos, como o campo eletromagnético e indução eletromagnética.

Informalmente, a eletricidade pode ser considerada o sangue dos aparelhos elétricos. Aquilo que flui e dá vida aos eletrônicos.

É conhecida há milênios pelo homem. Mas o mais incrível é que, desde meados do século XIX, podemos controlar a produção desse fenômeno tão imprescindível atualmente. Ela é responsável pelo desenvolvimento tecnológico do qual fazemos parte. Sem a energia elétrica nada seria possível em termos de tecnologia. Sendo necessária inclusive para geração dela própria.

Matrizes Energéticas

Como vimos anteriormente, diversidade no fornecimento de energia é fator crucial para manter o sistema equilibrado. Atualmente a variedade de fontes de energia pode ser classificada em *renováveis* e *não-renováveis*.

Renováveis

São aquelas que continuam disponíveis depois de utilizadas, isto é, que não se esgotam. Como exemplo, temos a energia solar, a biomassa, hidráulica, eólica, geotérmica, das marés, entre outras.

Não-renováveis

Estas são limitadas e demoram milhões de anos para se formar, isto é, se esgotarão e não serão repostas (o petróleo, o gás natural, o carvão mineral e o urânio, por exemplo).

Os combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural) são chamados assim porque, de fato, derivam de plantas e vegetais mortos, soterrados com os sólidos que formam as rochas sedimentares.

Eles são a principal fonte de energia utilizada no mundo hoje. Segundo o site do *'Ministério de Minas e Energia'* em 2009, representavam mais de 80% da matriz energética mundial, ou seja, considerando-se todas as fontes utilizadas no mundo



e todos os tipos de energia, o petróleo, o carvão mineral e o gás natural eram responsáveis por 81% da energia gerada como podemos observar no gráfico ao lado. Isso é extremamente preocupante uma vez que essas fontes estão fadadas a terem suas reservas esgotadas, mais cedo ou mais tarde.

Assim, novos meios de produção e fontes de energia são mais do que nunca necessários como alternativa à diversificação cada vez maior da Matriz energética mundial.

Geração/Distribuição

A geração de energia também é classificada em dois grupos, onde a *macro geração* engloba todos os métodos tradicionais com produção em larga escala capaz de alimentar cidades e países inteiros enquanto a *micro geração* está resumida a pequenas produções de energia.

Macrogeração

Trata-se da produção de energia em larga escala, para alimentar cidades e países inteiros, resume-se em fontes de energias tradicionais:

Termelétricas - a partir da queima de combustíveis fósseis;

Hidrelétricas - utiliza a queda d'água em rios e represas;

Usina Nuclear - se vale do calor gerado no processo de fissão nuclear;

Biomassa - combustão de material orgânico produzido, descartado e acumulado em um ecossistema;

Além de algumas outras alternativas:

Usina Eólica - utiliza os ventos para produção de energia;

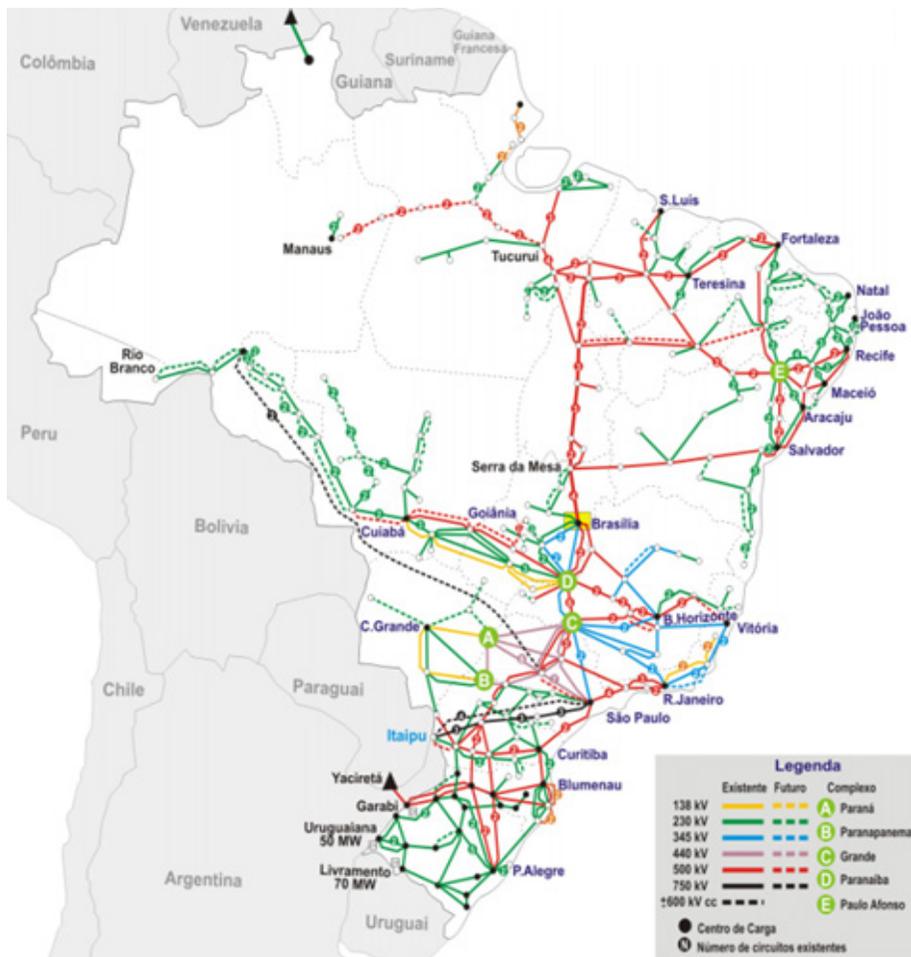
Maremotriz - utiliza as correntes d'água provenientes das marés ou a diferença de alturas entre maré baixa e alta;

Geotérmica - obtida a partir do calor proveniente do interior da Terra;

Solar - células fotovoltaicas transformam luz solar em energia elétrica.

Nesse grupo, a energia produzida não está pronta para o consumo final em nossas residências, ela precisa passar por processos de retificação e distribuição.

Sistema de Distribuição de Energia Brasileiro



Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2011.

Microgeração

Chama-se microgeração os geradores domésticos, com produção nominal de até 100kW de energia com o intuito de amortizar ou até mesmo retirar da equação econômica a distribuição de energia(energia entregue pela rede), os sistemas de produção de energia em pequena escala fazem parte do grupo da *micro geração*, como por exemplo:

Geradores de médio e grande porte - normalmente à base de combustíveis fósseis(diesel ou gás natural) tem capacidade para alimentar desde grandes máquinas até 'Shopping Centers';

Geradores portáteis - diferentemente dos 'primos' maiores, supracitados, essas 'mini-usinas' de energia podem ser levados de um lado ao outro sem maiores problemas. Sendo capaz de fornecer energia suficiente para pequenas residências e máquinas. Também se utiliza da queima de combustíveis fósseis;

Inversores - são dispositivos elétricos ou eletromecânicos capazes de transformar a corrente contínua de baterias, por exemplo, em corrente alternada que utilizamos em nossas residências. 'No-breaks' são um tipo de inversor.

Solar/Eólica - esses sistemas também fazem parte da macro geração, mas é na micro que eles são mais eficientes. Sustentam casas de consumo energético mediano e ainda podem ser usadas como contra partidas na negociação do consumo elétrico junto às concessionárias de distribuição de energia.

Essa distribuição já depende de outros fatores. No caso do Brasil, devido à utilização predominante de usinas hidrelétricas, distantes dos consumidores, e às dimensões geográficas, o setor de distribuição brasileiro é muito extenso.

O SIN(Sistema Integrado Nacional) atualmente possui mais de 98 mil quilômetros em linhas transmissão que interligam as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte do Norte, permitindo a troca de energia entre as regiões de acordo com os critérios da ONS, que opera os despachos de carga em função da demanda e custos de produção.

Segundo dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2011, em 2010 o SIN era responsável por 98,4% da capacidade de geração do país, ficando a outra parcela distribuída pelos Sistemas Isolados, predominantes na região Norte, abastecidos em sua maior parte por usinas termelétricas a diesel e óleo combustível.



Sistema aberto
(troca massa e energia)



Sistema Fechado
(troca só energia)



Sistema Isolado
(não troca massa nem energia)

Fonte: Google.

TERMODINÂMICA

A descoberta de meios para utilização de fontes de energia diferentes da que os animais forneciam foi o que determinou a possibilidade da revolução industrial. A termodinâmica nasceu justamente dessa necessidade, e foi o estudo de máquinas térmicas que desenvolveu seus princípios básicos.

Termodinâmica é o ramo da física que estuda as relações entre calor, temperatura, trabalho e energia. Abrange o comportamento geral dos sistemas físicos em condições de equilíbrio ou próximas dele. Qualquer sistema físico, seja ele capaz ou não de trocar energia e matéria com o ambiente, tenderá a atingir um estado de equilíbrio, que pode ser descrito pela especificação de suas propriedades, como pressão, temperatura ou composição química. Se as limitações externas são alteradas (por exemplo, se o sistema passa a poder se expandir), então essas propriedades se modificam. A termodinâmica tenta descrever matematicamente essas mudanças e prever as condições de equilíbrio do sistema.

No estudo da termodinâmica, é necessário definir com precisão alguns conceitos básicos, como sistema, fase, estado e transformação. Sistema é qualquer parte limitada do universo passível de observação e manipulação. Em contraposição, tudo o que não pertence ao sistema é denominado exterior e é dele separado por suas fronteiras. A caracterização de um estado do sistema é feita por reconhecimento de suas propriedades termodinâmicas. Chama-se fase qualquer porção homogênea de um sistema. O estado depende da natureza do sistema e, para ser descrito, necessita de grandezas que o representem o mais completamente possível. Denomina-se transformação toda e qualquer mudança de estado. Quando formada por uma sucessão de estados de equilíbrio, a transformação é dita reversível.

Leis da termodinâmica

As principais definições de grandezas termodinâmicas constam de suas leis: a lei zero é a que define a temperatura; a primeira lei (calor, trabalho mecânico e energia interna) é a do princípio da conservação da energia; a segunda lei define entropia e fornece regras para conversão de energia térmica em trabalho mecânico e a terceira lei aponta limitações para a obtenção do zero absoluto de temperatura.

Lei zero

Embora a noção de quente e frio pelo contato com a pele seja de uso corrente, ela pode levar a avaliações erradas de temperatura. De qualquer forma, é da observação cotidiana dos corpos quentes e frios que se chega ao conceito de temperatura. Levando em conta essas observações, assim postulou-se a lei zero: se A e B são dois corpos em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, então A e B estão em equilíbrio térmico um com o outro, ou seja, a temperatura desses sistemas é a mesma.

Primeira lei

A lei de conservação de energia aplicada aos processos térmicos é conhecida como primeira lei da termodinâmica. Ela dá a equivalência entre calor e trabalho e pode enunciar-se da seguinte maneira: em todo sistema quimicamente isolado em que há troca de trabalho e calor com o meio externo e em que, durante essa transformação, realiza-se um ciclo (o estado inicial do sistema é igual a seu estado final), as quantidades de calor (Q) e trabalho (W) trocadas são iguais. Assim, chega-se à expressão $W = JQ$, em que J é uma constante que corresponde ao ajuste entre as unidades de calor (usada na medida de Q) e Joule (usada na medida de W). Essa constante é empregada na própria definição de caloria (1 cal = 4,1868J).

A primeira lei da termodinâmica pode ser enunciada também a partir do conceito de energia interna, entendida como a energia associada aos átomos e moléculas em seus movimentos e interações internas ao sistema. Essa energia não envolve outras energias cinéticas e potenciais, que o sistema como um todo apresenta em suas relações com o exterior.

A variação da energia interna DU é medida pela diferença entre a quantidade de calor (Q), trocado pelo sistema com seu exterior, e o trabalho realizado (W) e é dada pela expressão $DU = Q - W$, que corresponde ao enunciado da lei da termodinâmica. É comum no estudo das transformações o uso da função termodinâmica da entalpia (H), definida pela relação $H = U + pV$, em que U é a energia interna, p é a pressão e V é o volume do sistema. Num processo em que só existe trabalho de expansão (como, por exemplo, na fusão sob pressão e temperatura constante), a entalpia é a medida do calor trocado entre o sistema e seu exterior.

A relação entre a variação DQ e o aumento correspondente de temperatura Dt, no limite, quando Dt tende a zero, é chamada capacidade calorífica do sistema:

$$C = DQ/Dt$$

O calor específico é igual à capacidade calorífica dividida pela massa do sistema:

$$C = 1 D Q / m D t$$

Tanto o calor específico quanto a capacidade calorífica do sistema dependem das condições pelas quais foi absorvido ou retirado calor do sistema.

Segunda lei

A tendência do calor a passar de um corpo mais quente para um mais frio, e nunca no sentido oposto, a menos que exteriormente comandado, é enunciada pela segunda lei da termodinâmica. Essa lei nega a existência do fenômeno espontâneo de transformação de energia térmica em energia cinética, que permitiria converter a energia do meio aquecido para a execução de um movimento (por exemplo, mover um barco com a energia resultante da conversão da água em gelo).

De acordo com essa lei da termodinâmica, num sistema fechado, a entropia nunca diminui. Isso significa que, se o sistema está inicialmente num estado de baixa entropia (organizado), tenderá espontaneamente a um estado de entropia máxima (desordem). Por exemplo, se dois blocos de metal a diferentes temperaturas são postos em contato térmico, a desigual distribuição de temperatura rapidamente dá lugar a um estado de temperatura uniforme à medida que a energia flui do bloco mais quente para o mais frio. Ao atingir esse estado, o sistema está em equilíbrio.

A entropia, que pode ser entendida como decorrente da desordem interna do sistema, é definida por meio de processos estatísticos relacionados com a probabilidade de as partículas terem determinadas características ao constituírem um sistema num dado estado. Assim, por exemplo, as moléculas e átomos que compõem 1kg de gelo, a 0°C e 1atm, apresentam características individuais distintas, mas do ponto de vista estatístico apresentam, no conjunto, características que definem a possibilidade da existência da pedra de gelo nesse estado.

A variação da função entropia pode ser determinada pela relação entre a quantidade de calor trocada e a temperatura absoluta do sistema. Assim, por exemplo, a fusão de 1kg de gelo, nas condições de 273K e 1atm, utiliza 80.000cal, o que representa um aumento de entropia do sistema, devido à fusão, em 293J/K.

A aplicação do segundo princípio a sistemas de extensões universais esbarra em dificuldades conceituais relativas à condição de seu isolamento. Entretanto, pode-se cogitar de regiões do universo tão grandes quanto se queira, isoladas das restantes. Para elas (e para as regiões complementares) valeria a lei do crescimento da entropia. Pode-se então perguntar por que motivo o universo não atingiu ainda a situação de máxima entropia, ou se atingirá essa condição um dia.

A situação de máxima entropia corresponde à chamada morte térmica do universo: toda a matéria estaria distribuída na vastidão espacial, ocupando uniformemente os estados possíveis da energia. A temperatura seria constante em toda parte e nenhuma forma de organização, das mais elementares às superiores, seria possível.

Terceira lei

O conceito de temperatura entra na termodinâmica como uma quantidade matemática precisa que relaciona calor e entropia. A interação entre essas três quantidades é descrita pela terceira lei da termodinâmica, segundo a qual é impossível reduzir qualquer sistema à temperatura do zero absoluto mediante um número finito de operações. De acordo com esse princípio, também conhecido como teorema de Nernst, a entropia de todos os corpos tende a zero quando a temperatura tende ao zero absoluto.



Esferas de ímãs de neodímio formando uma espécie de manto magnético, unido apenas pela atração entre os ímãs.

MAGNETISMO

O interesse por esse campo de conhecimento é tal qual seu poder de atração entre polos opostos, sendo eu um entusiasta de estudos e experimentação da área. Adentraremos agora nesse assunto, que tanto me fascina, com o objetivo de esclarecer conceitos fundamentais para o projeto. O magnetismo é uma área da física que estuda a atração e a repulsão de objetos magnéticos. O ímã pode representar esse estudo e é todo material que produz um campo magnético a sua volta.

Um dos primeiros a estudar sobre esse fenômeno foi Tales de Mileto², na Grécia. Mas, já haviam evidências de que os chineses já tinham o conhecimento de materiais que podiam atrair outros. Assim, eles utilizavam a bússola para fins militares, de forma a se orientarem na guerra.

Assim, como veremos em breve no princípio do eletromagnetismo de cargas positivas e negativas, dentro do magnetismo se aproximarmos dois polos nortes eles se repelem, mas se forem polos contrários a tendência é a atração.

Ímãs/Fontes magnéticas

Na natureza existem ímãs que são rochas e que possuem as propriedades de atração e repulsão, são as rochas magnéticas como a magnetita³.

A própria Terra funciona como um grande ímã, pois ela possui um campo magnético criado através do movimento constante de rotação. É por esse motivo que os polos sul e norte ganharam esse nome, porque o planeta também possui um magnetismo proveniente do movimento do seu núcleo. Além disso, é esse magnetismo que mantém os seres humanos firmes na superfície e também nos protege das partículas de eletromagnetismo que vem do espaço.

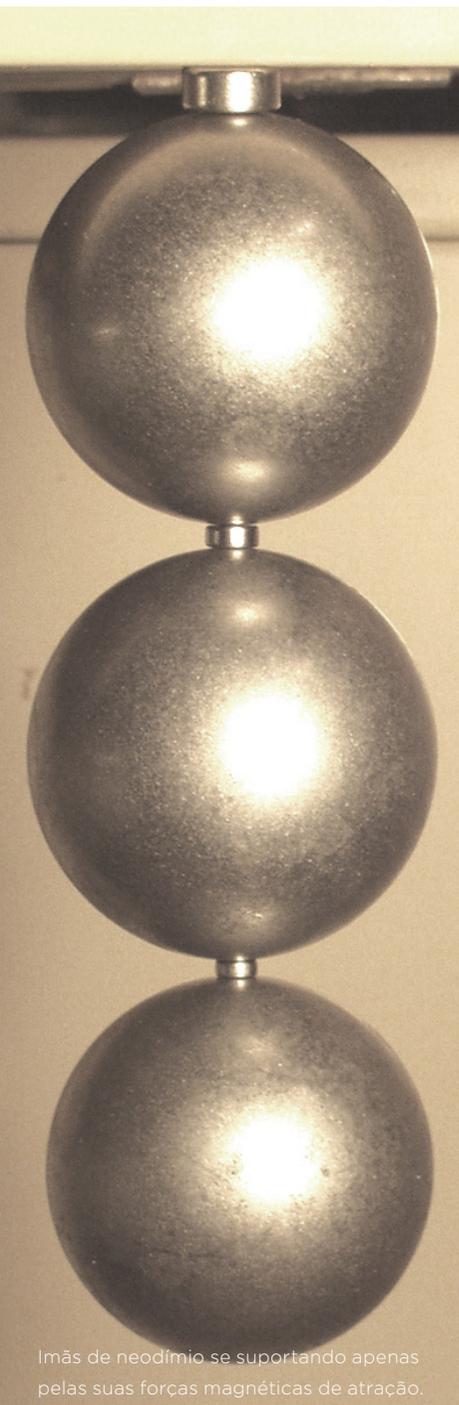
As propriedades intrínsecas aos ímãs são:

Polos Magnéticos: áreas em que as ações magnéticas são mais intensas.

2 Tales (623a.C) - foi um filósofo da Grécia Antiga, o primeiro filósofo ocidental de que se tem notícia. De ascendência fenícia, nasceu em Mileto, antiga colônia grega, na Ásia Menor, atual Turquia, por volta de 623 a.C. ou 624 a.C. Fonte: Wikipédia

3 A Magnetita é um mineral magnético formado pelos óxidos de ferro II e III ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), cuja fórmula química é Fe_3O_4 . A magnetita apresenta na sua composição, aproximadamente, 69% de FeO e 31% de Fe_2O_3 ou 72,4% de ferro e 26,7% de oxigênio. O mineral apresenta forma cristalina isométrica, geralmente na forma octaédrica. É um material de dureza 5,5 - 6,5, quebradiço, fortemente magnético, de cor preta, de brilho metálico, com peso específico entre 5,158 e 5,180. É um mineral que se dissolve lentamente em ácido clorídrico.

É a pedra-ímã mais magnética de todos os minerais da Terra, e a existência desta propriedade foi utilizada para a fabricação de bússolas. O nome, magnetita vem da região onde a mesma era antigamente encontrada, que era a Magnésia (região da Grécia), e magnésia quer dizer "lugar das pedras mágicas", pois estas pedras "magicamente" atraíam-se.



Ímãs de neodímio se suportando apenas pelas suas forças magnéticas de atração.



Magnetita atraindo objetos ferrosos



Eletroímã em funcionamento num ferro-velho

Atração e Repulsão: quando aproximados de um mesmo polo tendem a se repelir, quando aproximados de polos diferentes, se atraem.

Inseparabilidade: os polos magnéticos de um ímã são inseparáveis, quando um ímã é dividido ele cria novos polos.

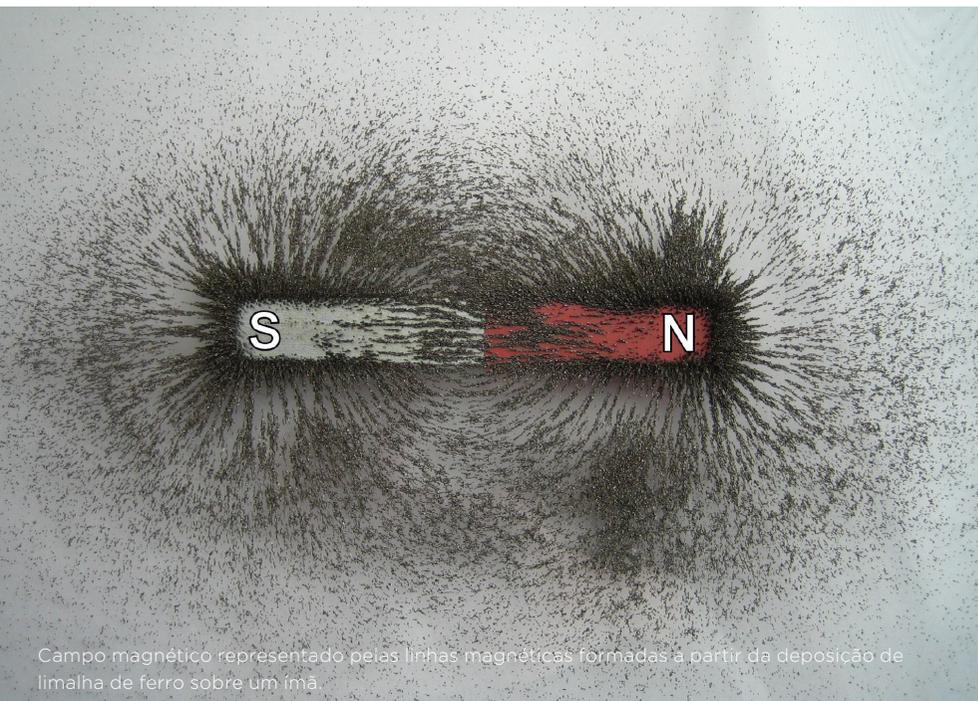
Interação entre polos: os polos se atraem ou repelem de acordo com suas características.

Os ímãs possuem duas extremidades chamadas polos magnéticos, que são áreas em que as ações magnéticas se tornam intensas. Um polo é responsável por atrair e outro por repelir os objetos.

De modo geral, os ímãs podem ser divididos em duas categorias: não-permanentes e permanentes. Os tipos de ímãs não-permanentes são eletroímãs, que exigem uma corrente elétrica externa para acionar o magnetismo. Os ímãs permanentes, por outro lado, mantêm o seu magnetismo indefinidamente ou até que sejam desmagnetizados por vibrações, sujeira, corrosão ou interferência de campos magnéticos. A capacidade de um ímã para a retenção de seu magnetismo sob várias condições é chamada de “permanência magnética”, e alguns tipos de ímãs permanentes têm uma maior capacidade de permanência do que outros. Normalmente, os ímãs permanentes são fabricados com base em elementos químicos, tais como elementos de terra rara⁴ como o alnico (alumínio, níquel, cobalto), cerâmica (tais como estrôncio e ferrite de bário), e ligas de elementos raros, incluindo Sm-Co (cobalto-samário) e NdFeB (neodímio-ferro-boro). Como uma opção vantajosa entre todos os tipos de ímãs industriais, os ímãs permanentes são amplamente utilizados em muitas indústrias, especialmente para aplicações que requerem força magnética constante, como na separação do metal e exploração, bem como a fabricação automotiva, industrial, aeroespacial, construção e muito mais.

Além das aplicações acima mencionadas, a aplicação de grande utilidade ao projeto é que o movimento mecânico pode ser criado pelos ímãs permanentes. Além disso, os ímãs de elementos raros, incluindo os ímãs de neodímio e os ímãs de cobalto samário, possuem uma força magnética muito forte (e maior permanência magnética) do que outros ímãs permanentes, e por isso podem ser usados em pequenas quantidades, para ajudar em operações de amplificação sonora e processamento de dados de computadores. Por exemplo, ímãs de neodímio ajudam os discos rígidos de computadores a ler e armazenar mais informações, ou eles podem causar mais vibração em alto-falantes, o que produz mais som. Já os ímãs de cerâmica e ímãs de alnico (liga de alumínio-níquel-cobalto) são dois tipos de ímã permanente que são fabricados através de sinterização. Também são usados para amplificar o som, bem como para a construção de motores elétricos.

4 As terras raras ou metais de terras raras são, de acordo com a classificação da IUPAC, um grupo relativamente abundante de 17 elementos químicos, dos quais 15 pertencem na tabela periódica dos elementos ao grupo dos lantanídeos (elementos com número atômico entre Z=57 e Z=71, isto é do lantânio ao lutécio), aos quais se juntam o escândio (Z=21) e o ítrio (Z=39), elementos que ocorrem nos mesmos minérios e apresentam propriedade físico-químicas semelhantes.¹ As principais fontes econômicas de terras raras são os minerais monazite, bastnasite, xenótimo e loparite e as argilas lateríticas que absorvem íões.



Campo magnético representado pelas linhas magnéticas formadas a partir da deposição de limalha de ferro sobre um ímã.

Essa diversidade de aplicações de ímãs permanentes são essenciais na fabricação de motores elétricos, amplificação sonora, processamento de dados e muitas outras tarefas. Os fabricantes de ímãs podem fabricar ímãs permanentes personalizados em uma variedade de formas, densidades e forças magnéticas.

Campo Magnético

O campo magnético é a área ao redor do ímã que atrai materiais ferromagnéticos, paramagnéticos ou ímãs. Os campos gravitacionais, elétrico e magnético tem algumas semelhanças.

Para descobriremos o que é um campo magnético na prática, utiliza-se a experiência do ímã. Ao colocar uma folha branca sobre o ímã e derrarmos a limalha de ferro, nota-se que os grãos tendem a formar curvas que conectam os polos. Essas linhas formadas são conhecidas como linhas de indução magnética. Essas linhas costumam ir do sentido norte para o sul. Assim, essa região formada ao redor do ímã é conhecida como campo magnético.

O campo magnético possui um vetor chamado de indução magnética, que são as linhas que apontam para um polo do ímã através de uma força magnética. Essas linhas representam a estrutura do campo magnético. O vetor de indução magnética será representado pelo símbolo.

Dependendo da influência que determinado corpo sofre, de acordo com o campo externo, é possível dividir as substâncias magnéticas em três categorias importantes:

Ferromagnéticas: são substâncias em que os ímãs procuram se alinhar a direção do campo magnético e possuem propriedades intensas. Ex.: cobalto, ferro, níquel, disprósio, etc.

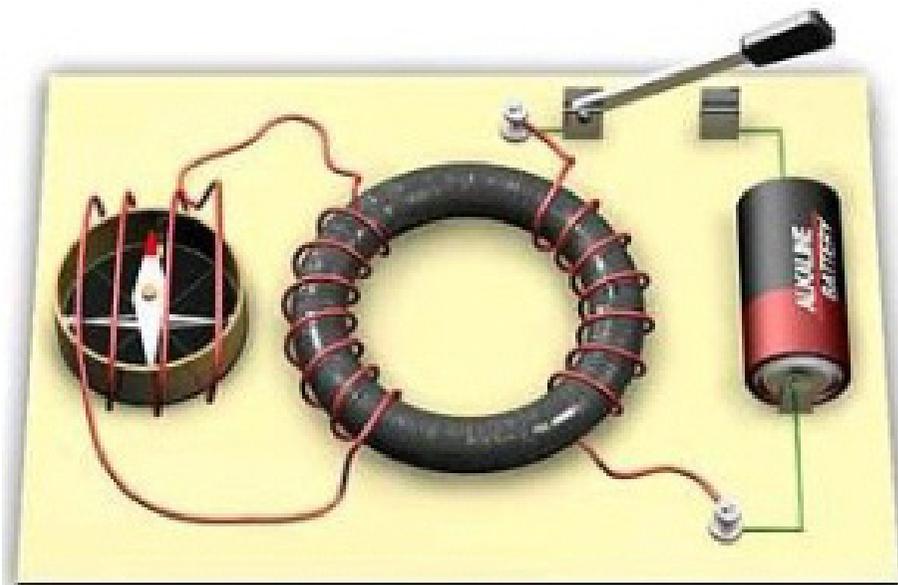
Paramagnéticas: são substâncias que mesmo sofrendo influência de campo magnético não se alteram. Ex.: alumínio, cromo, potássio, sódio, etc.

Diamagnéticas: são substâncias que sofrem uma leve repulsão a qualquer campo magnético que for aproximado. Ex.: antimônio, cobre, chumbo, água, ouro, etc.

Em 1820, Hans Christian Oersted⁵ descobriu que cargas elétricas que se movimentavam podiam criar um campo magnético através de sua experiência com uma bússola, mostrando a relação da eletricidade com o magnetismo.

⁵ Oersted, Hans Christian(1777-1851) - Físico dinamarquês e filósofo que, em 1819, descobriu o desvio de uma agulha de bússola durante a execução de uma demonstração para seus alunos. Esta descoberta de uma ligação fundamental entre eletricidade e magnetismo abalou a comunidade científica e levou a uma enxurrada de atividades em pesquisa eletrodinâmica por esses investigadores como Ampère e Arago. Forças são capazes de produzir movimento, então o movimento poderia acontecer o que levaria a uma corrente. Não é uma lei de conservação, é uma declaração sobre a 'interconvertibilidade' fundamental dos fenômenos naturais. Fonte: scienceworld.wolfram.com

Esquemático 2 - Experimento de Faraday



Fonte: <http://www.ghc.usp.br/Biografias/Faraday/faradeletr.html>

Eletromagnetismo

Apenas nas primeiras décadas do século XIX, cientistas e estudiosos começaram a se interessar pelo magnetismo. Um dos primeiros a estudar as conexões entre eletricidade e magnetismo foi Michael Faraday⁶. Em 1821, logo após Oersted ser o primeiro a descobrir que a eletricidade e o magnetismo eram associados entre si, Faraday publicou seu trabalho que chamou de “rotação eletromagnética” (princípio por trás do funcionamento do motor elétrico). Em 1831, Faraday descobriu a indução eletromagnética, o princípio por trás do gerador elétrico e do transformador elétrico. Suas ideias sobre os campos elétricos e os magnéticos, e a natureza dos campos em geral, inspiraram trabalhos posteriores nessa área (como as equações de Maxwell), e campos do tipo que ele fitou são conceitos-chave da física atual. James Clerk Maxwell, em 1873, foi um dos cientistas que finalizou o estudo da eletricidade e do magnetismo, determinando as leis que regem esses fenômenos e atualmente essas duas áreas são estudadas juntas como o eletromagnetismo. Dentre as principais aplicações do eletromagnetismo temos:

Motor Elétrico/Gerador Elétrico

Trata-se da máquina destinada a transformar energia elétrica em mecânica. É o mais usado de todos os tipos de motores, pois combina as vantagens da energia elétrica - baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando - com sua construção simples, custo reduzido, grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos.

A tarefa reversa, aquela de converter o movimento mecânico na energia elétrica, é realizada por um gerador ou por um dínamo. Em muitos casos os dois dispositivos diferem somente em sua aplicação e detalhes menores de construção. Os motores de tração usados em locomotivas executam frequentemente ambas as tarefas se a locomotiva for equipada com os freios dinâmicos.

A maioria dos motores elétricos trabalha pela interação entre campos eletromagnéticos, mas existem motores baseados em outros fenômenos eletromecânicos, tais como forças eletrostáticas. O princípio fundamental em que os motores eletromagnéticos são baseados é que há uma força mecânica em todo o fio quando está conduzindo corrente elétrica imersa em um campo magnético. A força é descrita pela lei da força de Lorentz e é perpendicular ao fio e ao campo magnético. Em um motor giratório, há um elemento girando, o rotor. O rotor gira porque os fios e o campo magnético são arrançados de modo que um torque seja desenvolvido sobre a linha central do rotor.

⁶ Faraday, Michael (1791-1867) - Notável físico e químico inglês, sendo considerado um dos cientistas mais influentes de todos os tempos. Suas contribuições mais importantes como motor elétrico e lei de indução estão atrelados a seus estudos dos intimamente conectados fenômenos da eletricidade, eletroquímica e do magnetismo. Fonte: scienceworld.wolfram.com



Motores elétricos de diversos tipos, dimensões e construções.

A maioria de motores magnéticos são giratórios, mas existem também os tipos lineares. Em um motor giratório, a parte giratória (geralmente no interior) é chamada de rotor, e a parte estacionária é chamada de estator. O motor é constituído de eletroímãs que são posicionados em ranhuras do material ferromagnético que constitui o corpo do rotor e enroladas e adequadamente dispostas em volta do material ferromagnético que constitui o estator.

A classificação dos motores elétricos quando vista de uma forma um pouco mais detalhada é um tanto complexa e quase sempre leva a confusões mesmo de estudiosos do assunto:

Motores CC (corrente contínua)

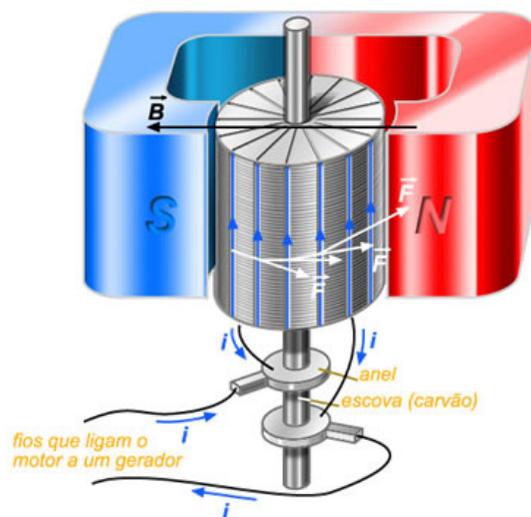
- Ímã Permanente com ou sem escova (motor CC brushless)
- Série
 - Universal
- Shunt ou paralelo
- Composto (Composição de shunt e paralelo)

Motores CA (corrente alternada)

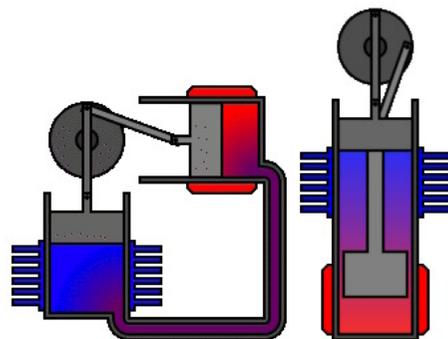
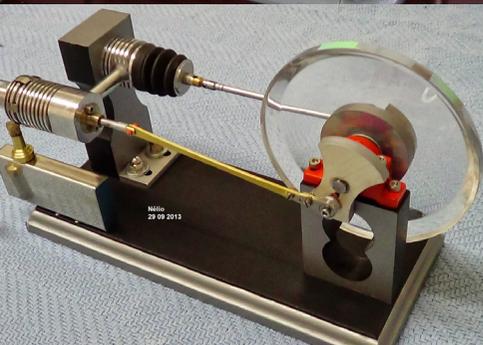
- Assíncrono (de indução)
 - Polifásico
 - Rotor gaiola ou em curto-circuito
 - Rotor enrolado ou bobinado
 - Monofásico
 - Rotor gaiola ou em curto-circuito
 - Fase dividida
 - Capacitor de partida
 - Capacitor permanente
 - Polos Sombreados
 - Dois capacitores
 - Rotor enrolado ou bobinado
 - Repulsão
 - Repulsão de partida
- Síncrono
 - Polifásico
 - Monofásico
 - Ímã permanente
 - Histerese
 - Relutância
 - De passo
 - Ímã Permanente
 - Relutância variável
 - Híbrido

Isto é uma pequena amostra da enorme quantidade de motores elétricos que existem. Um estudo mais aprofundado seria necessário para conhecer todos eles.

Esquemático 3 - Motor Elétrico



Fonte: <http://www.brasilecola.com/fisica/electricidade-acionamento-motores-eletricos.htm>



Vantagens:

É pouco poluente pois a combustão é contínua, e não intermitente como nos motores Ciclo de Otto e Ciclo Diesel, permitindo uma queima mais completa e eficiente do combustível. Por isso é muito silencioso e apresenta baixa vibração (não há "explosão"). É verdadeiramente multi-combustível, pode utilizar praticamente qualquer fonte energética: gasolina, etanol, metanol, gás natural, óleo diesel, biogás, GLP, energia solar, calor geotérmico e outros. Basta gerar uma diferença de temperatura significativa entre a câmara quente e a câmara fria para produzir trabalho (quanto maior a diferença de temperatura, maior é a eficiência do processo e mais compacto o motor).

Desvantagens:

A sua maior desvantagem consiste na dificuldade de iniciar e variar sua velocidade de rotação rapidamente. Também há problemas técnicos a serem resolvidos quanto ao sistema de vedação, de maneira a impedir o vazamento do fluido de trabalho, particularmente quando se empregam gases inertes e leves (hélio, hidrogênio), difíceis de serem confinados sob alta pressão sem escaparem para o exterior.

Alternativas/Opções/Soluções

Para além desses problemas intrínsecos, resolver questões como: aumentar a autonomia, reduzir custos e impactar menos a vida do usuário, este projeto está disposto a propor e criar alternativas que quebrem os paradigmas. Devido à característica de inovação do projeto, foquei os estudos em duas possibilidades menos comuns e mais experimentais, os motores Stirling e Perendev. Mas antes, é importante esclarecer que um motor pode ser definido como o inverso de um gerador. Nesse, a aplicação de movimento tende a gerar energia, enquanto num motor, a aplicação de energia gera movimento. Dito isto vamos aos motores estudados.

Motor Stirling (combustão externa)

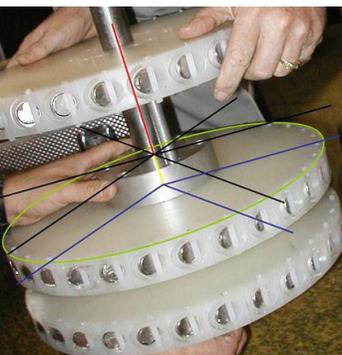
Trata-se de um motor de combustão externa, ou seja, a queima do combustível é feita lado de fora da câmara propulsora. Não é exatamente uma máquina nova, uma vez que os primeiros projetos que se tem conhecimento remontam do início XIX na tentativa de aperfeiçoar ou mesmo substituir o motor a vapor que explodia frequentemente dada a precária tecnologia metalúrgica empregada nas caldeiras pouco resistentes à pressão excessiva.

Teoricamente, o motor Stirling é uma máquina térmica o mais eficiente possível. Alguns protótipos construídos pela empresa holandesa Phillips nos anos 1950 e 1960 chegaram a índices de 45%, superando facilmente os motores a gasolina, diesel e as máquinas a vapor (eficiência entre 20% e 30%).

Este tipo de motor é como uma máquina a vapor na qual toda a transferência de calor tem lugar através da parede do mesmo. É por norma entendido como um motor de combustão externa, em contraste com os motores de combustão interna nos quais o input de calor é efetuado pela combustão de um determinado combustível dentro do corpo do motor. Ao contrário das máquinas a vapor, que usam água (tanto no estado líquido como no gasoso) como fluido de trabalho, os motores Stirling restringem uma quantidade fixa de fluido permanentemente gasoso, como ar atmosférico, azoto, ou hélio. O ciclo geral para estes motores, à semelhança do que sucede em todas as máquinas térmicas, é constituído pela compressão do gás frio, pelo aquecimento do gás, e pelo arrefecimento do gás antes da repetição do ciclo.

O motor Stirling de funcionamento bastante silencioso pode, de maneira similar ao que acontece com as máquinas a vapor, usar fontes de calor muito diversas. Tornando-se uma boa alternativa aos equipamentos limitados a combustíveis específicos. O sistema está correntemente a suscitar interesse como componente principal de unidades de micro-cogeração, sendo mais eficientes e seguras que máquinas a vapor equiparadas. Os motores Stirling (sobretudo os de pistão livre) estão também a ser considerados pela NASA e por outras agências espaciais para a exploração espacial.

A aplicação desse sistema mostrou-se incompatível com o projeto por conter subsistemas dependentes de fontes de energia exterior, o que foge aos requisitos projetuais.

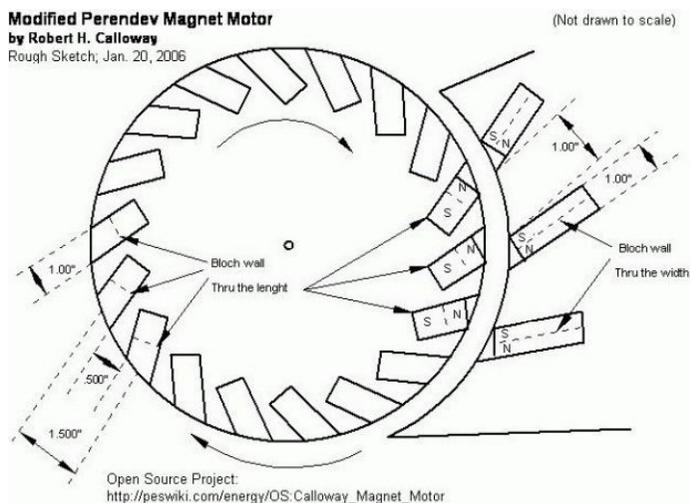


Esquemático 4 - Sistemática do Motor Perendev

Modified Perendev Magnet Motor

by Robert H. Calloway

Rough Sketch, Jan. 20, 2006



Vantagens:

É pouco ou nada poluente pois a combustão de qualquer elemento inexistente. Por isso é muito silencioso e apresenta baixa vibração (não há "explosão"). Protótipos disponíveis têm rendido resultados dos testes que variam de 0,5 HP a 508 HP. Ele pode ser redimensionado em qualquer tamanho, variando de um motor de navio até uma bateria de relógio. Qualquer tipo de movimento pode ser adaptado a partir do sistema. O movimento circular (binário) é fornecida pelo dispositivo, que pode ser convertido para qualquer conjunto mecânico: eixo, de correia, de hélice, rodas, caixa de engrenagens, geradores, etc.

Desvantagens:

Por se tratar de uma tecnologia de vanguarda, a sua maior desvantagem consiste na falta de validação científica que permita o estudo e desenvolvimento multilateral avançado da tecnologia.

Motor Perendev ('All-ímã' ou 'todo magnético')

Como dito há páginas atrás, o magnetismo sempre foi para mim uma área de interesse, era atraído ao assunto tal qual o polo sul é atraído pelo seu oposto, o norte. Foi então que durante a fase de criação de uma ante-proposta de projeto, surgiu a ideia de utilizar as propriedades dos ímãs permanentes para alimentar um sistema de rotação. Na pesquisa e levantamento de dados buscando fundamentar esta tese, descobri na rede, que é de grande entusiasmo a investigação e desenvolvimento de projetos de motores constituídos apenas com ímãs permanentes, conhecidos como motores *all-ímãs*, todo ímã, numa tradução livre, ou ainda motor Perendev.

O conceito é simples: posicionar e dispor ímãs permanentes no rotor e estator do motor, de maneira que as propriedades de repulsão e atração intrínsecas aos magnetos atuem de tal modo que o rotor seja iniciado e permaneça em movimento de rotação. O sistema, em tese, se alimenta da força potencial existente nos ímãs na forma de magnetismo e utiliza suas propriedades magnéticas para transformar energia potencial em energia cinética.

O problema para explorar essa energia magnética permanente, está na busca contínua do estado de equilíbrio do sistema. Deve-se criar uma situação de instabilidade para produzir um movimento natural, sem que seja necessária a adição de uma força externa que é a essência do problema. E daí vem a excelente ideia... Basear o sistema em um arranjo tangencial do mecanismo de força magnética além de propor um desalinhamento sistemático com o intuito de ligar e desligar o mecanismo. Acoplando esse aparato a um alternador, ele iria produzir energia disponível quase que indefinidamente, tendo como limite apenas o desgaste decorrente do atrito entre os materiais. Teria ainda, pouco impacto ambiental e mas enorme impacto econômico uma vez que eliminaria a necessidade de comprar eletricidade para consumo, possibilitando a subtração do sistema de distribuição de energia como conhecemos hoje. Estas são as principais características do sistema "Perendev".

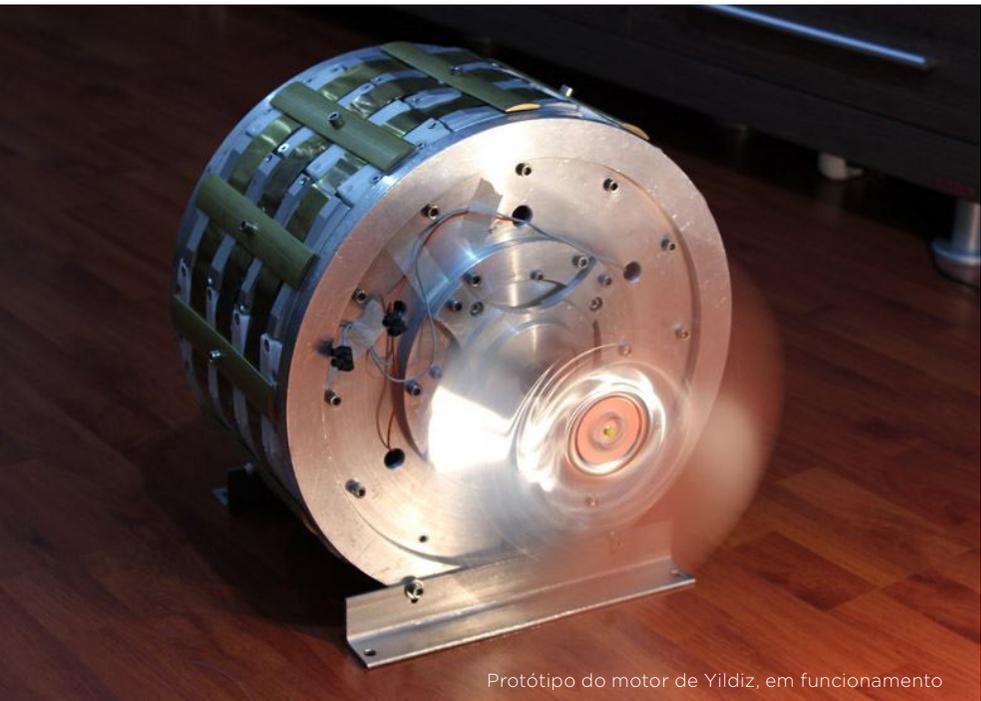
Durante esse levantamento específico, foram encontrados uma série de desenhos e esquemáticos com variações de arranjo e inúmeros protótipos 'funcionais' que utilizam tais princípios, mas ainda com um aspecto muito experimental sendo muitos desses construídos aparentemente com sobras de materiais.

Porém, nos últimos dias de pesquisa, procurando ainda por evidências e relatos mais consistentes sobre a tecnologia deste sistema promissor, encontrei a apresentação de mais um modelo com diversos protótipos e variações, já em estágio de validação, baseado neste princípio.

Desenvolvendo seu projeto há mais de trinta anos, Muammer Yildiz, até então, conseguiu o mais avançado projeto de um motor all-ímãs. Todos os eventos que dizem respeito a este feito foram compilados e disponibilizados para acesso em:

http://peswiki.com/index.php/Directory:Muammer_Yildiz_Magnet_Motor

Além da página oficial: <http://www.bsmhturk.com/>



Protótipo do motor de Yildiz, em funcionamento

Yildiz Motor (motor 'todo magnético')

Resultados experimentais incomuns sugerem que um conjunto engenhoso de ímãs permanentes pode permitir desdobramento de energia mecânica utilizável sem a necessidade de fontes convencionais.

Um protótipo da invenção do Sr. Muammer YILDIZ, como descrito em parte na patente internacional nr. WO 2009/019001, foi demonstrado na Universidade de Tecnologia de Delft em 20 de abril de 2010. Um registro em vídeo da demo está disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=ml3227d5Css>

E na '41st Inventors Expo Geneva' em 10 a 12 de abril de 2013 em Genebra, Suíça. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=CDpKqdcDDRQ>

Patente internacional: WO 2009/019001 (A2) : dispositivo que tem um arranjo de ímãs.

A invenção refere-se a um dispositivo que tem um arranjo de magnetos para a geração de um campo magnético alternado, que interage com um campo magnético estacionário. O dispositivo compreende um rotor e um estator disposto tangencialmente a um eixo montado de forma rotativa. O rotor compreende uma ou mais seqüências de primeiro magneto e as seqüências de ímã do estator, um ou mais segundos. As primeira e segunda seqüências magnéticas compreendem, cada uma, dois ou mais ímãs dipolo, a disposição e orientação dos quais pode variar.

Número de patentes Mundo: PCT/EP2008/006459

Alemanha: NR 10/2007/037186

Patente livre para baixar em: <https://docs.google.com/viewer?pid=explorer&srcid=OB2GRHlhjQGBIRDNFUGRWdFpwZIE&docid=d85e115b15eb47887266ac0187ad0ee3%7C173e7c9b798998a4734ee6799f25957a&chan=EAAC2vI8zRvarAqSJukpzdzcIRBAXReo/1/aCIWvsTHtX&a=v&rel=zip;2;muammer+yildiz+patent-english.pdf>

Peculiaridades do invento

O motor YILDIZ demonstrado apresenta características muito peculiares. O estator da máquina é composta de 12 segmentos, dos quais 7 foram abertos e oferecidos ao público para inspeção depois que a máquina estava em operação por cerca de 30 minutos. Deve notar-se que o público, não o inventor, pediu que a operação fosse parado a fim de efetuar a inspeção das partes internas.

Todos os segmentos expostos são feitos de alumínio ou de plástico, em que pedaços de ímã permanente de diferentes formas foram inseridas. O conteúdo de alguns dos restantes 5 segmentos ainda não estão protegidos por patentes, e é até um futuro investidor para decidir se deve ou não fazê-lo.



Muammer Yildiz Magnet Motor PATENT DOWNLOAD for FREE



flashguru1970 · 45 vídeos

Inscrever-se

1.917

148.878

564 29



Depois de remover os sete segmentos do estator, foi possível ver e tocar o exterior do rotor no interior da máquina. A sonda do rotor é feito de alumínio, onde também pequenos ímãs são fixados em furos. É notável que, quando a máquina estiver em operação, este cilindro metálico gira a cerca de 2000 rpm na proximidade do estator ímãs fortes, sem dissipação de calor perceptível. Estranho, porque seria de esperar que a indução e circulação de correntes parasitas significativas no alumínio gerasse calor. Mas apenas um ligeiro aumento da temperatura foi percebido nos rolamentos mecânicos. Na verdade, a fim de girar o cilindro metálico com esta velocidade, uma quantidade substancial de energia seria necessária na proximidade dos magnetos estacionários.

Um ventilador é ligado na extremidade do rotor. É visto um ventilador em operação no exterior da máquina, juntamente com um “amortecedor de correntes de Foucault” no interior. Esta é realmente uma combinação incomum que requer um pouco não negligenciável de energia para manter o giro do cilindro!

Além disso, deve notar-se que os segmentos restantes, fechados no estator, não estão simetricamente localizados em torno do rotor. No caso de uma bateria escondidos nestas peças, também é imperativa a utilização de interruptores semicondutores de potência em circuitos eletrônicos muito eficientes, com a finalidade de produção de alta intensidade correntes que pulsam através enrolamentos (novamente dissipação de calor, o que é desfavorável para a eletrônica ocultas). As correntes pulsantes são uma condição necessária para criar um campo magnético pulsante que iria atravessar o entreferro entre o estator e rotor, desta forma permitindo que o rotor para manter a sua rotação. Durante a produção de torque, um campo magnético pulsante também induziriam fortes correntes de Foucault no rotor, na parte superior do efeito “amortecedor” anteriormente descrito, e assim por diante. Realmente, mesmo que por um engenheiro qualificado, a implementação de todos estes circuitos sofisticados não faz qualquer sentido.

As peças internas do rotor não foram inspecionados. Mas, qualquer que seja o seu conteúdo, ele não descarta a argumentação acima. Isso ocorre porque a sonda externa do rotor é feito de alumínio e incrustado com magnetos. Os ímãs de fiação na plataforma são esperados para induzir correntes de Foucault nas peças de alumínio do estator, e os magnetos estacionários no estator são esperados para induzir correntes de Foucault no rotor de plataforma. Ambos os lados, estator e peças do rotor, foram mal morno quando abrir a máquina.

Ao todo, embora a forma de realização da invenção ainda não foi totalmente aberta para fins de inspeção, parece ser evidente a partir dos resultados obtidos, que os princípios de funcionamento vão além de uma tecnologia convencional com base em pilhas escondidas para fornecer a energia necessária para operar o motor.

Claramente, precisamos de mais experiências para decidir qual a teoria tem potencial para ajudar a entender e melhorar o motor YILDIZ. Ainda assim, apesar de o aparelho ainda não ter sido totalmente aberto à inspeção, a demonstração em Delft mostrou alguns pontos que merecem atenção.



VIDA ELETRÔNICA

Vivemos uma época na qual tornou-se especialmente interessante e, até certo ponto, necessário manter-se conectado ao mundo através das grandes redes de informação. Seja pelo celular ou pelos 'notebooks', fato é que os aparelhos eletrônicos são capazes de uma infinidade de possibilidades. Desde armazenar dados importantes do nosso dia-a-dia como, negociações por email, arquivos digitais de trabalho, dados bancários, até mesmo possibilitar que façamos, convenientemente, as trocas dessas informações com qualquer sujeito em qualquer lugar do planeta. Essa comodidade acabou influenciando toda uma sociedade que parece depender cada vez mais destes dispositivos que até pouco tempo seriam considerados mágicos.

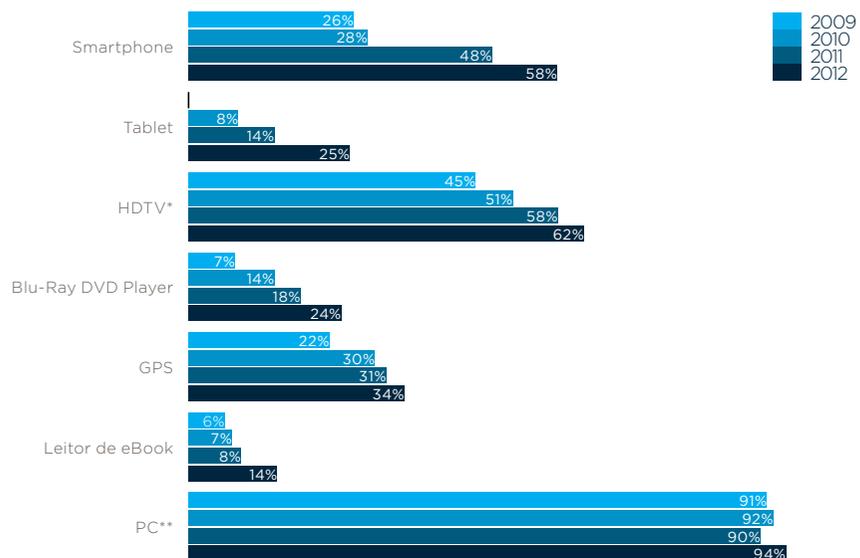
Mercado Promissor

Se mesmo no ápice de uma das crises financeiras mais longas da história a compra de dispositivos eletrônicos continuou em expansão (mais modesta, é claro), agora que as nações mais afetadas começam a recuperar as suas economias, esse mercado deve apresentar aumentos mais significativos.

Uma estimativa feita pela Consumer Electronics Associations (CEA) e a empresa de consultoria GFK, apresentada na abertura da CES 2013, aponta que as vendas de eletrônicos devem crescer pelo menos 4% em 2013, o que representa um total de US\$ 1,1 trilhão. De acordo com essa pesquisa, esse "salto" será impulsionado pelos equipamentos portáteis — com destaque para smartphones e tablets, categorias que devem crescer 22% e 25%, respectivamente.

Segundo pesquisa desenvolvida pela Accenture, empresa multinacional de consultoria, embora o número total de produtos da categoria por família permaneça estável, muitos consumidores estão focando seu interesse em tecnologia nos dispositivos móveis que entregam múltiplas funções. Intenções de compra para 2013 estão centradas em quatro categorias de produtos, bem mais que nos anos anteriores, são eles: smartphones, tablets, PCs e televisores de alta definição (HDTV). Na verdade, há uma maior separação em intenção de compra entre estes "Big 4" e outros dispositivos.

Gráfico 5 - Intenção de Compra Sobre Eletrônicos



Fonte: Accenture - Relatório de Consumo de Produtos e Serviços de Eletrônicos, 2013.

* "PC" combina laptop, desktop, ultrabook e netbook.

** "HDTV" combina HDTV e 3DTV.



Autonomia Elétrica dos Dispositivos

Seja em casa, no trabalho, ou em qualquer lugar, uma característica inerente a todos esses dispositivos é sua autonomia energética limitada. São portáteis e móveis, porém periodicamente necessitam ter suas baterias recarregadas para novamente entregar todo seu potencial de utilidades.

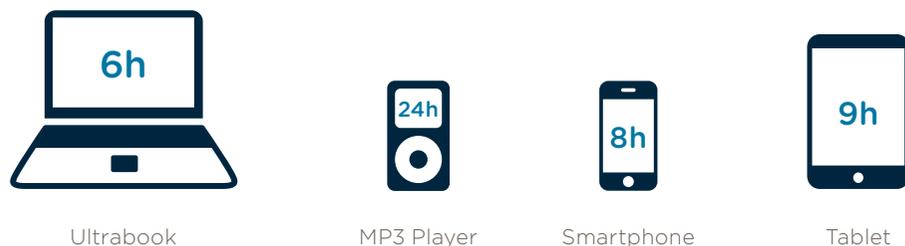
Uma situação bastante inconveniente é ter que interromper seu trabalho à procura de uma fonte de alimentação da rede elétrica para manter seu computador ou celular 'vivo'. Mais ainda quando não encontra uma bendita a tempo, e pode inclusive perder dados e andamentos de trabalho, importantes, se não encontrar uma tomada.

Os equipamentos eletrônicos saem de fábrica cada vez com mais tecnologias embarcadas e novas funções. Se por um lado tal avanço promove melhorias em nossa rotina, em outro viés ele acaba diminuindo a autonomia das baterias — o que pode ser observado com maior facilidade em smartphones e tablets.

Assim, as fontes de energia dos nossos aparelhos necessitam ter mais potencial energético a cada geração lançada. O principal indicador disso é o aumento da sua amperagem, o qual é informado pela notação mAh.

Com isso, cada vez mais precisamos estar preparados para recorrer às tomadas ou às tentativas de prolongar a autonomia com baterias extras.

Gráfico 6 - Autonomia de Dispositivos Eletrônicos



*Tempo médio de autonomia, em horas, para cada consumo completo das baterias. Dados baseados em dispositivos Apple. Fonte: www.apple.com/br/batteries

Portátil/Móvel

Este projeto tem como um dos objetivos intrínsecos, desembaraçar conceitos fundamentais para o sucesso dos dispositivos eletrônicos em voga (Laptops, smartphones, tablets e MP3players). Vamos às definições:

Portátil - diz-se dispositivo portátil, daquele que pode ser transportado e usado em qualquer lugar. Não sendo fixo e não dependendo de um lugar específico para ser usado.

Móvel - todo dispositivo móvel necessariamente é portátil, porém, tem a característica de conseguir desempenhar suas funções durante o traslado de um ponto ao outro.

Contudo, sabemos que os dispositivos com os quais lidamos, como já foi dito, necessitam de recargas periódicas para manterem-se disponíveis. Esse simples fato, nos torna reféns das autonomies limitadas e rede elétrica convencional. O que faz dos aparelhos não tão móveis como são vendidos.

Facilidade de uso através de novas tecnologias



Sony Vaio SVF15A

Utilização de diferentes acabamentos nos mesmos materiais.

Atenção especial para a combinação entre diferentes materiais. Com cada um bem definido.

Combinação entre faces curvas e planas, equilibrada e bem marcada.



MacBook Pro 15"

Ultrabooks/Macbook

Como visto anteriormente, existe uma extensa gama de produtos eletrônicos aos quais seriam aplicáveis a alternativa de geração elétrica proposta neste projeto. Sendo assim, tornou-se necessário optar por aparelhos paramétricos com características que permitam o dimensionamento do aparato projetual de forma a permitir sua utilização nos demais dispositivos de menor porte. Sendo esses:

MacBooks - é uma linha de computadores portáteis da Macintosh da Apple Inc. para o mercado de usuário profissionais e avançados. Faz parte dos produtos topo de linha da família MacBook. Sendo computadores de altíssimo desempenho e qualidade.

Ultrabooks - são um tipo de computadores portáteis criados pela Intel com o pretexto de ser 'ultrafino', como o nome sugere, e bastante potente em relação ao seu tamanho e peso.

Análise de Produto

Tratando-se de estética e usabilidade, tanto macbooks quanto ultrabooks entregam produtos semelhantes. Ambos dão atenção especial a características como: acabamento, dimensionamento e peso. A utilização de materiais como o alumínio, que é um metal leve, de fácil modelagem e excelentes propriedades mecânicas, evidencia o cuidado com um produto de boa qualidade e alto valor agregado.

Quanto a usabilidade destes produtos, normalmente, basta abri-los e apertar um botão apenas para obter todo o potencial utilitário deles. Além de novas possibilidades que surgem como telas sensíveis ao toque com as quais eliminam-se boa parte da utilidade dos 'trackpads'. Isso indica que nessa área tecnológica, os produtos estão em constante evolução.

E dessa evolução fazem parte as questões de energia de tais produtos que, como já foi abordado neste relatório, implica investimento em novas alternativas que consigam suprir a sede de energia destes artefatos de maneira eficiente, limpa e barata.

Os notebooks tem em comum o fato de utilizarem como forma de reserva e acumulação de energia, visando a autonomia e mobilidade: as baterias. Não existe um padrão de capacidade ou potência energética estabelecida para esses artefatos, portanto, cada notebook tem uma especificação nominal diferente.

A título de estudo de caso, optarei pela análise dos ultrabooks Sony Vaio SVF15A, e MacBook Pro 15", com os quais tenho constante acesso e manuseio no Laboratório de Biomimética da Escola. Tais aparelhos apresentam as seguintes características:



Sony Vaio

O aparelho da Sony segue as tendências atuais de notebooks de corpo fino com tela HD sensível ao toque. Uma característica distintiva dos ultrabooks é altura máxima, fechado, do seu invólucro de 21 mm. Isso permite-lhes melhor mobilidade e também dá um aspecto estético mais agradável. O corpo fino parece apelar para os usuários, pois até mesmo notebooks convencionais estão se tornando cada vez mais fino. O Vaio SV-F15A1, que tenho acesso no laboratório de biomimética, faz parte desses dispositivos, não sendo um ultrabook, mas sim um notebook convencional com dimensões reduzidas.

O Vaio se baseia em um *'slim'*, fino e bastante leve com 22,5 milímetros de altura e seus 2,3 kg. Além de moldura preta da tela, as superfícies da carcaça são todas na cor prata com acabamento escovado ou acetinado. Temos uma mistura de materiais. As costas do tampo e descanso de pulso são feitos em metal enquanto as outras partes são constituídas por plástico.

Sua tela sensível ao toque facilita a utilização tornando-o prático, tem boa resolução (Full HD - 1920x1080), mas deixa a desejar no ângulo de visão, qualquer desvio ou inclinação do ecrã, as cores se distorcem. O teclado assim como em todos os computadores portáteis é o ponto mais crítico em termos ergonômicos, mas por ser um notebook com tela de 15" não é necessário ficar *'tricotando'* para poder escrever, e as teclas tem uma boa resistência e resposta ao toque além da extensão com teclado numérico. Suas dimensões gerais (AxLxP) são: 22,5x379x255mm.



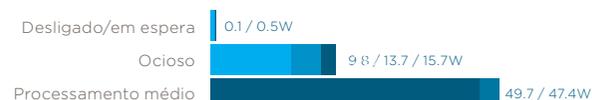
MacBook Pro

Enquanto isso, o aparelho da Apple, segue um conceito semelhante. Trata-se de um notebook potente com dimensões reduzidas. Diferentemente do dispositivo da fabricante japonesa, grande parte do macbook é constituído de metal, mais especificamente alumínio, bastante leve e resistente, reduzindo a poucas peças aparentes em plástico (teclas) o que restringe a construção formal do objeto, porém agrega qualidade ao produto pela resistência e robustez. Nesse aspecto, o produto é impecável. Do acabamento das superfícies à combinação delas, integrando curvas e arestas vivas de maneira exemplar. O aparelho é meticulosamente pensado para ser minimalista.

Além disso conta com tela de excelente ângulo de visão, mas com resolução (WXGA - 1280x800) não tão satisfatória. Outro ponto positivo é a ótima qualidade do *'trackpad'* (mouse embutido) e bem configurado. Já o teclado, assim como o Vaio, tem boas propriedades porém, além de não existir a extensão de teclado numérico, o que dá espaço aos auto-falantes, vem configurado no padrão americano com codificações e acentuação diferentes. As dimensões (AxLxP) do artefato são: 24x325x227mm. O conjunto todo pesa: 2,06kg.



Gráfico 7 - Consumo específico Sony Vaio



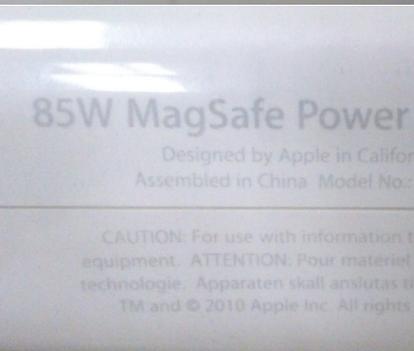
Fonte: <http://www.notebookcheck.net/Review-Sony-Vaio-SV-F15A1S2ES-Notebook.96441.0.html>



Gráfico 8 - Consumo específico MacBook Pro



Fonte: <http://www.apple.com/br/macbook-pro/specs/>



TECNOLOGIA DE RECARGA

Já vimos que alimentar esses aparelhos é uma constante dor de cabeça para designers, projetistas e engenheiros. Deve-se criar soluções com cada vez menos impacto, não somente ambiental e econômico, mas também na experiência do usuário. Produtos que tenham e transmitam facilidade de uso, além de pouca interferência na rotina daquele que o usa. Mas como isso vem sendo feito? E quais são as tendências que podemos esperar para um futuro não muito distante? Vejamos agora, como fazemos para alimentar nossos eletrônicos além da rede elétrica regular.

Problemas

Nesta situação temos três principais problemas: a tensão e o consumo específico do aparelho, além dos conectores.

Tensão específica

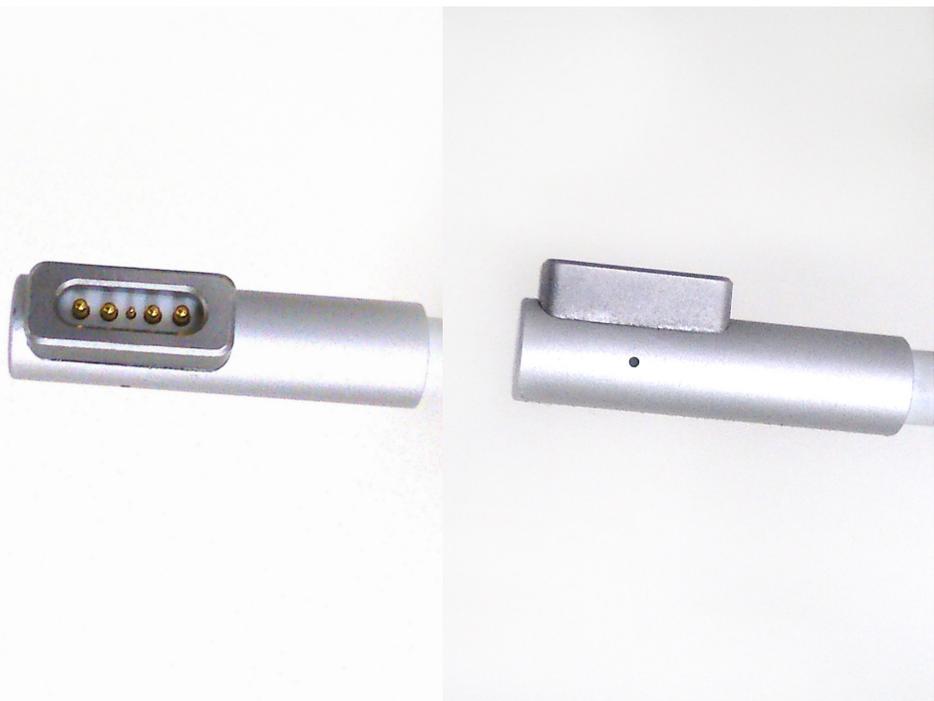
Cada aparelho apresenta uma tensão de funcionamento específica necessária para seu funcionamento, dada pela voltagem. Ela dimensiona os transformadores, ou fontes de alimentação como são comumente conhecidas. Aquele objeto desproporcional e pesado ao qual o fio de energia que sai do seu computador portátil fica conectado e ligado à uma tomada. Ele é responsável pela transformação, regulação e retificação da energia cedida pela tomada. O problema está que no Brasil, pelo menos, essa energia tem tensão variável de 110V a 240V, normalmente, já os aparelhos tem suas tensões específicas girando em torno de 20V (MacBook) e 19,5V (Sony Vaio). O que aquele aparato faz em cada caso é reduzir a tensão da rede até a necessária para cada aparelho. Além de regular as oscilações, entregando uma eletricidade estável, sem variações de tensão, isso garante que o aparelho não tenha problemas durante seu funcionamento.

Consumo específico

Trata-se da potência (Watts/h) que os aparelhos utilizam na forma de energia elétrica durante seu funcionamento. Isso depende da utilização do artefato, podendo variar de acordo com a quantidade de processos efetuados pelos produtos, como por exemplo, alguns programas de manipulação de imagens quando executados, requerem mais processamento de dados durante tarefas específicas. Neste período, o processador trabalha mais e conseqüentemente consome mais energia.

Sony Vaio

Utiliza uma fonte de entrada bivolt (110-240V) e saída de 19,5V, com corrente de 2,3A. Com potência variável entre 70-90W. A bateria modelo VGP-BPS34 tem capacidade de 4083 mAh e tensão de 12,66V.



Segundo revisão do site especializado: www.notebookcheck.net. O consumo de energia ociosa do Vaio que varia de 9,8 a 15,7W é muito elevado. Isto torna-se mais do que evidente quando comparado diretamente com o Aspire (6-7,7 watts) e o VivoBook (7,9-10,2 watts). A exigência de energia dos processadores e núcleos gráficos em todas os três laptops é bastante semelhante, de modo que este não é o motivo. A diferença mais notável entre os dispositivos encontra-se no ecrã. A tela Vaio tem uma resolução maior e é muito mais brilhante do que as telas de seus contendores. O consumo de energia do Vaio sobe para 49,7 durante o carregamento médio via 3DMark06 e 47,4 watts em carga máxima durante o teste de estresse via Prime95 e Furmark. A taxa de carga total é menor porque o CPU e GPU não rodam a toda velocidade. O Aspire (56,5 e 67,4 watts) e o VivoBook (57 e 64 watts) consomem mais energia do que o Vaio em ambos os casos.

MacBook Pro

Enquanto isso, o aparelho da Apple, segundo o próprio site do aparelho(www.apple.com/br/macbook-pro/specs/) é alimentado por uma fonte com entrada também bivolt(100-240V) e saída 20V de tensão com potência fixada em 85W. Sua bateria tem capacidade 4445 mAh, o que, com o consumo médio de 63,5W/h permite ao aparelho um autonomia de pouco mais de 7h sem a necessidade de alimentação externa.

Conectores

Estes podem ser considerados como terceiro problema com que lida-se atualmente. Uma vez que cada fabricante como forma de validar e até mesmo proteger seu produto, cria formas variadas para diferenciá-lo dos demais no mercado, criam-se também uma infinidade de especificidades inúteis. Essa diferença é devida, em parte, ao primeiro problema citado. Onde cada aparelho tem tensão específica gerando uma necessidade de dimensionamentos diferentes dos demais componentes.

Nos aparelhos referenciais existem diferenças extremas. Enquanto o conector sony é construído com formas de conexão circulares básicas o conector da 'maça' se vale de uma combinação entre retângulo e ranhura com o acréscimo interessante de um sistema de conexão com atração magnética facilitando o encaixe entre *plug* e *socket*.



CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

A nossa crescente compulsão em consumir eletricidade continuamente, acentuado pelo ainda maior aumento da dependência dos aparelhos eletrônicos, demonstrada em números, que nos levaria ao colapso energético em poucos anos se não tomarmos medidas urgentes, evidencia a necessidade da criação de alternativas coerentes com os novos parâmetros mundiais em termos de geração de energia.

Portanto, como veio se evidenciando durante este projeto, o motor Perendev ou, motor todo magnético, tornou-se a principal opção. Capaz de satisfazer a requisitos dispostos no ante-projeto, como: grande autonomia, independência de combustíveis, possibilidade de compactação, etc.

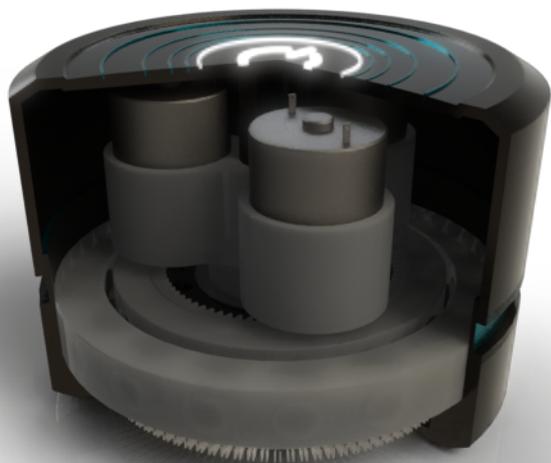
Apesar de está em fase de validação científica, acredito que temos provas e demonstrações suficientes para acreditar que a tecnologia proposta no final dos anos 60, desenvolvida desde então por entusiastas, culminando com os modelos funcionais apresentados pelo Sr. Yildiz em 2010 na Universidade de Delft, sendo testada até então, em breve será uma realidade mais comum do que imaginávamos há poucos anos.

É importante frisar que não se trata de um motor 'infinito', ou *moto-contínuo*⁷, como se especula. Os materiais utilizados e submetidos ao trabalho, invariavelmente sofrerão desgaste com o tempo, assim como tudo na vida. O grande trunfo deste modelo tecnológico além do fato deste tempo ainda ser indeterminado, sabemos que controlando o uso do aparato podemos prolongar a vida útil do mesmo. Para certas finalidades, não é necessário que o gerador permaneça continuamente ligado.

Durante o aprofundamento da pesquisa nessa possibilidade tecnológica o que mais encontrei foi gente tentando desacreditar o funcionamento deste princípio, quase sempre com menos fundamentos do que aqueles que acreditam e buscam desenvolver seus próprios modelos. Até estas atitudes mais negativas tem se mostrado fontes de motivação para a continuidade da criação e desenvolvimento do projeto.

7 Um moto-contínuo ou máquina de movimento perpétuo (o termo em latim *perpetuum mobile* não é incomum) são classes de máquinas hipotéticas as quais reutilizariam indefinidamente a energia gerada por seu próprio movimento.

É consenso científico que moto-contínuos são impossíveis de serem contruídos, pois violariam a primeira ou a segunda lei da termodinâmica. Os princípios da termodinâmica são tão bem estabelecidos, tanto teoricamente quanto experimentalmente, que propostas de moto-contínuos são universalmente vistas com descrença pelos físicos. Fonte: Wikipedia.



Projeto AEON

PROPOSTA

O objetivo deste projeto é viabilizar uma nova maneira de fornecimento de eletricidade, independente da rede elétrica convencional, para consumo em dispositivos eletrônicos de informática portáteis, como: celular, 'smartphone' e principalmente dos notebooks estudados durante a pesquisa de projeto. Até mesmo em situações em que não há acesso à rede elétrica por longos períodos de tempo o artefato proposto deverá ser capaz de gerar energia em qualquer ocasião. Balizado pelos modelos e princípios estudados dos motores tipo 'todo-magnético'.

Conceito

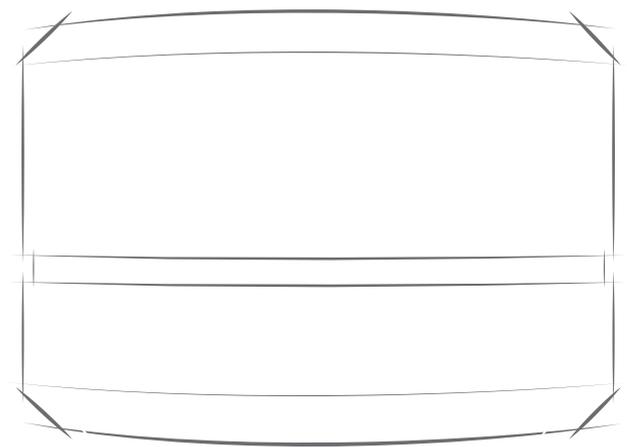
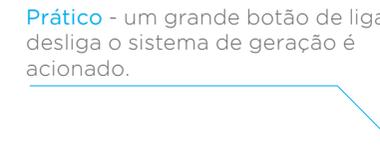
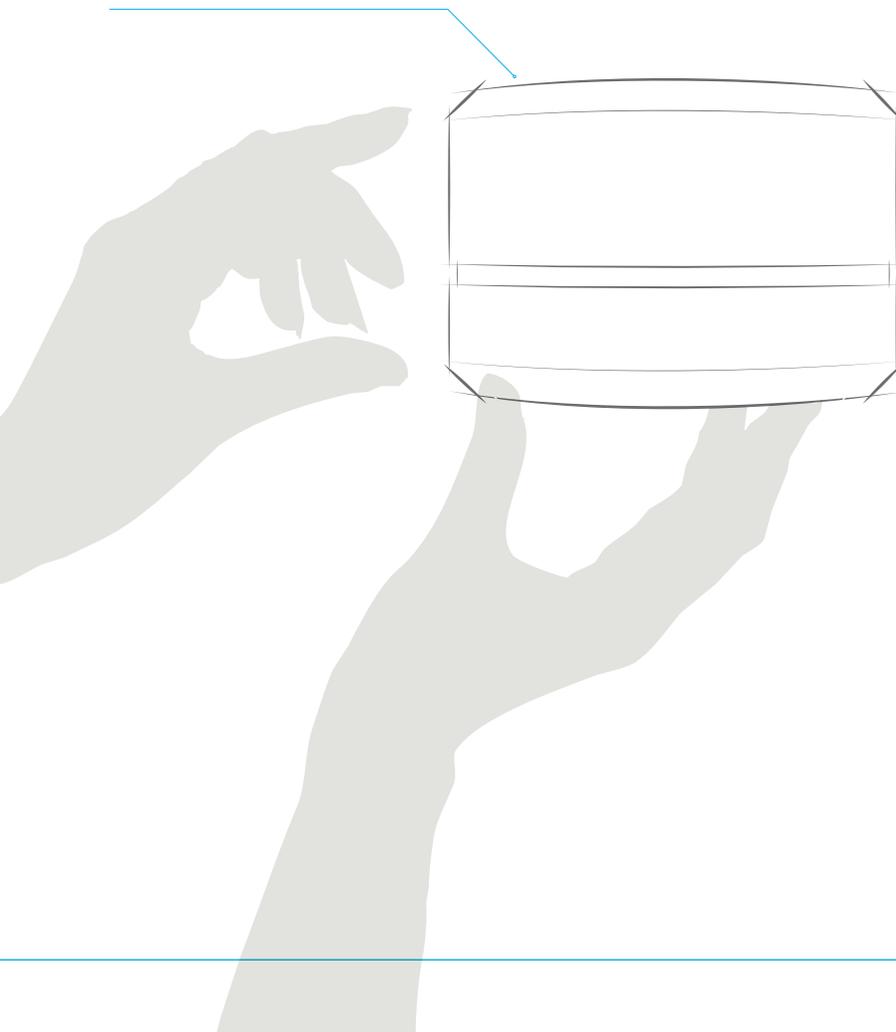
AEON [éon] - vem do grego **αιών** (aión) que significa 'era' ou força vital. Em geologia, trata-se da maior subdivisão na escala de tempo geológico. Não corresponde a nenhum período exato de tempo, sendo assim, um nome bastante significativa para um gerador teoricamente com autonomia indeterminada.

O produto é além do mais, compacto e minimalista no que tange sua utilização. Sendo necessário apenas pressionar sua parte superior para ligar e tornar a apertar para desligar, ele funciona como um grande botão.

Compacto - uma das principais características do gerador está na sua portabilidade e mobilidade.

Minimalista - formas básicas e limpas, com linhas bem definidas proporcionam uma estética mais enxuta ao produto.

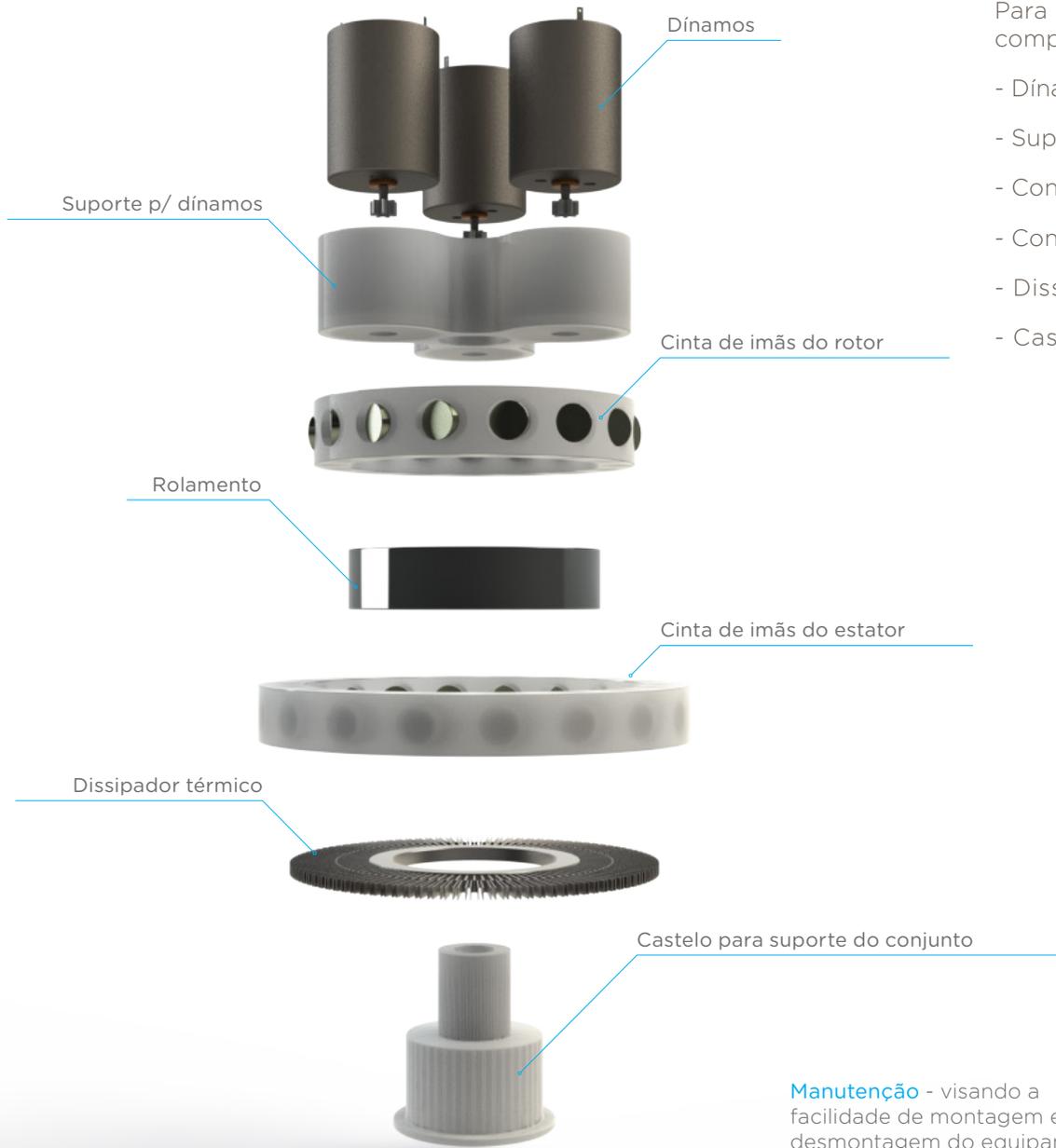
Prático - um grande botão de liga/desliga o sistema de geração é acionado.



Componentes

Para poder começar a dimensionar o produto, houve a especificação dos devidos componentes básicos, necessários ao funcionamento.

- Dínamos;
- Suporte para os dínamos;
- Conjunto do rotor: Cinta(engrenagem) com ímãs + rolamento;
- Conjunto do estator: Cinta com ímãs invertidos(em relação ao rotor);
- Dissipador de calor;
- Castelo para suporte do conjunto rotor + suporte com dínamos.



Manutenção - visando a facilidade de montagem e desmontagem do equipamento, os componentes são instalados em cascata no eixo vertical central do castelo.

Dínamos

São efetivamente os geradores de energia no produto. Dínamo é um aparelho que gera corrente contínua(CC), convertendo energia mecânica em elétrica, através de indução eletromagnética. É constituído por um ímã e uma bobina. A energia mecânica (fornecida pelo motor do conjunto) faz girar o eixo do ímã, fazendo alternar os polos norte e sul na bobina e por indução geram a energia elétrica e campo magnético. Portanto, o dínamo pode ser considerado o inverso do motor, que transforma alguma forma de energia em movimento.

Os dínamos especificados para o projeto deveriam ser capazes de gerar energia com tensão na faixa dos 12V devido às características das necessidades dos notebooks estudados. O tamanho também influencia o dimensionamento do produto. Portanto, quanto menor o aparato com as devidas configurações, melhor para o produto uma vez que a ideia é um gerador compacto bem menor do que os convencionais a combustível.

Modelos utilizados em aeromodelismo se mostraram ideais por suas características condizentes com as especificações supracitadas.

Para estudos e testes, foram adquiridos quatro dínamos modelo: 1S370.

Encontrados no site de importação 'DealExtreme', acesso disponível em: <http://dx.com/p/1s370-5500rpm-dc-motor-silver-dc-12v-2-pcs-201118>

Suporte para dínamos

Idealizado para manter até três dínamos acoplados ao rotor, constituindo assim um conjunto de dínamos ligados em série com capacidade para até 36V de tensão e uma corrente girando em torno de 3A. Permitindo o fornecimento de eletricidade para aparelhos que se encontrem nesta faixa de consumo.

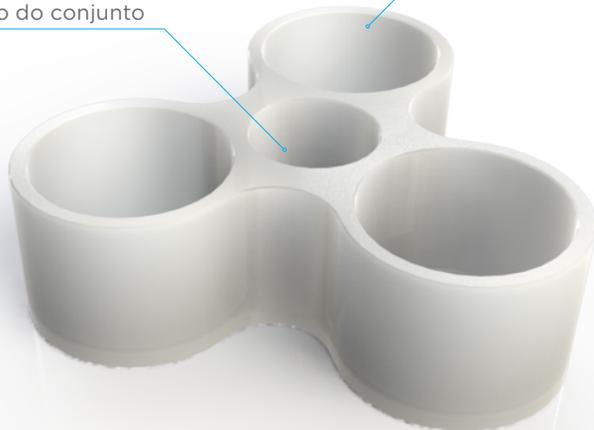


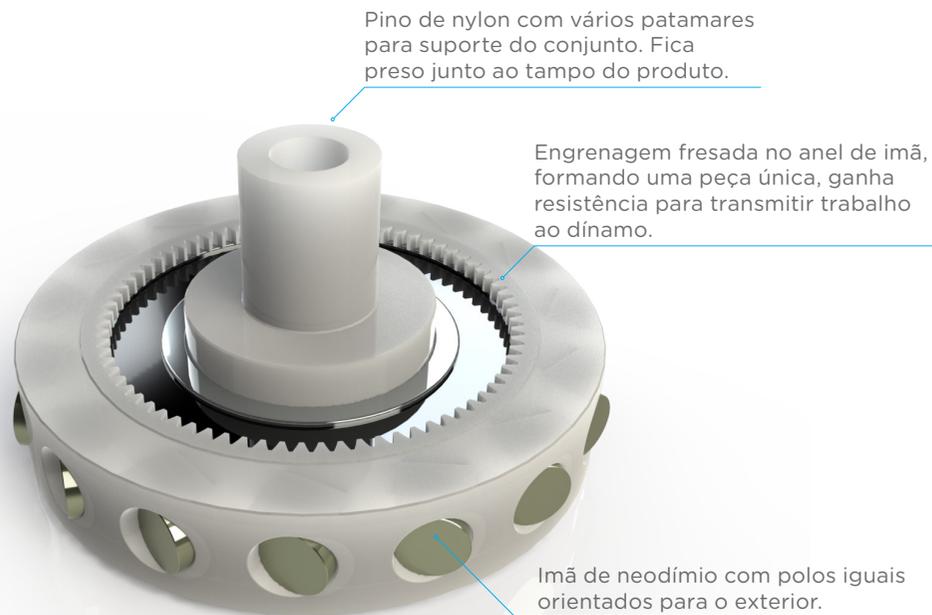
Modelo: 1S370
Cor: Prata
Material: Ferro
Características: Tensão - DC 12V; Velocidade nominal - 5500 rotações por minuto, tipo eixo de saída: Cilindro, diâmetro do eixo: 2mm, comprimento do eixo: 10mm, diâmetro do motor: 25mm;-rotor travado atual: 1.0A; marcha lenta atual: 0.03A.

Engrenagem conectada a equivalente do rotor, recebe o trabalho.

Furo para acoplagem no 'castelo do conjunto

Câmaras de posicionamento dos dínamos





Conjunto do rotor

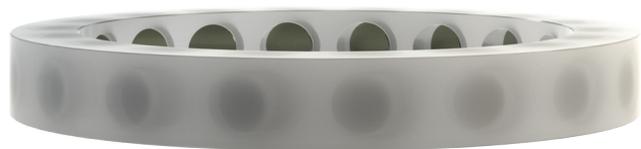
Esse é o subgrupo de componentes mais importante do produto. Nele encontram-se:

- Anel de nylon fresado de maneira a permitir a disposição dos ímãs quase tangencialmente a sua circunferência. É fresado nele ainda a engrenagem que permite a transmissão do trabalho gerado pela ação dos ímãs, ao dínamo;
- Os ímãs encrustados ao anel de nylon devem ser todos orientados com polos iguais para o exterior;
- Um rolamento de alto desempenho;
- Um pino com patamares diferentes para comportar todos os componentes de maneira concêntrica no eixo vertical.

Este conjunto é especialmente importante por concentrar funções como: rotação do motor magnético e ser responsável pela transmissão do trabalho aos dínamos. Além de atuar como acionador do motor, ou seja, todo o conjunto se desloca verticalmente provocando o alinhamento entre rotor e estator, necessário para obtenção das repulsões que geram a rotação do sistema. Em seu estado de repouso, o produto mantém tais componentes desalinhados.

Rolamento

O rolamento especificado é: skf-6006, um rolamento de esfera rígido que suporta velocidades de até 28 mil rpm, são reconhecidos por terem longa vida útil e confiabilidade. Maiores informações acessíveis no site da fabricante, no endereço: <http://www.skf.com/br/products/bearings-units-housings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/single-row/index.html?prodid=1050010006&imperial=false>



Conjunto do estator

Trata-se de um anel estacionário composto por uma peça fresada em nylon também encrustada por ímãs. Estes são postos de maneira a ficarem com polo externos iguais aos polos externos dos ímãs do rotor. É o componente responsável por alimentar o movimento do rotor através da repulsão resultante entre dinâmica do ímãs desta peça e do rotor.



Dissipador térmico

Peça em alumínio, pelo fenômeno da condução térmica, por ter uma maior área por onde um fluxo térmico possa ocorrer, maximiza a taxa de dissipação térmica entre qualquer superfície com a qual esteja em contato. O dissipador térmico tem o objetivo de garantir a integridade do sistema e seus componentes que podem se danificar caso a expressiva quantidade de calor gerada durante o funcionamento não seja regulada.



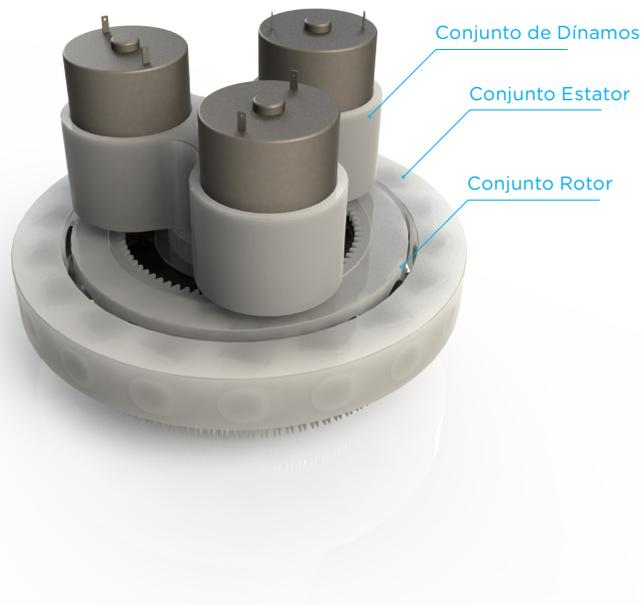
Engrenagem de curso duplo(tipo caneta 'click')

Este pequeno dispositivo permite que a parte superior do artefato, contendo o conjunto do rotor e dínamos, se desloque no eixo vertical em dois cursos distintos. Um maior para o momento desligado, ou desalinhado, e outro menor para o momento em que rotor e estator se alinham, disparando o movimento do rotor.



Ímã de neodímio

Dentre as opções de ímãs permanentes investigadas, o ímã de neodímio especificado neste projeto mostrou-se a melhor delas. Por se tratar de um ímã extremamente potente em relação ao seu tamanho e peso é ideal para configurações de produtos mais compactos, permitindo dimensionamento reduzido sem maiores perdas de potência magnética. O maior problema deste componente(qualquer tipo de ímã permanente) é sua baixa resistência ao calor. Temperaturas maiores que 120°C podem até mesmo desmagnetizá-los, danificando-os permanentemente.



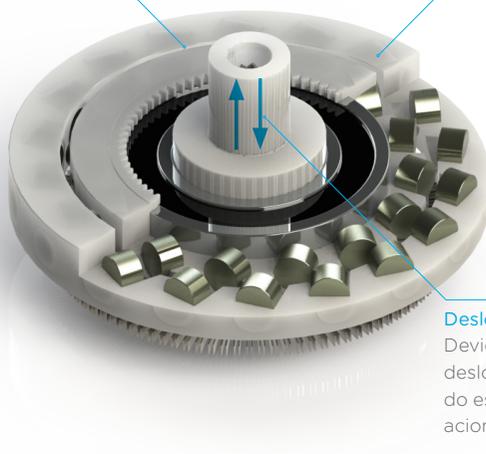
Funcionamento

O funcionamento do microgerador Aeon é de certa maneira bastante simples, consiste na combinação do sistema, vanguardista, do motor 'todo-magnético' ligado por meio de engrenagens aos dínamos que atuam efetivamente como geradores de eletricidade.

A ideia é que seja um conjunto de comportamento mínimo, um liga/desliga. Aproveitando características do motor como o fato dele necessitar que, rotor e estator, estejam alinhados horizontalmente para que obtenham máxima força de repulsão, estes são posicionados concêntricamente de maneira que permita a aplicação de deslocamento vertical, no eixo de concricidade. O desalinhamento provoca a descontinuidade da atividade magnética e conseqüente desativação do sistema. O reposicionamento torna a ativar o motor.

Alinhamento

O sistema funciona e gera rotação quando estator e rotor estão alinhados no eixo horizontal.

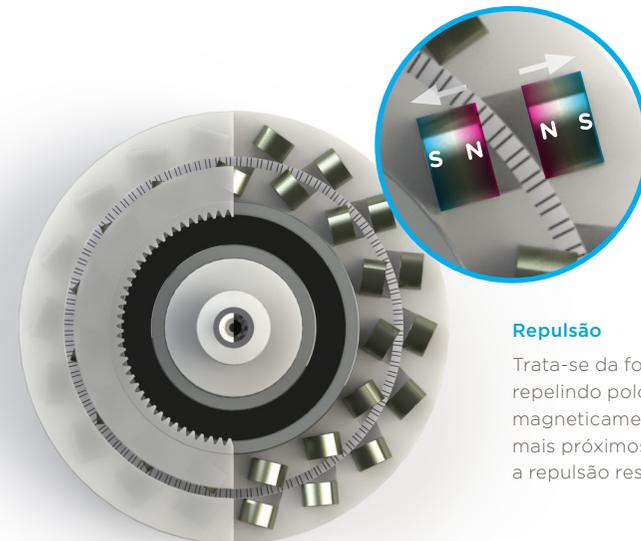


Desvio

Desviado do alinhamento, o sistema deixa de obter a repulsão entre ímãs necessária para permanecer gerando trabalho.

Deslocamento

Devido a tais características, o deslocamento vertical, do rotor ou do estator, pode ser utilizado como acionamento do sistema.



Repulsão

Trata-se da força que atua repelindo polos iguais magneticamente. Quanto mais próximos, maior será a repulsão resultante.



Aplicabilidade

Vimos que o setor de eletrônicos portáteis de informática, segundo pesquisa da *Consumer Electronics Associations (CEA)*, está em franca ascensão com expectativas econômicas na casa dos trilhões de dólares. Cada vez mais consumidores destes objetos necessitarão de alternativas para permanecerem conectados aos seus aparelhos eletrônicos.

A tecnologia dos motores todo-magnéticos encontra-se em desenvolvimento, mas isso não exclui a possibilidade de planejarmos aplicações baseadas em nichos já estabelecidos com características tão receptíveis.

A simplicidade do conceito Aeon aumenta sua versatilidade. O microgerador foi pensado para funcionar sob qualquer tempo, em qualquer lugar, durante toda ocasião. Podendo suprir o fornecimento de eletricidade à uma grande gama de dispositivos, desde MP3 players recarregáveis até notebooks. Mas ainda não impede a necessidade das baterias dos respectivos aparelhos.



notebook



mp3



smartphone



tablet

Análise de Referências (Inspiração funcional, formal e visual)

Como forma de inspiração em produtos já existentes foi feito um levantamento de produtos com características funcionais, estruturais, formais e aplicações, semelhantes às características do próprio gerador a ser desenvolvido. Esse exercício influenciou bastante nas escolhas tomadas em etapas posteriores, mostrando-se importante para o processo de criação do produto.



Vibe surface sound speaker



PVID subwoofer



Nexus Charger



MS18s | WIFI speaker



lone_03



nPower PEG



i.Sound GoSound



sound1 bluetooth speakers



Sony SRS-BTV5

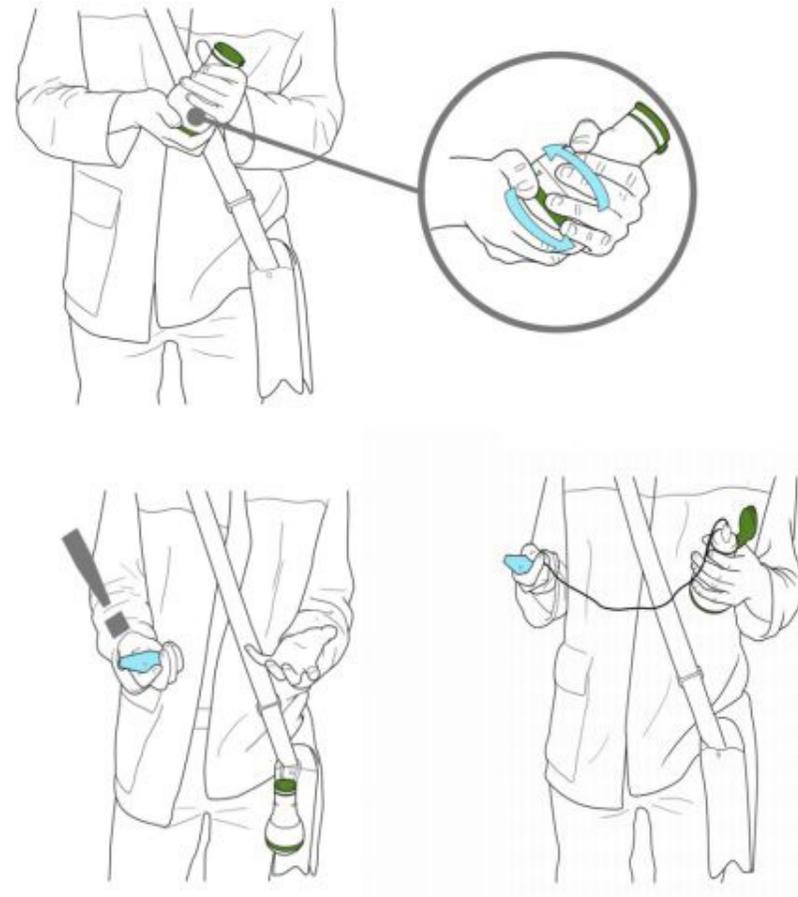


Cyclus



Não só aspectos formais e funcionais foram levados em consideração. Filosofias e ideias de produtos também induziram caminhos do projeto. É o caso do 'Cyclus' que nada mais é do que um "Gerador de Energia Pessoal", coincidência? Não, ele foi a inspiração mesmo da ideia de focar o projeto num gerador portátil. Até então havia a vontade de fazer um gerador com dimensões muito maiores e consequentemente mais capacidade.

O produto é bastante interessante. Sugestivamente na forma de lâmpada, é até certo ponto simpático do ponto de vista estético. Seu aspecto "eco-friendly" já comunica sua filosofia de produto sustentável. Trata-se do projeto do designer japonês, Satoshi Yanagisawa, um recarregador manual à base de espirais metálicas combinados ligados a dínamos, para pequenas cargas em seu smartphone.



Geração de Alternativas/Caixa Morfológica

Essa etapa do projeto serve para explorar sistematicamente todas as combinações possíveis entre os elementos do produto com o objetivo de estimular o pensamento associativo e combinatório na criação de alternativas de projeto. Os procedimentos para executá-la, são:

- Definição precisa do “problema/produto”.
- Identificação de todas as variáveis que caracterizam o produto.
- Subdivisão de cada variável em parâmetros.
- Criação de uma matriz com todas as sub-soluções.
- Análise e avaliação de todas as soluções contidas na caixa morfológica de acordo com o objetivo.
- Seleção e desenvolvimento das melhores alternativas.

Construindo a matriz:

Identificação de parâmetros: tamanho, forma, acionamento, materiais, tratamento, cores, acabamento, indicação, interação, conexão.

Parâmetros/Alternativas	A1	A2	A3
tamanho	compacto de mesa	compacto de piso	médio porte
forma	cilíndrico	cúbico	oval
acionamento	mecânico	eletro-mecânico	elétrico
materiais	metal	plástico	metal + plástico
tratamento/acabamento	cromado	escovado + acetinado	anodizado
cores	neutras	vivas	neutras + vivas
pintura	fosca	metálica	brilho
indicação	ícone luminoso	ícone em relevo	ícone em relevo luminoso
interação	botão	alavanca	'touch'
conexão	cabeado	NFC	indução

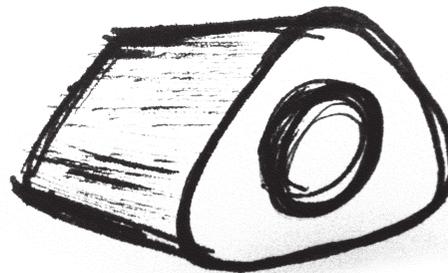
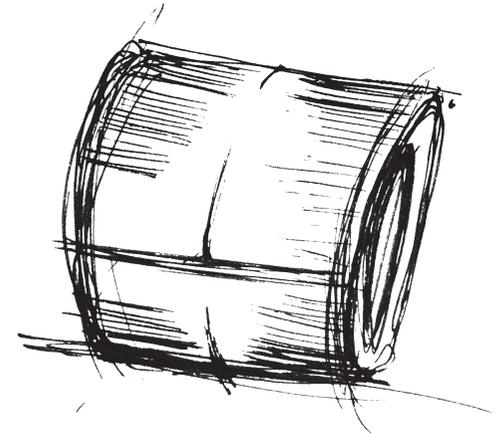
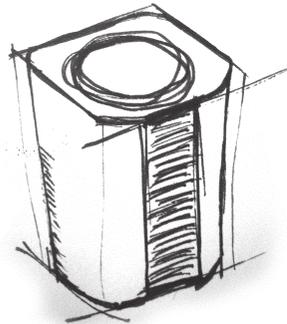
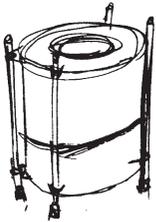
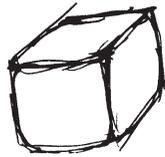
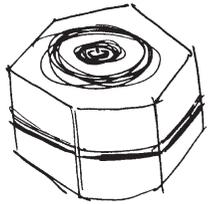
Produto

compacto de mesa;
cilíndrico;
mecânico;
metal + plástico;
escovado + acetinado;
neutras + vivas;
metálico;
ícone luminoso;
botão;
cabeado;

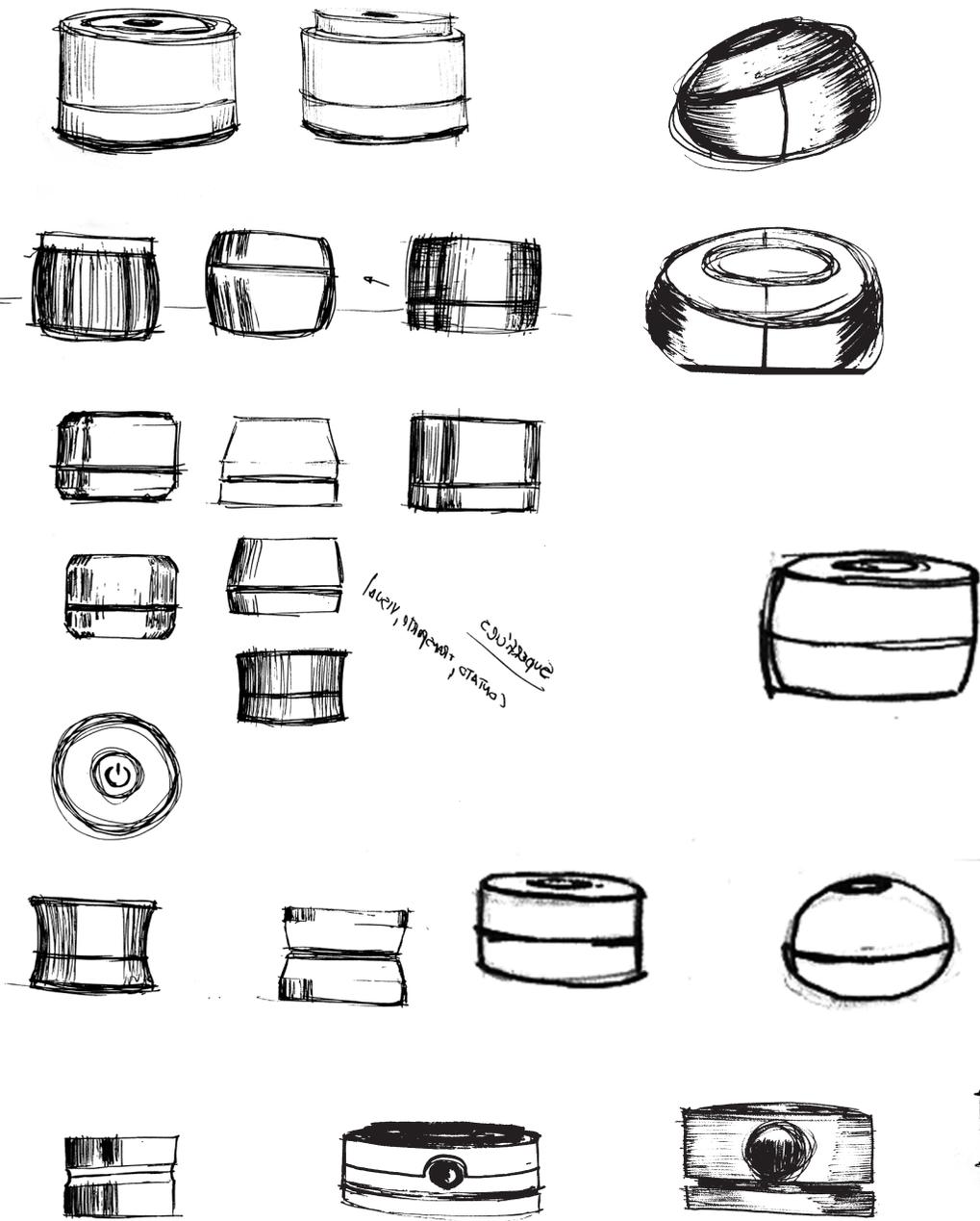
Esboços

Após chegarmos em algumas alternativas formais pela técnica da caixa morfológica, é chegada a hora de começar a passar o que estava na cabeça para o papel. Esboçar as ideias é um procedimento fundamental para o projeto. A partir deles conseguimos notar o avanço e a evolução do projeto, possibilitando a rápida obtenção e descarte de vislumbres do produto sem grandes perdas de tempo e recursos.

Neste caso notaremos a quantidade de possibilidades que o produto permitia, mesmo sendo conceitualmente simples. Num primeiro momento, antes até da caixa morfológica, rascunhos sem muita preocupação com a forma.



Num segundo momento, após a caixa morfológica, já percebemos uma orientação mais coesa entre as diversas variações. A partir deste ponto o produto começou a se definir, tendendo para uma forma elementar, o cilindro. Por motivos óbvios, todo o funcionamento do aparato remete a forma cilíndrica. O próprio movimento gerado, rotacional emite esta ideia. Seguir este caminho nada mais é do que natural.



alon

alon

aeon

aeon

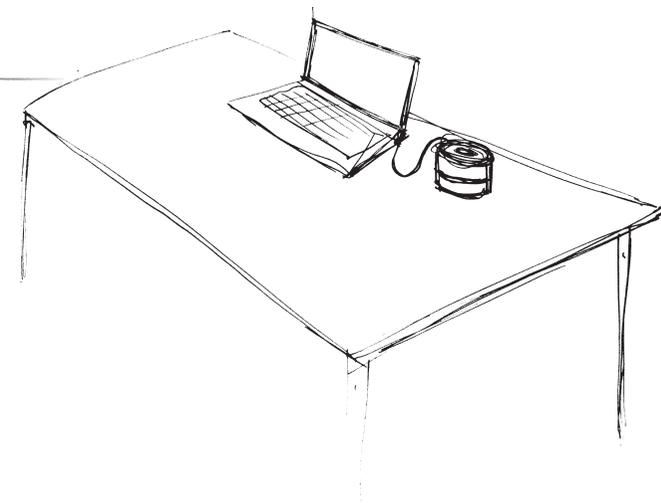
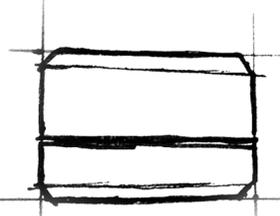
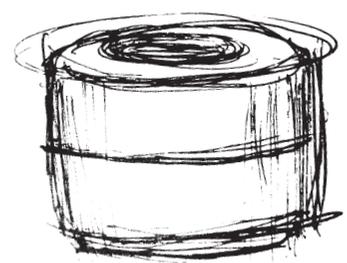
aeon

aeon

eon

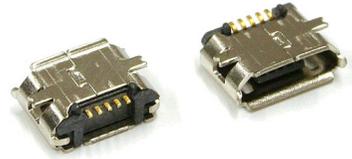
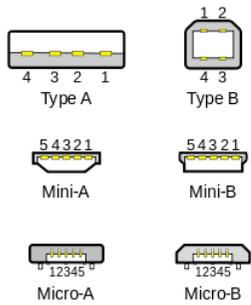
aeon aeon

aeon



DESENVOLVIMENTO

Após alcançada a conceituação básica do produto, foi iniciado o desenvolvimento do mesmo. Nesta etapa do projeto, concentrou-se a estruturação física do objeto, contendo a especificação de componentes e acessórios, além dos modelos virtuais e mockups construídos para avaliação e decisão de caminhos a serem seguidos permitindo possíveis variações e tomadas de decisões mais concretas. Também consta nesta etapa, análises: morfológica e ergonômica.



Conectores/Acessórios

A conexão do microgerador Aeon, situada na parte posterior do objeto, dá-se por uma pequena porta micro usb do tipo B. A escolha foi feita devido ao tamanho diminuto deste plug concordando com as formas propostas.

Para conectar qualquer aparelho será necessário, por vezes, acessórios adaptadores a este tipo de conexão. Será fornecido junto ao produto um cabo adaptador do tipo plug micro usb-B / socket usb-A, conforme figura ao lado.

Os notebooks em breve serão contemplados com a possibilidade de utilizarem usb como cabo de fornecimento de energia. A tecnologia que visa entregar até 100w de potência via cabo usb, hoje são no máximo 5W, está sendo desenvolvida pela *'USB Implementers Forum, Inc.'* criadora da tecnologia usb. Seu objetivo é manter a construção sobre o sistema USB existente. A nova tecnologia *'USB Power Delivery'* oferece os seguintes recursos:

- Níveis de potência alcançando 100W;
- Otimizará a gestão de energia em vários periféricos, permitindo que cada dispositivo tire sua força necessária, podendo obter mais energia quando necessário para uma determinada aplicação.
- Permite que casos de baixa potência, como fones de ouvido, consumam apenas o poder de que necessitam.
- Padronização de cabos, inclusive dos fatídicos cabos de alimentação dos notebooks.

Segundo o endereço eletrônico da própria organização, disponível em: <http://www.usb.org/developers/docs/>, esse desenvolvimento está em vias de ser disponibilizado ao público, expectativa de lançamento no início de 2014.

Figura 3 - Cabo tipo socket USB-A / plug Micro USB-B



Dimensionamento/Estruturação

Após conceituar e especificar todos os fatores e componentes restritivos do produto, foi possível começar a dimensionar e estruturar de fato o objeto. A partir das informações conseguidas na etapa da caixa morfológica principalmente, sabe-se que o produto deveria ter:

Tamanho: compacto de mesa;

Forma principal: cilíndrico;

Acionamento do dispositivo: mecânico;

Materiais: metal + plástico;

Tratamentos aplicados: escovado + acetinado;

Cores: neutras + vivas;

Pintura: metálica + fosca;

Indicação de funcionamento: ícone luminoso;

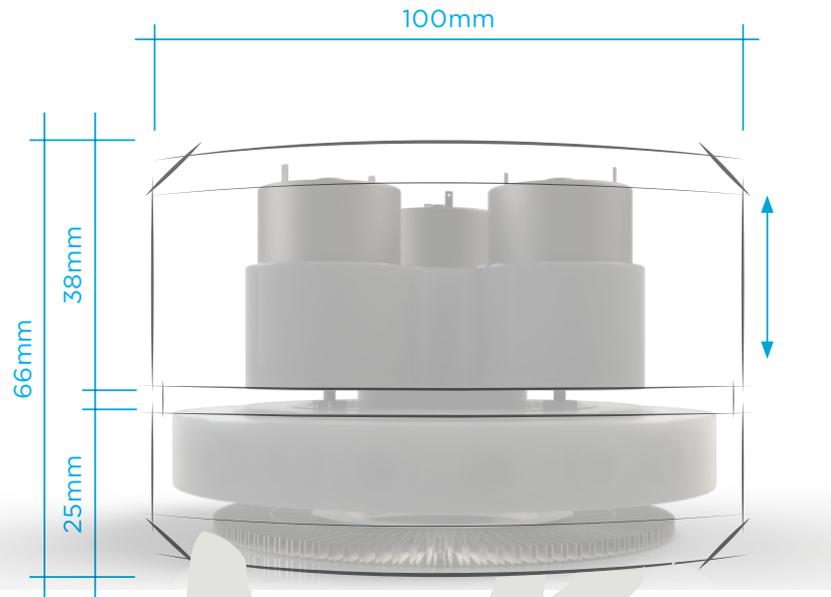
Interação com usuário: botão;

Tipo de conexão disponibilizado: cabeado;

Baseando-se ainda nos componentes, especialmente nos dínamos que tem dimensões restritivas totalmente definidas, já pude orientar uma montagem das peças, construindo a carcaça do produto de acordo com os parâmetros definidos.

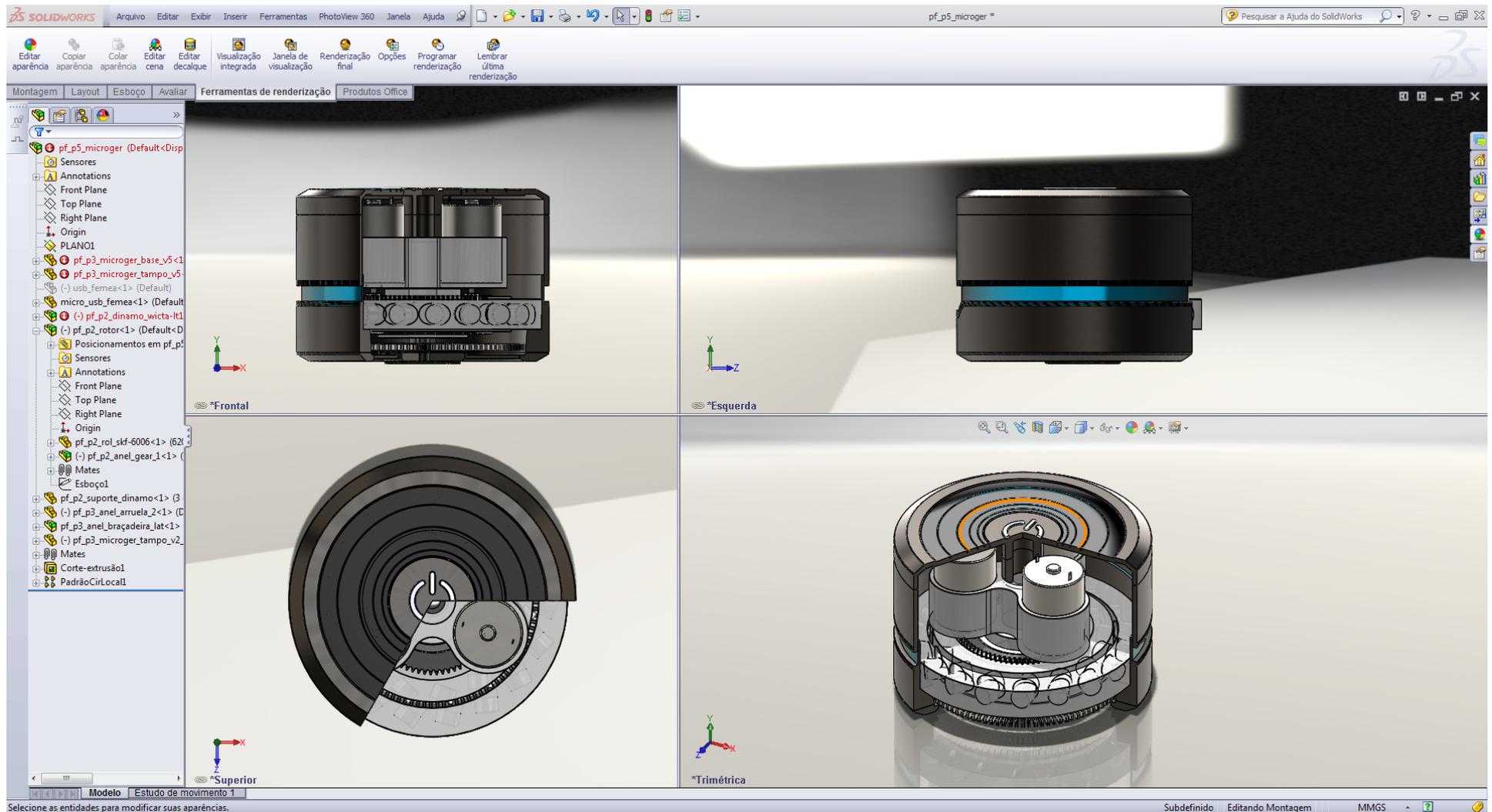
Temos então um objeto pouco maior que a palma da mão. Claramente definido com uma base orientando o curso da parte superior.

Uma vez definido que o objeto seguiria uma linha elementar, tornou-se necessário a aplicação de conceitos de proporcionalidades formais como: razão áurea,



Modelagem Virtual

Com o objetivo de facilitar o processo de criação e construção do produto, foi utilizado o programa 'SolidWorks'. Nele existe uma extensa série de recursos para o design de produto, desde ferramentas para renderings avançados até aquelas de fazem simulações de aplicação estresse no produto ou determinado material.



Fase 1



Fase 2



Fase 3



Fase 4



Fase 5



Fase 6



O programa permite fazermos esboços e testes de renderings rápidos mais detalhados com estudo de volumetria das formas e testes de acabamentos. Evidencia-se, neste ponto que a forma a ser seguida é de fato o cilindro.

Nota-se também a evolução do produto, separados por fases de projeto, percebemos que as características originais se mantêm existindo algumas pequenas alterações.

Mockups

Nesta etapa, após dimensionar e comprovar as formas básicas desejadas em modelos tridimensionais de computação gráfica, foram construídos modelos físicos de baixa definição para testes e aferição de aspectos volumétricos reais. Utilizando sobras de materiais como isopor e canos de pvc usados, moldados com uma fresa portátil(Dremel).



Definição (Apresentação 3/4)

No final da terceira apresentação para a banca de orientadores, foi mostrada a seguinte opção. A partir da evolução natural do projeto, constando as já definidas partes superior e base com os mesmos acabamentos em pintura metálica negra, escovada, e detalhe em azul esverdeado metálico.



Alumínio anodizado + combinação de acabamento fosco e escovada.



Ligado

Diferença entre alturas comunica a troca de estados entre ligado e desligado



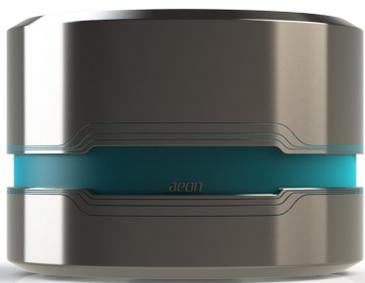
Desligado



Redefinição

Apesar do feedback oriundo dos orientadores, após a apresentação de outubro, questionar a validade da utilização da forma cilíndrica, como muito simplória. E também a falta de 'personalidade' do produto, houve uma readequação visando modificar os pontos pertinentes levantados.

Contudo, resolvi manter a forma básica do produto. Constatando ser do cilindro, a forma ideal que se adequa naturalmente à principal característica do gerador, o movimento de rotação. Tendo sido feitas somente algumas alterações na área de identidade do produto e no topo. Onde foram colocados frisos e ranhuras de maneira a remeter às linhas magnéticas. Fortalecendo a identidade e personalidade do produto.

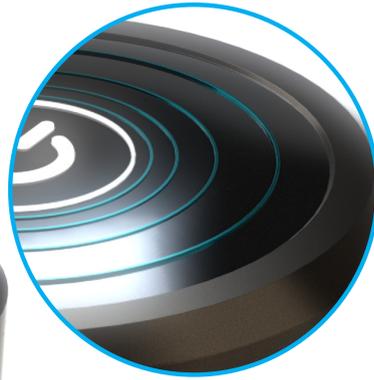


DETALHAMENTO

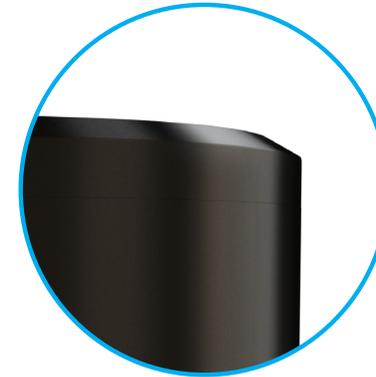
Nesta sessão veremos a finalização do projeto a partir da definição apresentada anteriormente. Desde de detalhamento do produto até a análise morfológica, passando por prototipagem e testes de design.

Detalhamento

Definida a forma geral do produto, foi iniciado o processo de detalhamento do mesmo. Cuidados com: tipo de acabamento, tratamento, pintura, relevos, frisos, ressaltos, chanfros, bordas arredondadas, ranhuras, combinação entre superfícies. Tudo isso foi levado em consideração na hora de definir a forma final.



Os frisos com acabamento diferenciado e seguindo a razão de crescimento de Fibonacci, buscam remeter ao campo magnético, conferindo identidade original ao produto.



Acabamento do alumínio anodizado agrega valor e aumenta a resistência do produto às intempéries



A composição do logotipo busca remeter à interferência magnética nos materiais. O nome 'deforma' o produto.



O conector micro USB totalmente integrado a forma do produto.



A diferenciação de acabamentos no topo do objeto traz a atenção do usuário para a parte mais importante do objeto, onde encontra-se o ícone luminoso informando funcionamento e transmitindo modernidade.

Cores:



Alumínio anodizado
Bronze F013-01



Alumínio anodizado
Azul B026-02

*Tabela de cores de anodização da Alucor



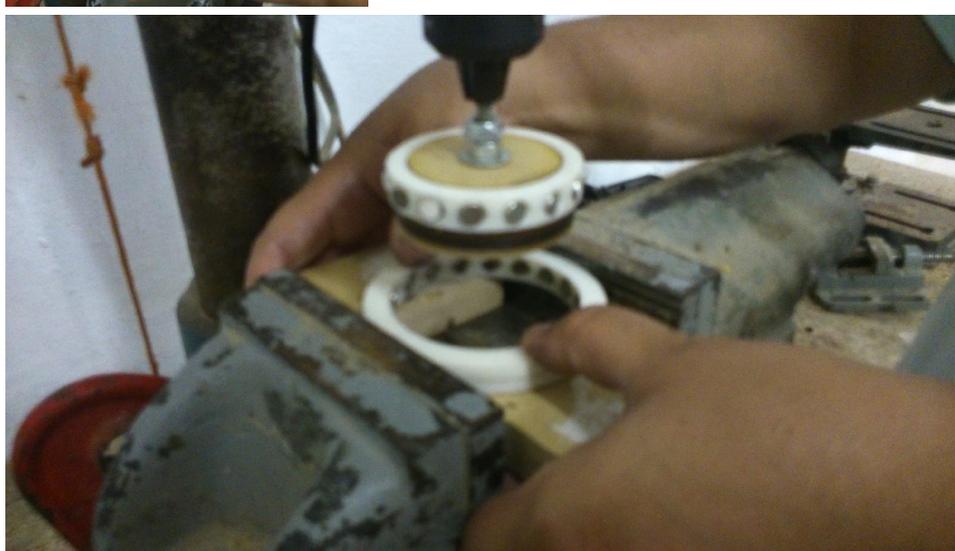
Aplicações

O microgerador Aeon foi idealizado para alimentar e suprir a necessidade energética de um notebook de alta capacidade. Mantendo este conectado independentemente de existir rede elétrica ou não ao seu alcance. Auxiliado é claro pelo sistema de baterias do portátil. Elevando esse conceito para o seu real significado, de que o aparelho pode ser utilizado rigorosamente em qualquer lugar a qualquer tempo. Contudo, o microgerador mostrou versatilidade ao também ser capaz de suprir o consumo de aparelho menores, como: tablets, smartphones e tocadores de música.



PRÉ-PRODUÇÃO/PRODUÇÃO

Nesta sessão encontram-se os parâmetros para produzir o microgerador com materiais e processos industriais adequados.



Testes

Com o objetivo de uma primeira verificação de funcionamento da tecnologia proposta, foram efetuados alguns testes com os conjuntos de estator e rotor.

Logicamente, o motor não funcionou com o primeiro teste. E, infelizmente, não houve tempo hábil para poder modificar e testar mais vezes antes da entrega deste relatório. O principal problema identificado neste teste foram as tolerâncias, inexistentes. Sem folga necessária o conjunto se anulava por atrito.

Fora isso existe ainda a possibilidade de ser necessário agregar 'escudos magnéticos' aos imãs tanto no estator quanto no rotor.



Materiais/Processos Produtivos

Alumínio: Estampagem

Devido às especificidades das carcaças do microgerador, optou-se por fabricá-las pelo processo de estampagem.

A estamparia de metais é o processo no qual chapas planas de metal são precisamente moldadas em uma prensa de estampagem. Materiais mais comumente utilizados no processo de estampagem de metal incluem o aço, alumínio, zinco e uma série de ligas metálicas. Os métodos de estampagem de metal produzem grandes volumes de produtos e peças com precisão uniforme em alta velocidade e baixo custo. As prensas de estampagem de metal são capazes de produzir peças bidimensionais e tridimensionais, com base em técnicas de estampagem, corte e conformação.

Nylon: Usinagem CNC

Como as peças internas precisam ser leves e resistentes, o ideal seria produzi-las em plástico de alta resistência, ou seja, nylon. O processo de usinagem, assim como a própria fresa cnc, consiste de um rotor com cabeça desbastadora, a broca. Ao girar, a broca consegue ir retirando material da superfície ou área desejada.

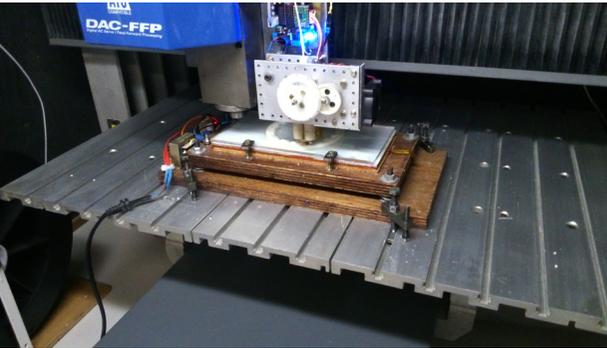
Prototipagem

Com tudo organizado, modelado e pronto para mandar às máquinas, é chegada a hora da parte prática do projeto, colocar a mão na massa para testar e construir o protótipo funcional e o modelo para teste de design.

A oficina da Escola foi de fundamental importância, e ainda mais importante foi o Prof. Reiszal com suas orientações práticas e esclarecedoras.

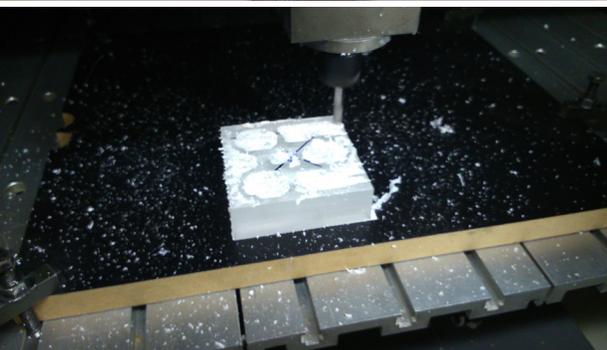
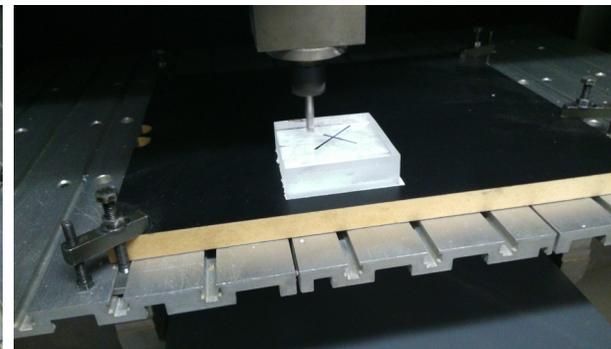
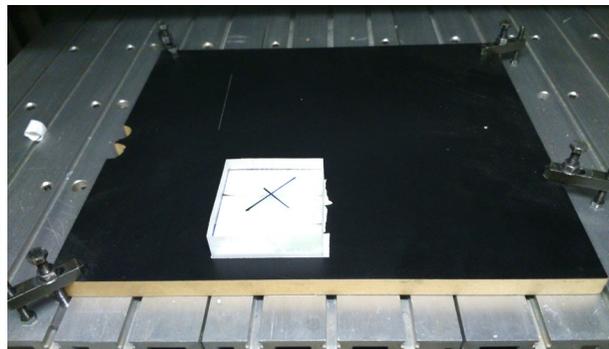
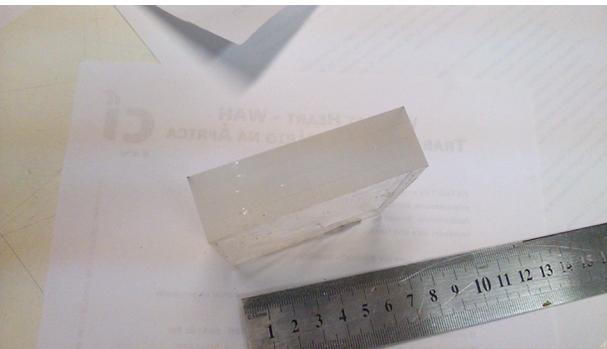
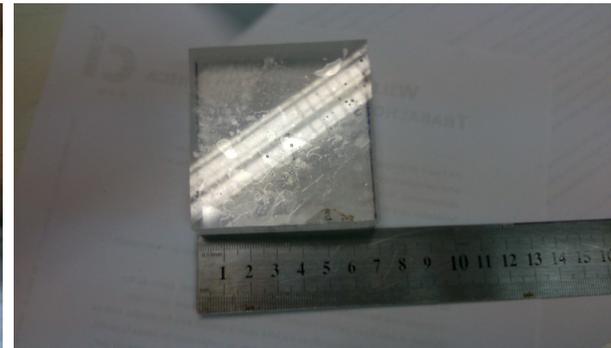
A primeira etapa foi imprimir os anéis do estator na impressora 3d adaptada pelo Prof. na fresa CNC. A impressora, apesar de ainda cometer alguns erros normais, obteve excelente desempenho e acabamento das peças. Surpreendente foi a qualidade das propriedades mecânicas apresentadas pelo material impresso(ABS). A peça foi seccionada para poder imprimir corretamente as geometrias 'negativas'. As duas peças impressas levaram em torno de 1h cada impressão.

Como a máquina apresentou um pequeno problema de superaquecimento, optamos por começar as fresagens, uma vez que ambas as máquinas atuam no mesmo maquinário - a impressora é adaptada no braço de corte da fresa cnc, necessitando de montagem especial para funcionar.

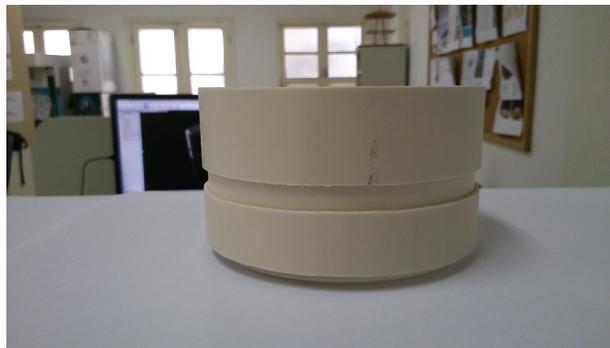
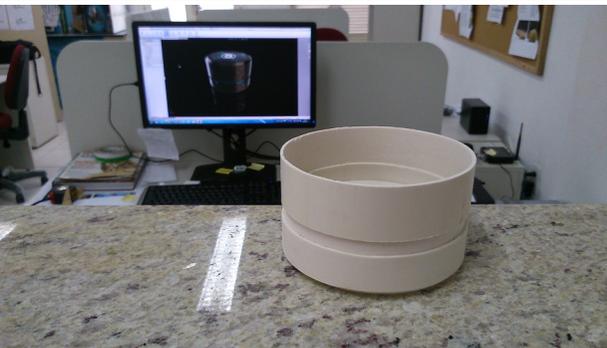
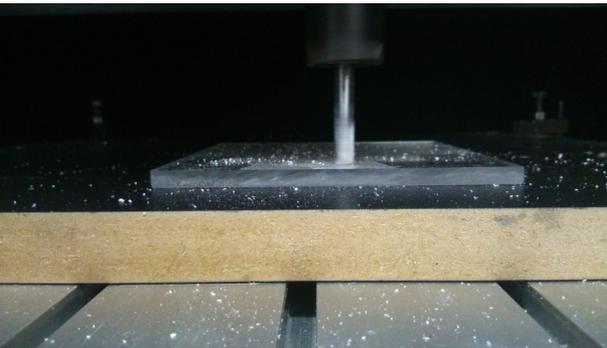


Preparação do material a ser fresado, no caso, chapas de acrílico 5mm 'sandwichadas', se preciso, até alcançarem a espessura ideal para a fresagem.

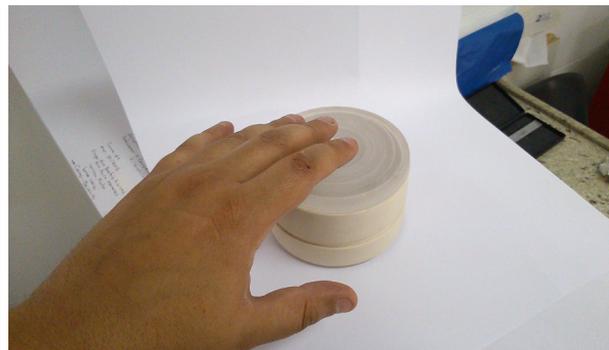
As peças a serem fresadas eram: suporte de dínamos, topo do modelo e fundo do modelo. Após preparado e cortado do tamanho exato, em busca de otimizar o tempo, o bloco de acrílico foi para a fresagem. Esta etapa durou cerca de 8h, sendo as 3 primeiras horas de fresagem grosseira com diâmetro de broca maior, 6mm, e as demais 5h de fresagem de acabamento, com broca mais fina, 2mm.



As demais paredes dos tubos, foram feitas em PVC, já que pela especificação de projeto o diâmetro do gerador teria 100mm, havendo tubos de encanamento em PVC já existente com essa mesma especificação. Essa tomada de decisão orientada pelo Prof. Reiszal possibilitou além de um excelente acabamento, ótima resistência ao modelo construído.



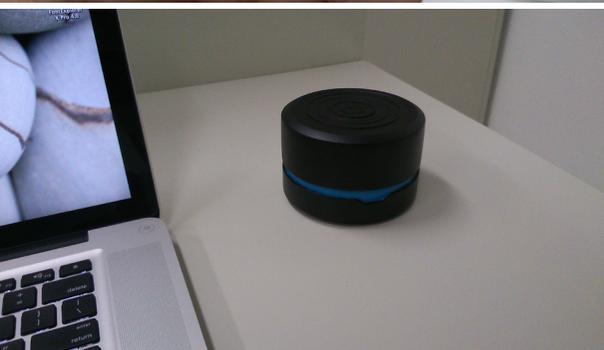
Após construído e estruturado, era hora de dar acabamento ao modelo, começando a etapa da combinação: lixa - Primer - massa - pintura.



Ainda na etapa de pintura, conferindo o acabamento entre as duas partes de cores diferentes. Como havia essa problemática, por vezes, foi necessário mascarar as partes que não levariam a pintura da vez.



Finalizando o modelo com pintura fosca na cor preta, e detalhe em azul brilho. Foi instalado o dispositivo de curso duplo para simular o funcionamento do aparelho.



Análise Ergonômica

Em um projeto de produto, torna-se crucial entender o usuário e em quais contextos o aparelho poderá ser utilizado. Com base nisso, priorizou-se o desenvolvimento do produto que apresentasse uma funcionalidade clara, em que a pessoa se sentisse confortável em usá-lo sem precisar se esforçar muito para isso.

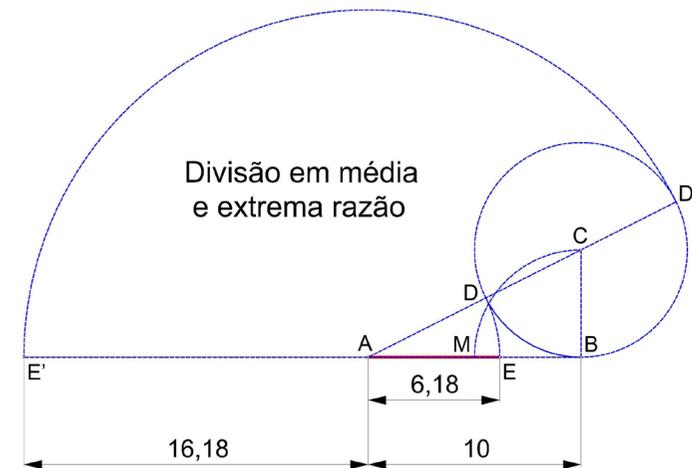
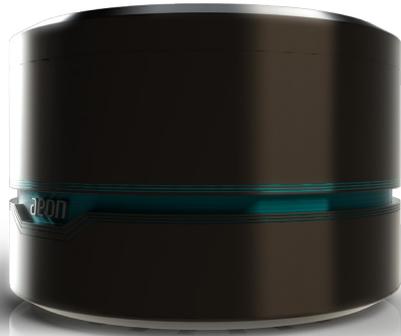
Assim, surgem os questionamentos quanto aos parâmetros que serão empregados nos produtos: são leves? Como é acionado? Possuem uma textura adequada ao tato (não vai escorregar ou incomodar a pele)? Quando o aparelho for locomovido, o material oferecerá resistência a batidas e variações ambientais?

Estas perguntas assim que respondidas servem como parâmetros para realizar um produto bem conceituado em termos de ergonomia.



Análise Morfológica

Definida a forma final do produto, foi iniciado o processo de detalhamento do mesmo. Cuidados ao definir os processos industriais ideais para o tipo de produção das peças, refletem diretamente na estética do produto e acabam orientando decisões que aparentemente seriam subjetivas e superficiais. A seguir, veremos uma análise da construção formal do objeto, quais conceitos utilizados para uma solução que consegue aliar o elegante, o resistente e o arrojado em um mesmo produto. Muito devido à escolha e manutenção da mesma.



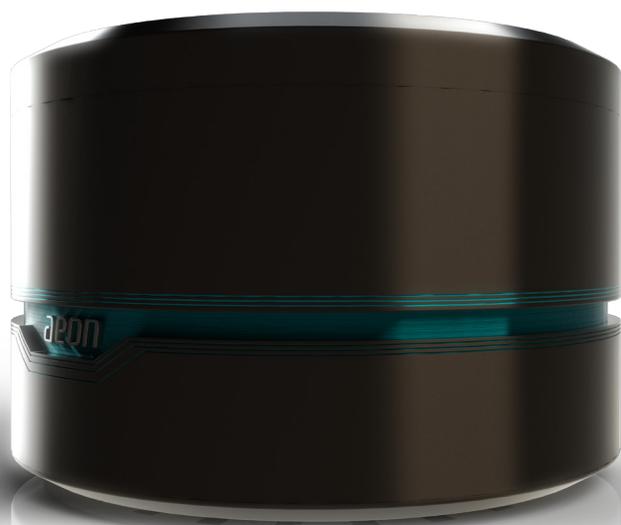
$$10 \cdot 0,618 = 6,18$$

$$10 \cdot 1,618 = 16,18$$

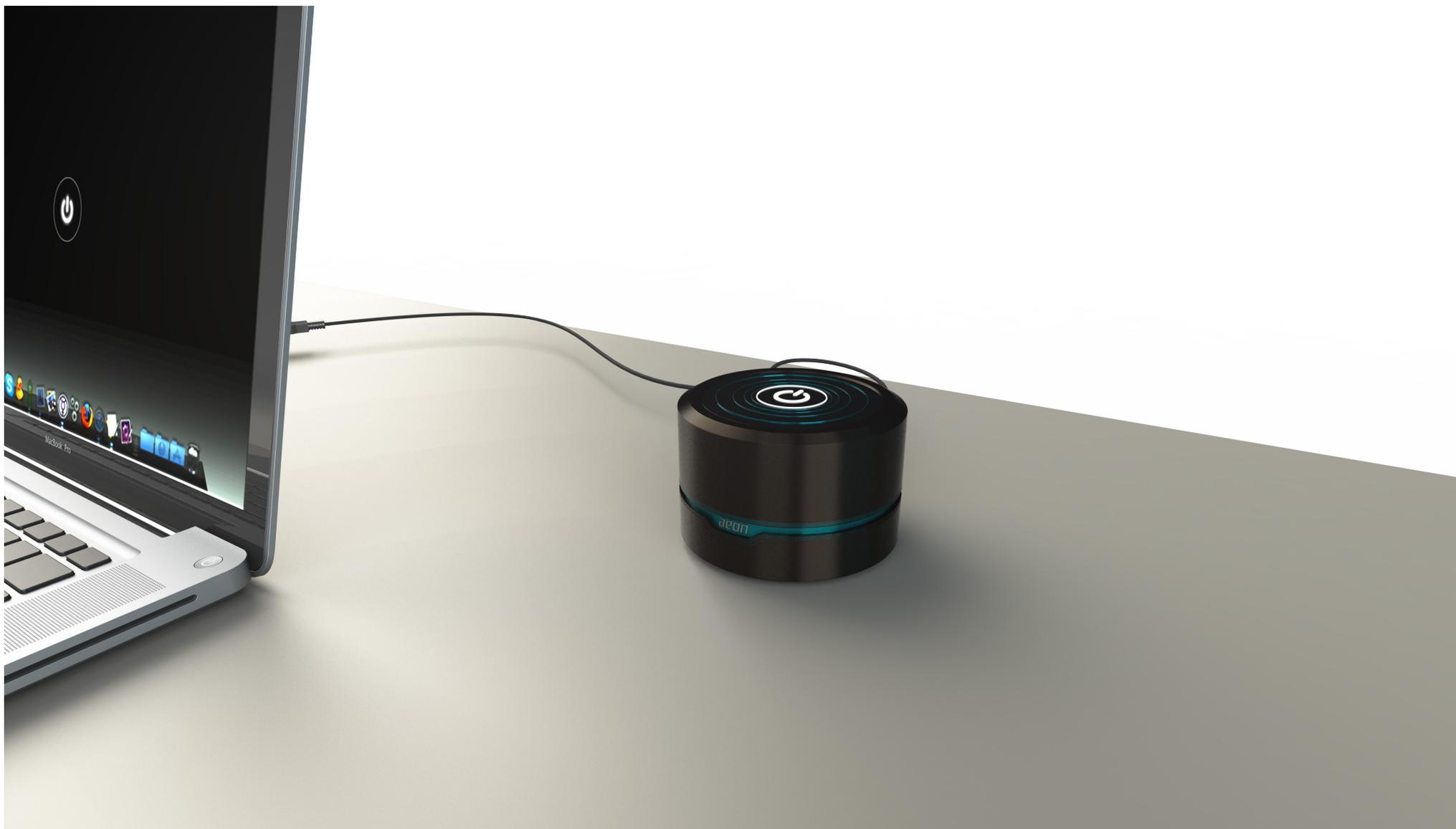
Renderings

Consta nesta etapa a reprodução digital mais verossímil possível do que se deseja como produto.









CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após 8 meses, tal qual a gestação de uma criança, com o perdão do trocadilho infame... Deu-se a luz! Enfim, o projeto está sendo concluído na sua etapa acadêmica.

Nesse tempo, todo o projeto manteve-se imbuído na investigação de novos meios de se obter energia limpa e extremamente barata. E encontrou. Mesmo que não tenha sido validado pela comunidade científica ainda, a tecnologia criada pelo Sr. Muammer YILDIZ se mostrou muito promissora. A tecnologia de motor 'todo-magnético' constitui sim, uma possibilidade de obtermos, um dia, energia gratuitamente de maneira eficiente, limpa e principalmente portátil.

E é pensando nesse futuro que o projeto de microgerador AEON se estabelece como vanguardista. Atacando duas situações caóticas que se mostram inevitáveis - a crise energética inflamada pelo consumo compulsivo de eletrônicos - quebrando os paradigmas preestabelecidos do consumo de energia.

Apesar de não ter conseguido fazer o protótipo funcionar nos testes realizados, não me sinto tão frustrado, pelo contrário, com as novas notícias encontradas sobre os motores 'todo-magnéticos' percebi que estou pairando sobre um campo com muitos frutos a serem descobertos ainda, e isso só será possibilitado pela constante investigação de novas técnicas e métodos, além logicamente de muito trabalho. O Sr. Yildiz levou pouco mais de três décadas para fazer seu motor funcionar. Fico mais que animado em ter desenvolvido um conceito de produto simples, eficaz, elegante e robusto. Acima de tudo é pertinente ao tema proposto, apesar de acreditar cada vez mais que essa utopia energética se tornará realidade em breve.

BIBLIOGRAFIA

LOVELOCK, James. a vingança de Gaia. Intrínseca: Ivo Korytowsky, Rio de Janeiro: 2006.

LOVELOCK, James. Gaia: alerta final. Intrínseca: Vera de Paula Assis, Jesus de Paula Assis, Rio de Janeiro: 2006.

LAUGHTON, Michael. Power to the People. Londres: Institute of Physics Publishing, 2005.

RAYNER, Joel. Basic Engineering Thermodynamics. Harlow, Essex: Longman, 1996.

MORUS, Thomas. Utopia. eBooksBrasil: Ridendo, 2001.

Referências

<http://www.yankodesign.com/2011/02/01/spring-gear-motor-energy/>

<http://www.notebookcheck.net/Review-Sony-Vaio-SV-F15A1S2ES-Notebook.96441.0.html>

http://peswiki.com/index.php/Directory:Muammer_Yildiz_Magnet_Motor

<http://www.youtube.com/watch?v=mI3227d5Ccs>

<http://www.youtube.com/watch?v=CDpKqdcDDrQ>

<http://www.bsmhturk.com/>

<http://scienceworld.wolfram.com>

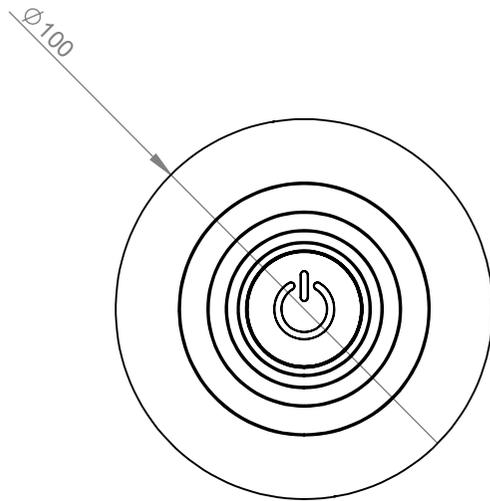
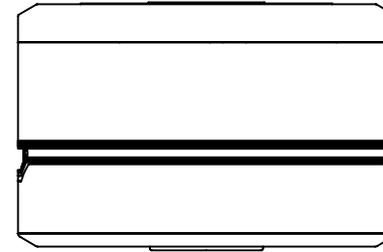
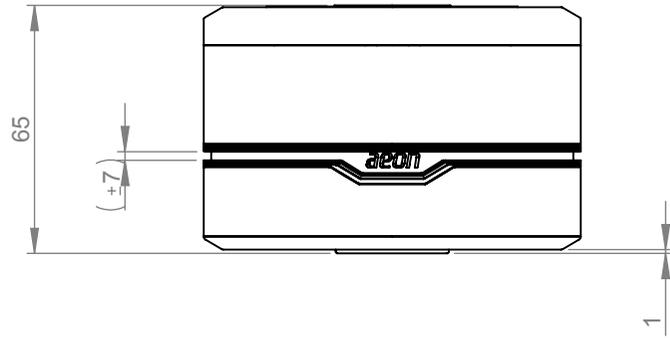
<http://pesn.com/>

<http://www.pewenvironment.org/uploadedFiles/PEG/Publications/Report/G-20Report-LOWRes-FINAL.pdf>

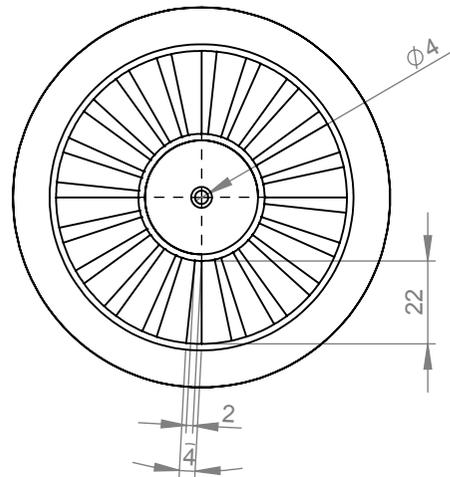
Stirling Engine Design Manual. William R. Martini. Editora University Press of the Pacific, 2004.

ANEXO II: DESENHOS TÉCNICOS

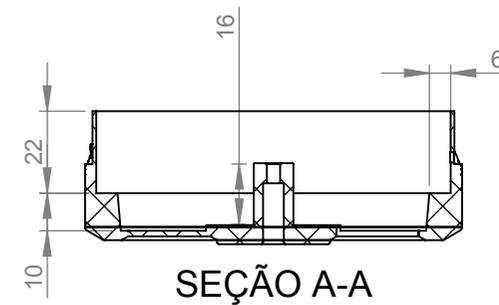
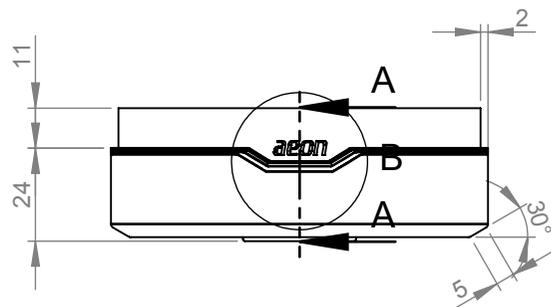
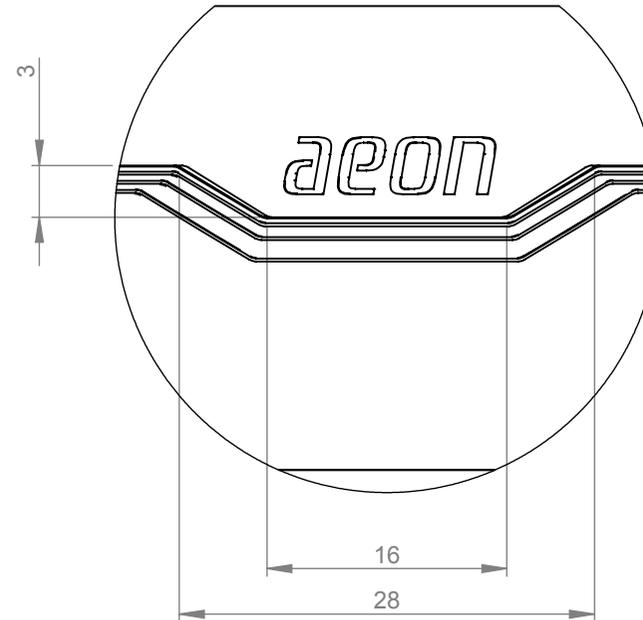
AEON - Montado



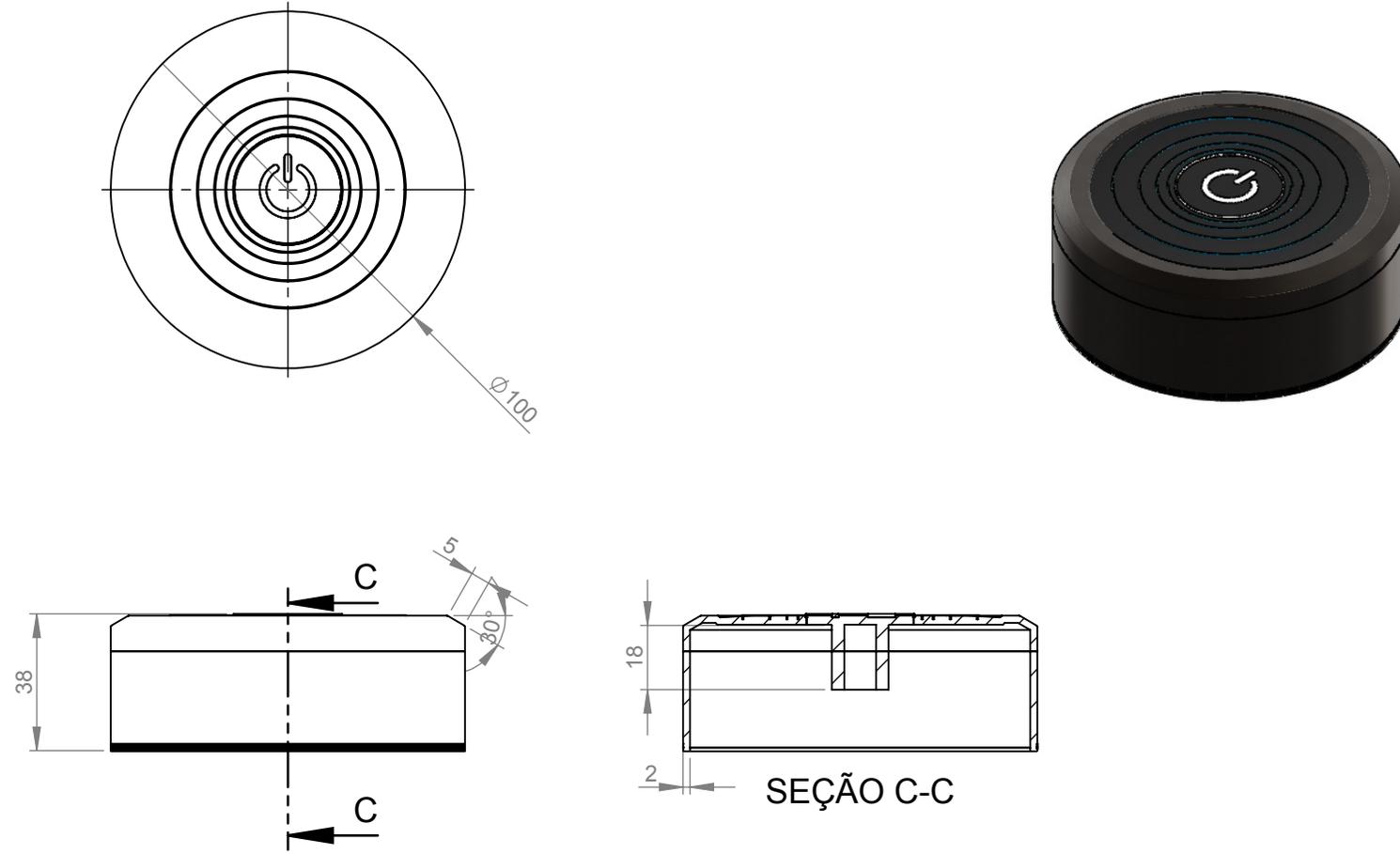
AEON - Base



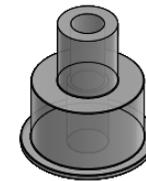
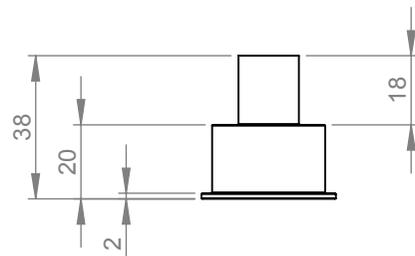
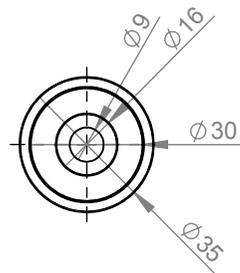
DETALHE B
ESCALA 2 : 1



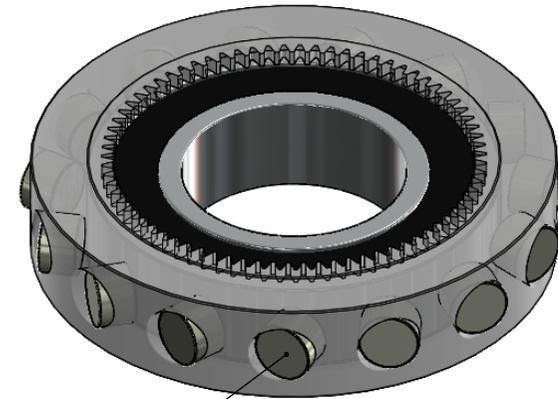
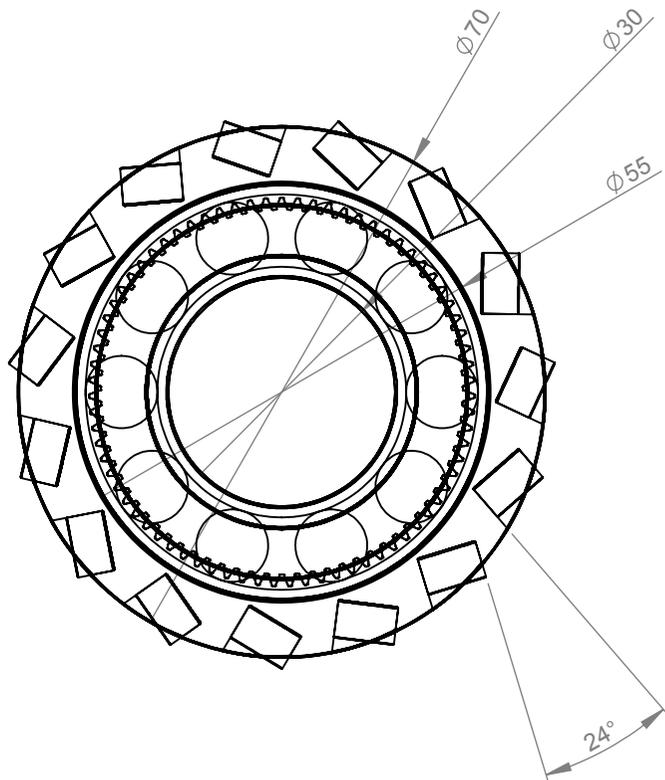
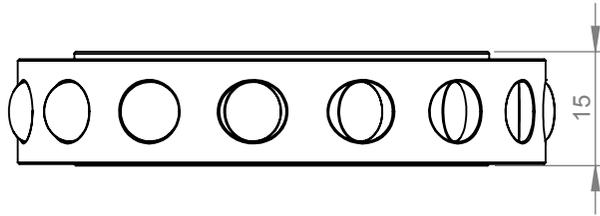
AEON - Tampo



AEON - Pino castelo

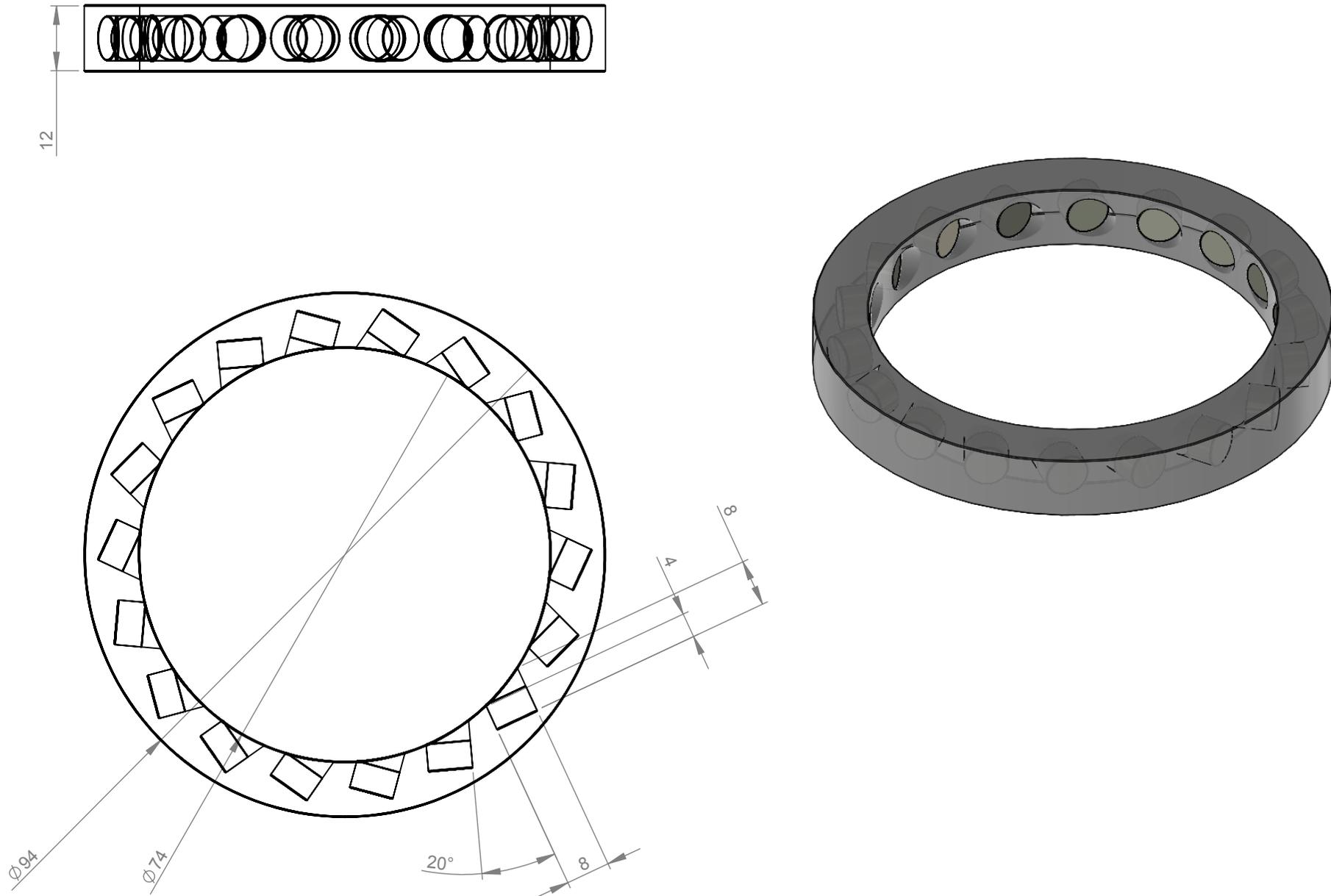


AEON - Rotor

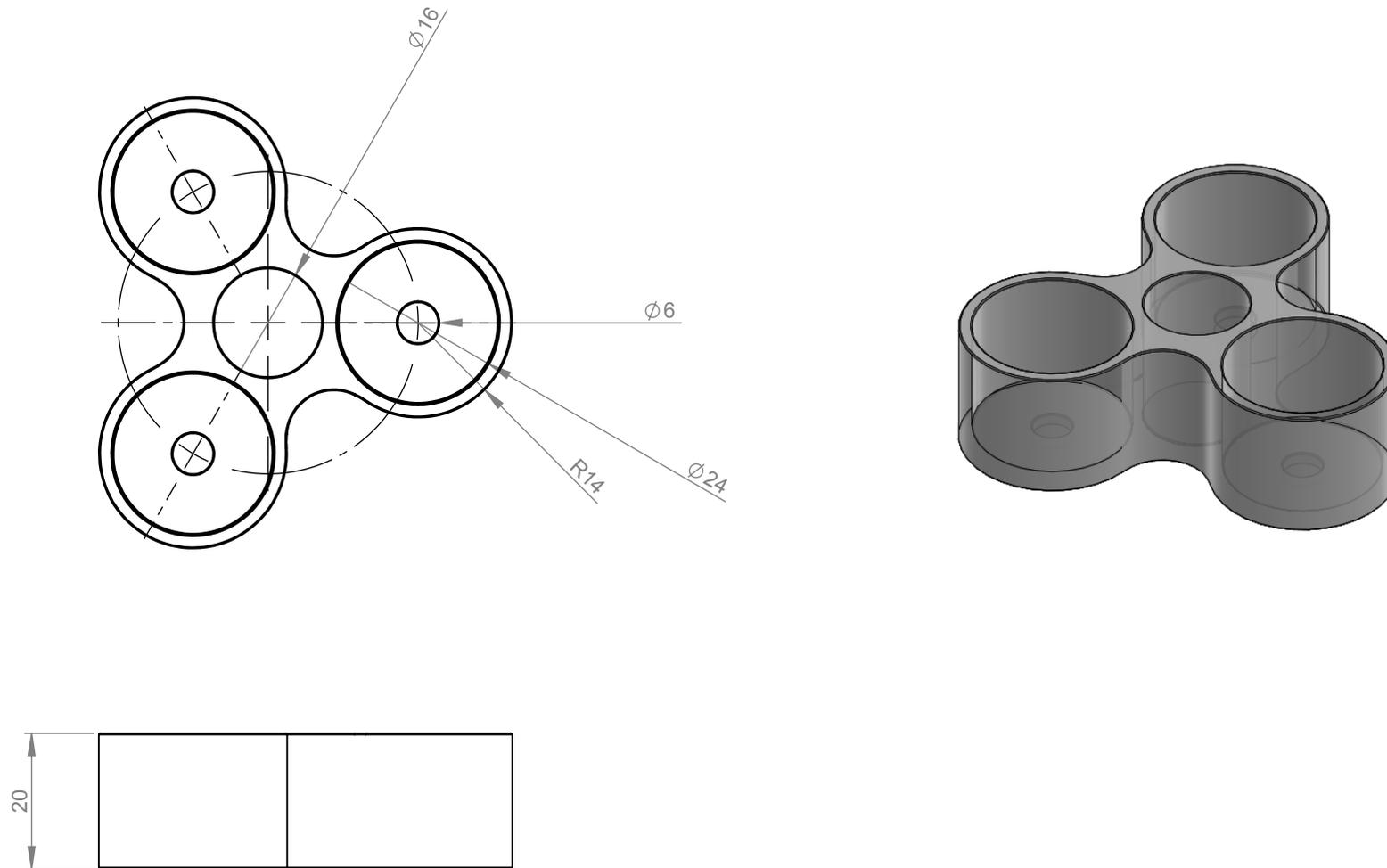


ímãs de neodímio

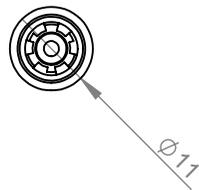
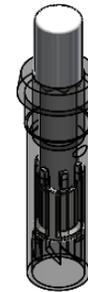
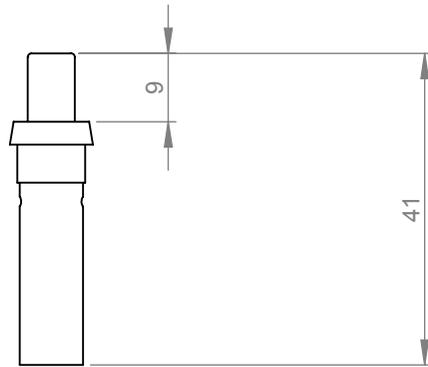
AEON - Estator



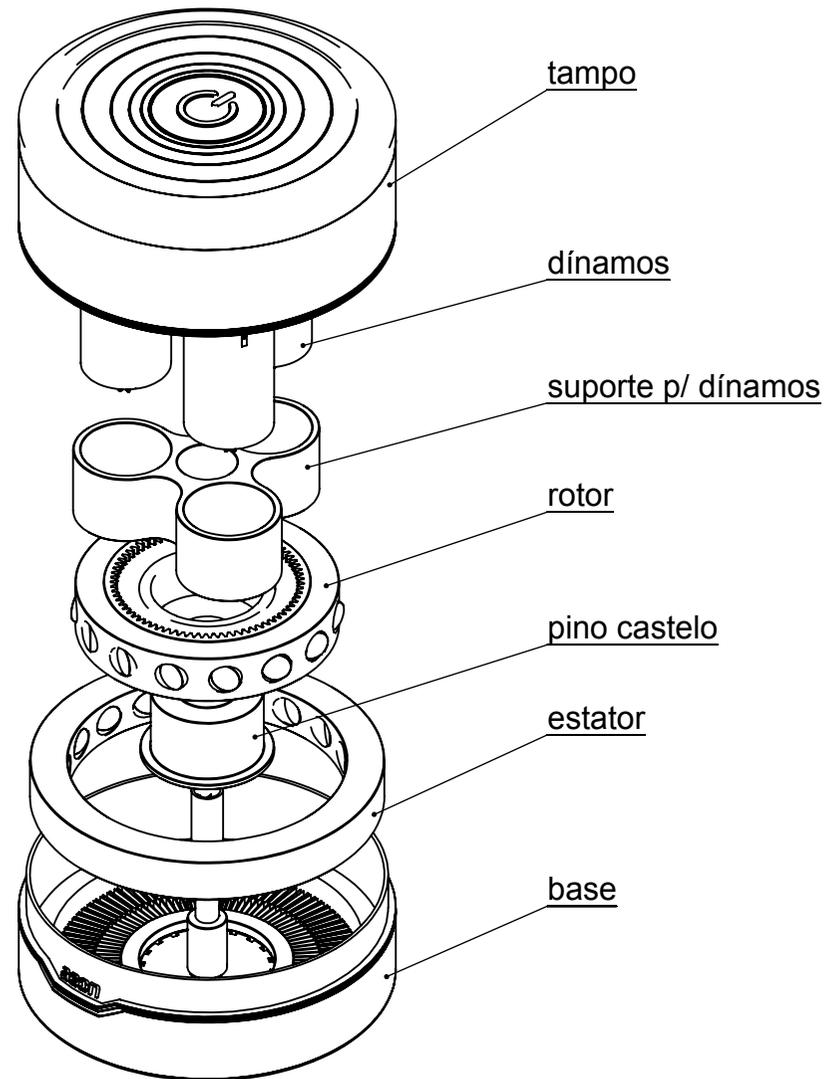
AEON - Suporte pra dínamo



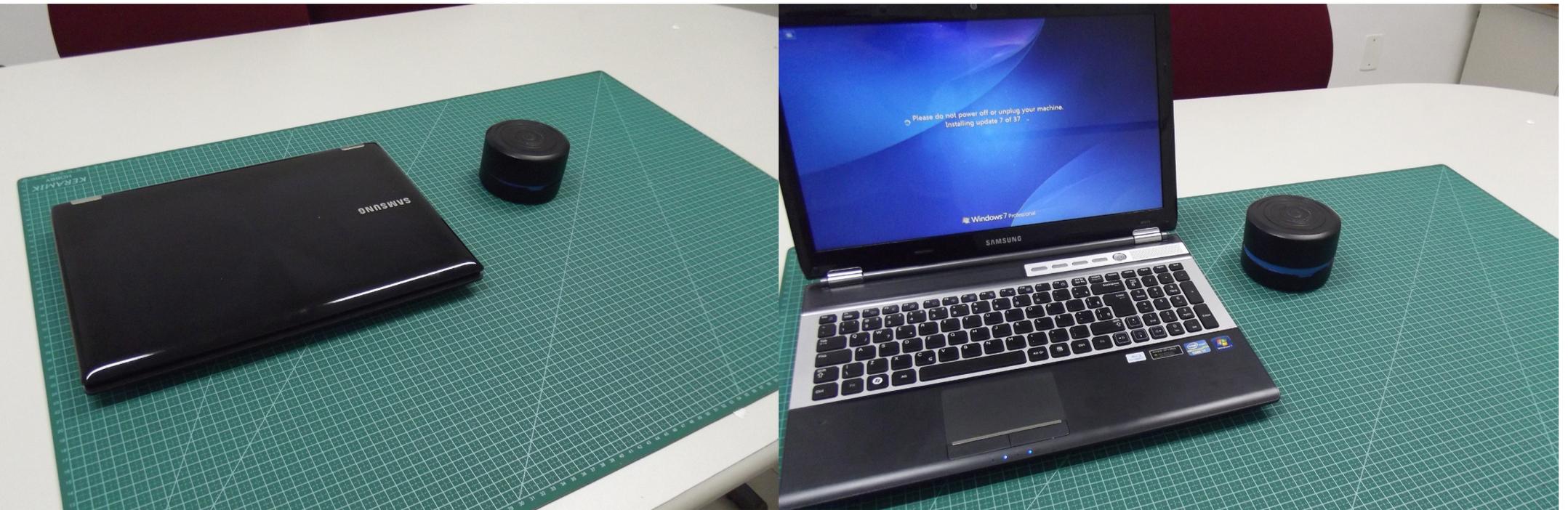
AEON - Engrenagem de curso duplo



AEON - Vista explodida



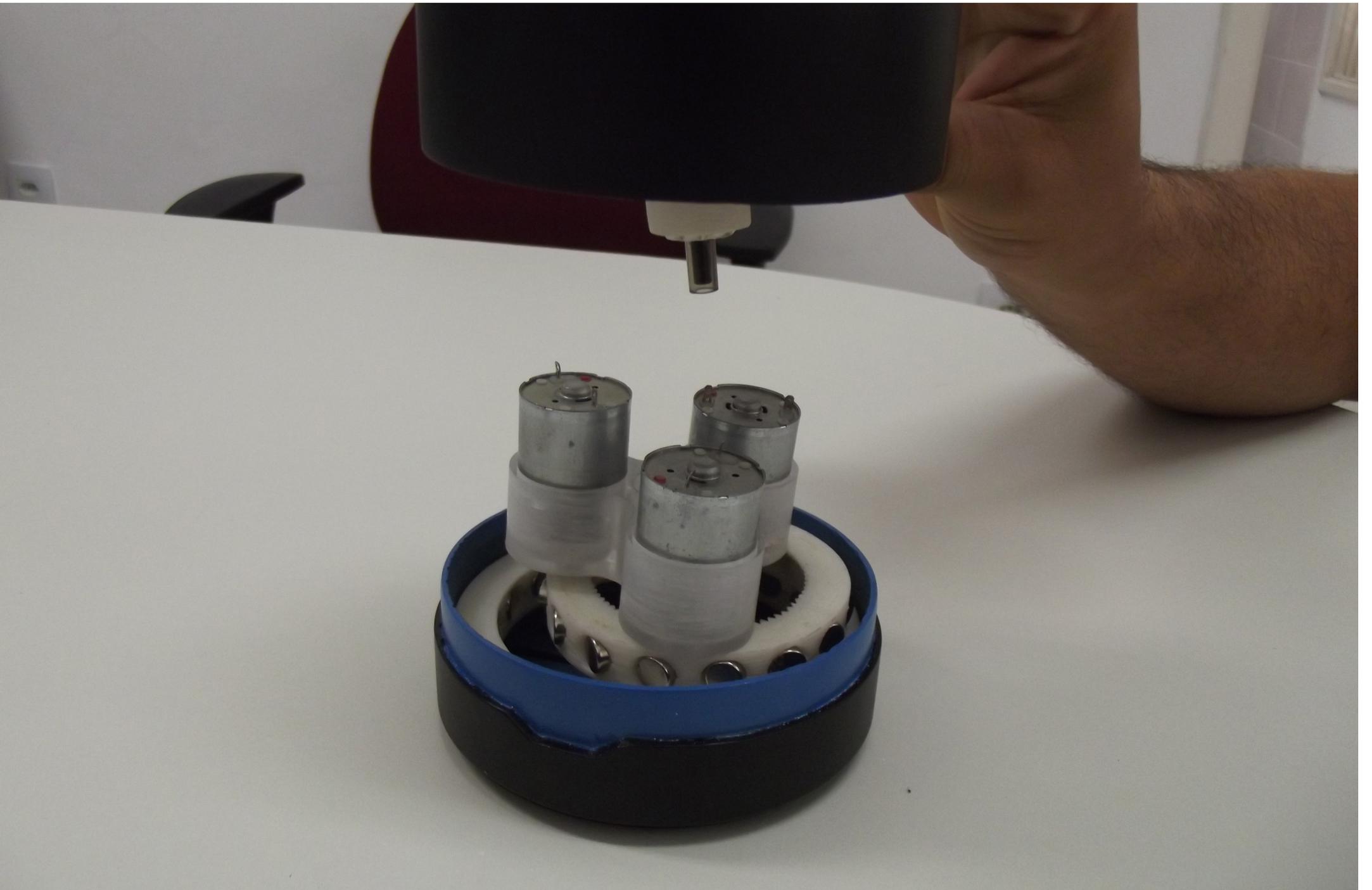
ANEXO III: DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

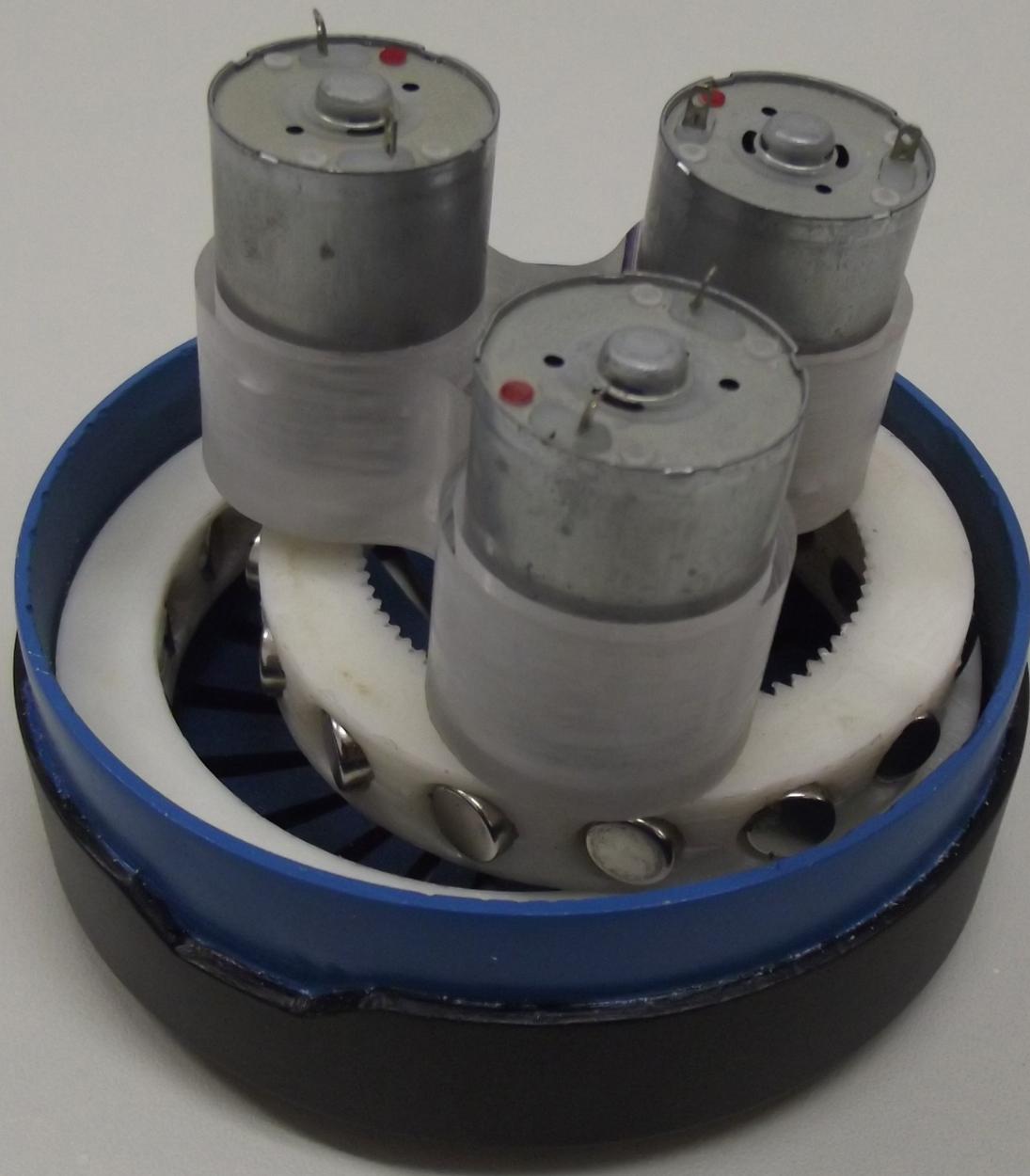












ANEXO IV: DVD