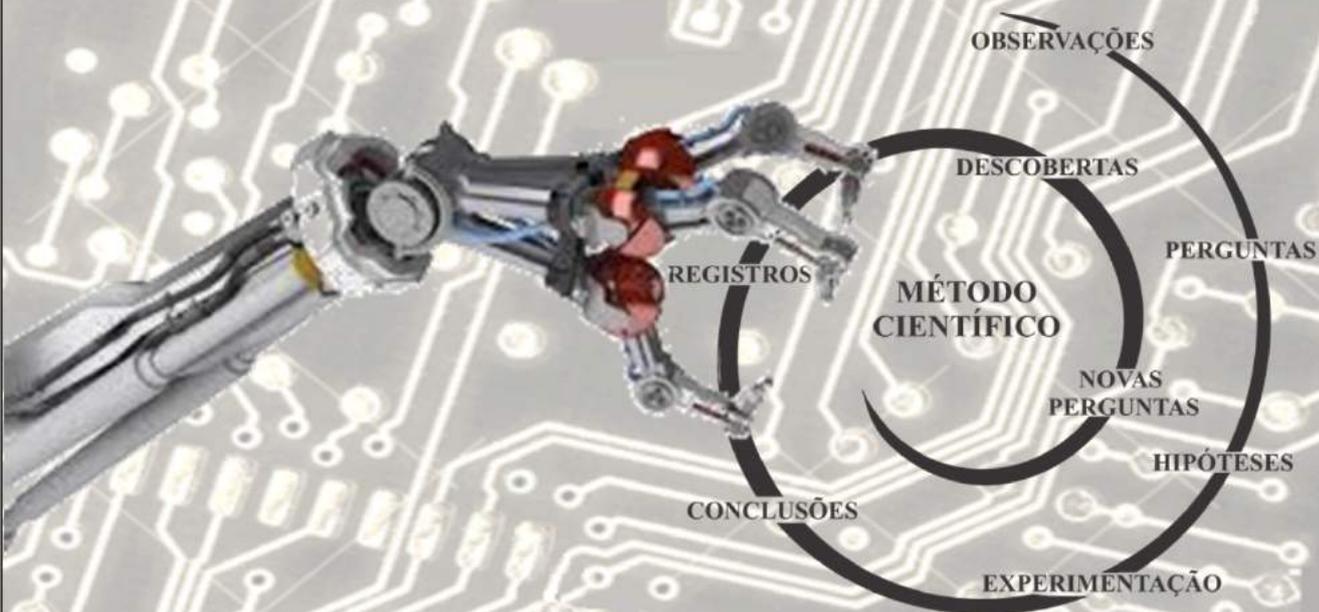




Autômato

Semana de IC



PEI Poli-USP
MECATRÔNICA

PREFÁCIO

"Research consists in seeing what everyone else has seen, but thinking what no one else has thought"

Albert Szent-Gyorgyi

Assim, é no espírito da "quote" do fisiologista húngaro vencedor do prêmio Nobel em 1937 que o PET Automação e Sistemas (Mecatrônica) tem o prazer de vos apresentar a XII edição da sua Revista Autômato, sendo a 3ª e última para 2015.

Como fica sugerido com a citação, nessa tiragem será dado um enfoque especial à Pesquisa, que possui um papel fundamental na vida acadêmica do universitário, tanto por ser um dos três pilares básico (Pesquisa, Ensino e Extensão) que sustentam a Universidade, e conseqüentemente toda a ideologia por trás do PET; quanto porque, como diz Szent-Gyorgyi, é preciso haver uma expansão de horizontes para que a Pesquisa seja prolífica, uma quebra de paradigmas e a não aceitação do que é dado como verdade absoluta.

É nesse sentido que trazemos textos sobre projetos do nosso PET que buscam tornar a Pesquisa mais acessível: à graduação, no caso da Semana de IC (que nomeia essa edição), onde os professores do Departamento de Mecatrônica e Sistemas Mecânicos (PMR) são convidados a apresentar suas linhas de pesquisa aos graduandos, especialmente para primeiro e segundo anistas, que, em geral, possuem conhecimentos parcos sobre sua habilitação (ainda estão no ciclo básico) e portanto tem um menor contato com os professores; e aos alunos do ensino médio, no caso do Pré IC, onde esses estudantes tem um primeiro contato com a Universidade e uma noção do que seria fazer uma Pesquisa Científica.

Além disso, contamos com uma breve explanação sobre uma das linhas de pesquisa desenvolvida por petianos, essa em especial, tendo como orientador o nosso

tutor no PET, o Prof. Dr. Diolino José dos Santos Filho, trata-se de uma das vertentes da Biomecatrônica pesquisada pelo departamento, que tem como enfoque Dispositivos de Assistência Ventricular (DAVs).

Na seção de tecnologia apresentamos um texto sobre um software, o LTSpice, dedicado à montagem e à simulação de Circuitos Elétricos e Eletrônicos, que tem grande importância para a Engenharia Mecatrônica, dado que a Eletrônica é uma das bases da Mecatrônica.

E, trazendo um pouco de cultura à edição, incluímos uma breve, porém interessante viagem no tempo pelo mundo dos instrumentos musicais, e analisamos como a engenharia esteve presente nessa evolução e na descoberta de novas possibilidades para esse rico universo.

Por fim, gostaria de agradecer pessoalmente a todos os leitores que honraram-me o trabalho da edição nessas três publicações, dado que assim como essa é a última tiragem do ano, provavelmente (e infelizmente) será minha última como editor, portanto, a todos que acompanharam e prestigiaram alguma ou todas as edições desse ano de 2015, deixo o meu muito obrigado!

A todos uma ótima leitura!
Gustavo Alencar Bisinotto

AUTÔMATO

Novembro de 2015

Editor:

Gustavo Alencar Bisinotto

Redatores:

Caio Garcia Cancian
Daniel Leme de Marchi
Gustavo Alencar Bisinotto
Luis Felipe Gomes de Oliveira
Pietro Teruya Domingues
Tito Martini de Carvalho

Fotografia:

PET-Mecatrônica

Mandem seus textos para a revista:

petmecatronica@gmail.com

Impressão:

Gráfica da Escola Politécnica da USP

Tiragem:

250 exemplares

Os textos são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

SUMÁRIO

0⁶ A Semana de IC

0⁷ Dispositivos de Assitência Ventricular

0⁹ O Pré IC

1¹ LTspice: um modelo diferente

1³ Música & Engenharia

A SEMANA DE IC

Por Tito Martini de Carvalho

Primeiramente, é interessante introduzir de modo breve o que é Iniciação Científica (IC). Considerada uma modalidade de pesquisa acadêmica, seu objetivo é iniciar alunos de graduação, que em geral ainda não possuem experiência com trabalhos científicos, na área de pesquisa. É uma oportunidade para estabelecer esse primeiro contato com a pesquisa científica. As atividades dos alunos devem ser acompanhadas por um professor orientador. Os projetos estão vinculados a algum órgão de fomento à pesquisa, como o CNPq ou a FAPESP. São oferecidas bolsas com valor fixado pela instituição de incentivo.

Por conta da proposta do PET ser bastante ampla, talvez não fique claro para todos, mas nós também fazemos pesquisa. O PET entende a pesquisa como um dos pilares (em conjunto com ensino e extensão) para a construção do conhecimento. A pesquisa é um dos meios para atingir esse fim. Um exemplo de projeto que contou com a participação de petianos foi no ano passado (2014) em conjunto com o Departamento de Mecatrônica e Sistemas Mecânicos (PMR) e com a Petrobras. O projeto consistiu em propor um método de detecção e mitigação de vazamentos em processos de offloading. Atualmente, temos petianos participando de um projeto de integração de sensores e atuadores inteligentes para o controle de Dispositivos de Assistência Ventricular (DAV) com professor Diolino, atual tutor do PET.

Por esse motivo, há uma preocupação de que, durante a graduação, o politécnico esteja envolvido em algum projeto de pesquisa e de que isso torne sua experiência na universidade mais enriquecedora.

A ideia é expandir os horizontes do estudante universitário e não se restringir apenas às aulas, sejam elas teóricas ou em laboratório.

Competências diferentes são exigidas durante o desenvolvimento de um estudo científico, pois o aluno deve saber lidar com problemas novos e que, portanto exigem soluções ainda não propostas, que podem necessitar de conhecimentos ainda não muito bem estabelecidos. Além disso, a familiarização com a escrita acadêmica, a participação de eventos onde os resultados de pesquisas são apresentados, assim como as demais atividades desenvolvidas durante a construção de um trabalho que exige maior rigor teórico são formas de familiarizar os estudantes com o ofício de ser pesquisador.

Como os alunos de graduação enfrentam certa dificuldade na hora de procurar uma IC por não conhecer os laboratórios e professores responsáveis pelas pesquisas, o PET propõe-se a realizar a Semana de IC. Trata-se de uma semana de palestras dadas por professores representantes de alguns dos laboratórios com o intuito de apresentar aos estudantes quais são as linhas de pesquisa do PMR, com as quais eles podem se envolver. Em 2015, a semana ocorrerá entre os dias 9 e 13 de novembro, com duas palestras ao dia, durante o horário de almoço, na sala MZ-01 ou no laboratório que o professor palestrante representa. Pretendemos estimular os alunos da graduação a se envolverem com atividades relacionadas à pesquisa e vemos nesse projeto a oportunidade de expandir o conceito da pesquisa na universidade, de modo que essa prática seja cada vez mais presente no meio dos alunos de graduação.

DISPOSITIVOS DE ASSISTÊNCIA VENTRICULAR

Por Caio Garcia Cancian e Luis Felipe Gomes de Oliveira

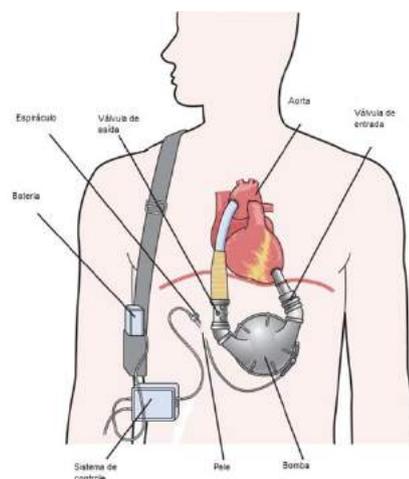
Muitos de nós podem pensar que Engenharia e Medicina são duas coisas bem distantes, sem nenhuma relação importante. Ledo engano, meu prestimoso leitor. Cada vez mais essas duas áreas tem sido articuladas, resultando em importantes avanços para melhorar a vida das pessoas. Nisso, a Engenharia Mecatrônica tem muito a colaborar e se você lembra das nossas últimas edições, já contamos para vocês um pouco sobre a famigerada Biomecatrônica e alguns dos trabalhos que têm sido feitos nessa área dentro da nossa estimada Escola Politécnica.

Hoje, em particular, queremos falar com vocês sobre mais um trabalho importante que está sendo desenvolvido pelo pessoal da Mecatrônica. Já imaginou se houvesse um equipamento que ajudasse o coração das pessoas com problemas cardíacos a funcionar melhor? Pois é, apresentamos-vos os DAVs, Dispositivos de Assistência Ventricular.

Os Dispositivos de Assistência Ventricular são bombas que substituem, parcialmente ou completamente, um ventrículo (lembra o que é isso?) debilitado em indivíduos que esperam por transplante de coração. Certos estudos apontam até que o uso destes dispositivos já possibilitou, em alguns casos, a plena recuperação dos pacientes tornando inclusive desnecessária a realização do transplante cardíaco posteriormente.

Existem vários tipos de DAVs, cada um é específico para um tipo de tratamento, que varia de acordo com o grau de

insuficiência cardíaca do paciente: alguns são usados por apenas alguns dias, outros são de uso mais prolongado. Os DAVs também podem ser implantáveis ou transcutâneos, ou seja, podem operar tanto dentro do corpo, quanto externamente. A imagem a seguir mostra o esquema desse último tipo de DAV. Atualmente, há até aparelhos que são desenvolvidos para uso pediátrico.



Esquema de um DAV

É importante entender que um DAV é diferente de um coração artificial. Sim, existem pessoas trabalhando para desenvolver corações artificiais, mas agora não vamos entrar em detalhes sobre isso. O DAV, ao contrário de um coração artificial, não é usado para substituir o coração doente e assumir todas as funções, mas, sim, auxiliar o funcionamento do órgão. Dessa forma, não é necessário remover o coração do paciente (ufa!).

"Certo", você pode estar se perguntando, "mas como exatamente a Escola Politécnica e a Mecatrônica entram nessa história toda?".

A resposta, na verdade, não é tão breve assim. A Escola tem um numeroso grupo de professores trabalhando juntos em um projeto temático da FAPESP, o órgão de fomento à pesquisa do estado de São Paulo, de longa data e que, na realidade, já está no início de sua segunda etapa. Além de pesquisadores da Poli, também estão envolvidas pessoas de outras faculdades de Engenharia e de algumas instituições de saúde, como o Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (IDPC) e o Hospital Sírio-Libanês.

Assim, nesse projeto temático, o objetivo é estudar todos os "problemas" envolvidos no desenvolvimento completo de um DAV: seu sistema de alimentação, os tipos de motores de devem ser utilizados, os mancais adequados, as rotinas de controle que devem ser implementadas; enfim, a lista poderia continuar por um bom tempo. Por isso, toda essa equipe multidisciplinar de pesquisadores está dividida em subprojetos, cada um voltado pra certo detalhe envolvido no desenvolvimento do DAV e com o objetivo de apresentar as melhores soluções.

De todos esses subprojetos, nós podemos falar melhor daquele em que estamos envolvidos. Uma das grandes dificuldades de dispositivos dessa natureza é que qualquer falha durante seu funcionamento pode ser catastrófica: no caso dos DAVs, é precisamente a vida de um usuário que está em jogo. Bom, então é só fazer um DAV que não falhe, certo? Errado! Infelizmente, não existem dispositivos a prova de falhas: carros falham, aviões falham, navios petroleiros falham e, gostando ou não, DAVs também falham! O que nos resta é minimizar tanto quanto possível esse fato.

A abordagem então é mais ou menos a seguinte: em primeiro lugar, tenta-se levantar todas as falhas esperadas em cada um dos elementos que constituem o DAV,

suas causas e consequências, e o que é possível fazer para evitá-las; depois, é preciso levar em conta que dificilmente todas as possíveis falhas serão elencadas e que, além disso, pode ser que ocorram as temidas falhas aleatórias; tendo todas essas informações, é preciso desenvolver um sistema de monitoramento e controle dessas falhas que seja capaz, inclusive, de perceber que há algo de errado com o dispositivo e possa, até mesmo, modificar o seu funcionamento (a velocidade do motor, por exemplo) para preservar vida do usuário. Para isso, são empregados, essencialmente, técnicas de análise de falhas, métodos estatísticos e, finalmente, conceitos da teoria de controle.

Para terminar esse panorama geral do desenvolvimento de DAVs no Brasil, é importante falar que o interesse em desenvolver um dispositivo nacional é cada vez maior. Atualmente, são utilizados nos pacientes daqui DAVs desenvolvidos nos Estados Unidos ou na Alemanha. O problema é o custo muito elevado, uma vez que, com as importações, os preços podem chegar a algumas centenas de milhares de reais (em comparação, um transplante completo de coração tem um custo na casa de dezenas de milhares). A perspectiva, então, é que haja um barateamento caso a tecnologia seja desenvolvida no nosso país e, evidentemente, o número de pacientes que poderão se beneficiar do uso de um DAV se tornará maior. Por isso, mais legal do que os benefícios acadêmicos que estudos desse tipo trazem a nossa Escola, são os benefícios que eles trazem para a sociedade como um todo.

O PRÉ IC

Por Gustavo Alencar Bisinotto

A descoberta do ambiente universitário é uma grande aventura para todos aqueles que, buscando por novos horizontes, tomam-na como objetivo, e como tal é repleta de idealizações, ilusões e algumas decepções. Imagine quantos de nós não se depararam fantasiando em nossos mais singelos devaneios como seria entrar numa universidade, ser universitário, viver rodeado pelas mentes pensantes da cidade ou do país, num verdadeiro antro de conhecimento.

Pois é, para a maior parte dos que presenteiam minhas palavras com a sua leitura, isso já é uma realidade. E já se deram conta de que muito do que fora outrora concebido não atendeu às expectativas, enquanto aquilo que podemos ter subestimado agora nos surpreende. De toda forma, diversas surpresas, por mais sutis que possam ser, estão reservadas àqueles que se lançam a esses caminhos desconhecidos.

Esse distanciamento entre a realidade universitária e o ensino médio é ainda mais evidente na rede pública de ensino, onde, além de os alunos não terem grandes noções sobre como seria fazer parte de uma universidade, muitos deles sequer anseiam por tomar esse rumo.

É nesse sentido que a Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade de São Paulo desenvolve o programa da Pré Iniciação Científica (Pré-IC). Com o objetivo geral de contribuir para o aprimoramento do ensino básico, oferecendo aos alunos do ensino médio, especialmente da rede pública, a oportunidade de vivenciar a Universidade, e despertando o interesse pela pesquisa

científica.

O programa é desenvolvido em diversas unidades da USP, tendo sua maior participação na área de exatas. Na Poli, o projeto é composto por 4 subdivisões (módulos), das quais 3 se relacionam com a Engenharia Civil, e 1 é referente à Engenharia Mecatrônica. Além disso, em complemento ao que discutido em cada módulo, acontece uma série de visitas aos museus da USP e também um ciclo de palestras sobre temas variados, sejam sobre questões mais teóricas, como: Metodologia Científica e Gestão do Conhecimento, sejam sobre questões mais práticas, como: a Engenharia em si e como se estrutura um Projeto de Engenharia.

É nos módulos que o PET Automação e Sistemas (Mecatrônica) apresenta seu papel mais atuante, cada um deles tem duração de seis semanas, totalizando 4 turmas diferentes por ano. Para cada uma dessas turmas, são apresentados assuntos relativos a cada engenharia, no caso do módulo Mecatrônica, pelo qual são responsáveis os petianos juntamente com o Prof. Dr. Diolino José dos Santos Filho, nosso tutor, são introduzidos às bases numéricas que melhor se adaptam aos assuntos seguintes, damos destaque ao sistema binário de numeração, em seguida aos conceitos de lógica de primeira ordem aplicada a sistemas artificiais controlados por eventos, além de noções sobre modelagem e estudo desses sistemas.

Baseados nos tópicos vistos em aula, os alunos são instigados a procurar informações diferenciadas com o evoluir do curso, para no fim proporem um projeto de sistema artificial para pesquisa,

entendimento, modelagem e simulação, seguido de uma apresentação, para todos os alunos, os respectivos coordenadores de suas escolas que participam do programa, mas também para os professores e patrocinadores que possibilitam a execução do projeto.

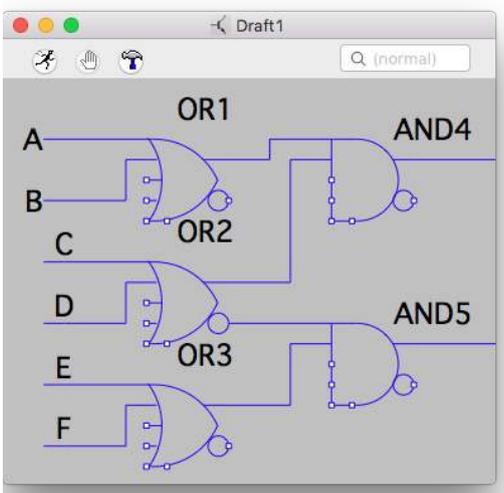
Dessa forma, pautado no tripé que sustenta a Universidade (pesquisa, ensino e extensão), o Pré-IC é um projeto que traz benefícios tanto para os alunos que conhecem e vivem uma nova realidade, a universitária, e são introduzidos à pesquisa científica, mesmo que de forma ainda básica (para condizer com o público em questão), podendo gerar uma contribuição para a construção do seu próprio conhecimento e daqueles que os rodeiam, tornando-se difusores e multiplicadores de conhecimento; bem como para os petianos que participam da expansão dos horizontes da universidade, tem, por vezes, uma primeira experiência com o ensino e podem colocar em prática todas as etapas do método científico juntamente com os alunos.

LTSPICE: UM MODELO DIFERENTE

Por Daniel Leme de Marchi

A ideia de modelos está presente no cotidiano do Engenheiro Mecatrônico, pois modelos representam uma realidade de maneira simplificada e nos ajudam a estudar e melhorar protótipos antes de construí-los. Fazemos modelos de funcionamento de peças, carros, robôs e dos projetos mais variados durante a graduação. Agora, falaremos sobre um software de modelagem não tão conhecido, mas que oferece uma solução útil e bem legal: o Spice.

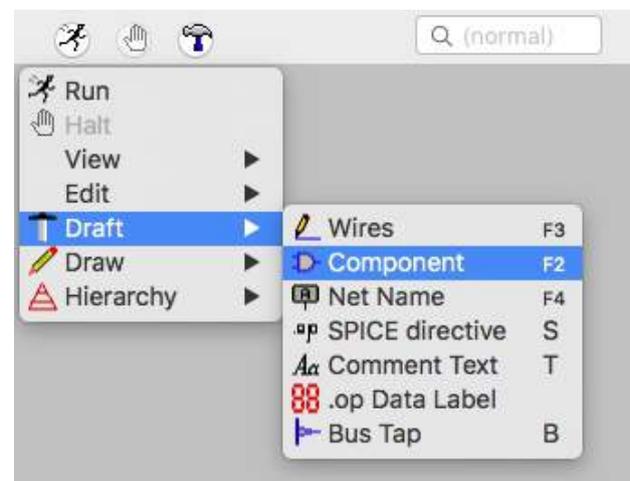
O LTSpice é um software oferecido pela Linear Technology cujo objetivo é relativamente simples: design e simulação de um circuito eletrônico. A eletrônica já é uma área que demanda bastante capacidade de imaginação e é, às vezes, um tanto contraintuitiva. Portanto é de grande utilidade ter nessa área um programa capaz de oferecer gráficos e resultados com rapidez e sem a necessidade de fisicamente montar o circuito. Além do mais, a economia de material e segurança de operação fazem o uso da simulação de circuitos valerem bastante a pena.



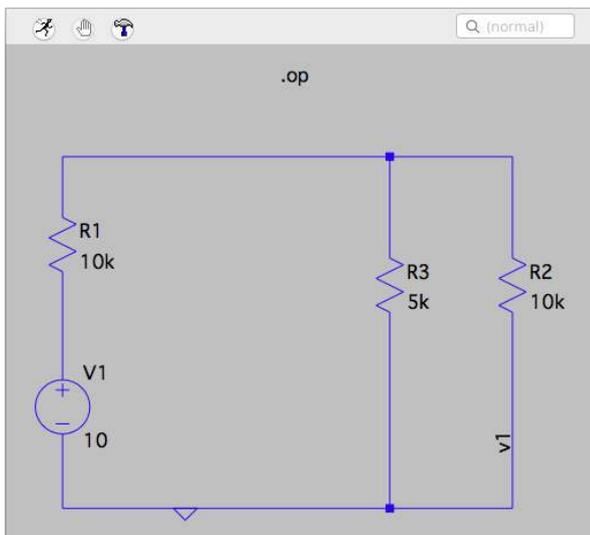
Circuito Digital desenhado no LTSpice

O software é grátis e a própria empresa oferece diversos Flyers, Demos e Guias para guiar o usuário pela interface e funcionamento do programa. O LTSpice foi desenvolvido para ambos Windows e Mac OS, e apesar de terem diferenças na aparência, os arquivos .asc gerados em ambos são compatíveis entre si. Mas os usuários de Linux não precisam se alarmar, pois não faltam opções de Spice para Linux como gSpiceUI.

Para demonstrar um pouco melhor como opera o LTSpice vou usar um circuito bem simples. Primeiramente fazemos o desenho do circuito. Os componentes são oferecidos em um menu bem completo e diversificado, é bom já ter uma ideia de qual componente você quer usar, pois é fácil se perder nas centenas de opções. Neste exemplo usaremos o seguinte circuito.



Lista de Componentes no Menu



Exemplo de circuito desenhado no LTSpice para OS X

Agora já temos todos os componentes nos lugares, em seguida os conectamos utilizando fios (“Wires” ou F3) e damos os valores e especificações aos componentes. Por último apertamos o botão “Run” e escolhemos o gráfico que desejamos ver montado, neste caso, a corrente passando por R3. Já está pronto para analisarmos os resultados.

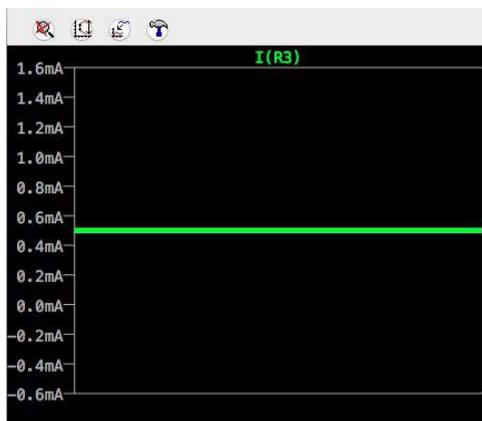


Gráfico da Corrente passando por R3

Atualmente há diversos outros softwares disponíveis no mercado para esse tipo de simulação, todos são bastante parecidos em funcionamento e dependem unicamente da preferência do usuário. Entre eles vale ressaltar o OrCAD da Cadence PCB Solutions, para aqueles com amplo conhecimento na área. O OrCAD oferece muitas propriedades avançadas, porém

sempre mantendo uma interface “clean”.

Um aspecto final que vale ressaltar é a possibilidade de usarmos o Spice em Circuitos Digitais Lógicos. A avaliação de saídas digitais se torna bastante fácil, pois as entradas podem ser controladas por variáveis e o custo é baixo, uma vez que independe de outros aparelhos.

Espero ter esclarecido um pouco o funcionamento do Spice e a importância da simulação de Circuitos Elétricos para o curso de Mecatrônica. Abaixo deixo alguns links úteis para os interessados.

Site oficial da Linear Technology com bastante conteúdo informativo:

<http://www.linear.com/designtools/software/#LTspice>

<http://cds.linear.com/docs/en/software-and-simulation/LTspiceGettingStartedGuide.pdf>

[http://www.linear.com/solutions/search.php?tid\[\]=6&aid=2125&fid=0&pid=](http://www.linear.com/solutions/search.php?tid[]=6&aid=2125&fid=0&pid=)

Alternativa de software mais aprofundado:

<http://www.orcad.com/products/orcad-lite-overview>

Alternativa para Linux: <http://users.tpg.com.au/micksw012/gspiceui.html>

MÚSICA E ENGENHARIA

Por Pietro Teruya Domingues

Construir instrumentos musicais sempre exigiu um pouco de engenho. Desde os primórdios, quando os homens construíam flautas a partir de ossos, exigia-se uma habilidade técnica considerável. Instrumentos musicais são dotados de muitas soluções de engenharia, até mesmo os mais simples, pois há requisitos físicos (como os materiais devem se comportar para ressonar e ter um timbre bonito), ou requisitos de construções, como projetar o instrumento para ser robusto, fácil de usar e simples. Por isso fazer um instrumento musical e fazer música sempre envolve várias questões técnicas de física e engenharia, por mais que às vezes não se sabia exatamente o que está se fazendo (Pois claro, um pouco de experimentação em arte é sempre bem-vinda).

Essas técnicas de construção de instrumentos e a maneira de se fazer música foram evoluindo ao longo dos séculos, andando junto com a ciência e com a engenharia. Portanto, a partir do século XIX e XX, com o domínio do eletromagnetismo, não tardou para os instrumentos adotarem elementos eletrônicos ou eletromecânicos. Aliás, eletromagnetismo e acústica tem muito a ver (e isso impulsionou muitas criações interessantes!).

Telégrafo musical:

Um dos primeiros instrumentos musicais que eram constituídos por elementos eletromagnéticos foi inventado por volta de 1874, por Elisha Grey, um inventor não tão famoso atualmente, mas que elaborou um dos primeiros protótipos

de telefone e muita coisa relacionada a linhas telegráficas (até mesmo um telefax!). Grey fazia experiências com eletromagnetismo e linhas telegráficas, e ele percebeu que era possível gerar oscilações ligando e desligando as bobinas rapidamente, por meio de circuitos simples. O primeiro telégrafo musical foi demonstrado em 1874, quando o público pôde ouvir músicas “sintetizadas” na linha telegráfica.



Telégrafo Musical

Theremin:

Esse instrumento foi inventado por Lev Termen (daí o nome) e o primeiro protótipo foi construído em 1917. A característica mais marcante do Theremin é que o executante não precisa encostar-se a ele para tocar a música. Outra característica é seu timbre melancólico e “etéreo”, um pouco diferente na época em relação aos instrumentos tradicionais.

Seu funcionamento é bem interessante, já que envolve mais princípios de eletromagnetismo que os anteriores. Termen trabalhava com rádios baseados em válvulas eletrônicas e percebeu que quando o corpo humano se aproximava dos circuitos

valvulados, a frequência natural destes era alterada. O que era algo indesejável na verdade se tornou uma experiência interessante. Os Theremins de antigamente e os atuais têm o mesmo princípio básico: existem duas antenas, uma para regular o volume do som e outra para regular a frequência. Por conta do comportamento capacitivo do corpo, quando a mão se aproxima e se afasta das antenas, há uma alteração da frequência natural de oscilação do circuito. Amplificando o sinal e transmitindo para um alto falante é possível ouvir um timbre bem peculiar e característico.



Theremin

Guitarra elétrica:

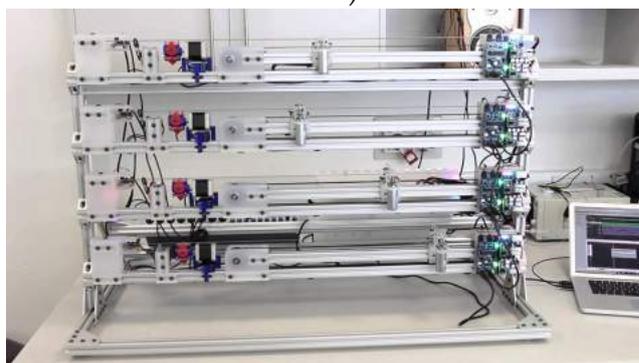
Muitas pessoas contribuíram para a invenção da guitarra elétrica. Mas um dos modelos tradicionais que perduram é a Les Paul, devido a seu criador, que elaborou em 1941 as guitarras elétricas como as conhecemos hoje. O princípio da guitarra é simples: no corpo da guitarra, bem abaixo das cordas, há um conjunto de ímãs. Conforme a corda vibra, o campo magnético nos ímãs varia, e enrolados num conjunto de bobinas, eles geram corrente por meio de indução. Portanto o movimento mecânico é convertido em sinal elétrico, e a partir disso, o sinal é processado, resultando naqueles sons de guitarras que conhecemos.

Sintetizadores:

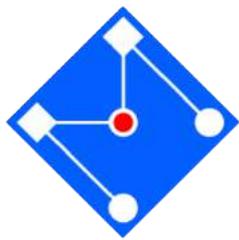
A recente geração de instrumentos musicais são os sintetizadores, criados e popularizados com a explosão tecnológica e a revolução musical na segunda metade do século XX. Grupos e artistas como Kraftwerk, Depeche Mode, Giorgio Moroder, entre outros, foram pioneiros na música synth, e precursores de outros gêneros eletrônicos que estão em moda até hoje. Naquela época se criavam sons eletrônicos apenas por meio de circuitos eletrônicos, transistores, capacitores, etc. E hoje em dia a música eletrônica está mais acessível por meio de computadores e sintetizadores digitais.

O futuro:

E qual será o futuro da música? Com tantos avanços tecnológicos e com a eletrônica presente em vários tipos de gêneros musicais, como serão os instrumentos que estão por vir? Já pensou em um robô que compõe música por meio de inteligência artificial? (Já existem pesquisas nessa área). Será que não precisaremos mais de pessoas para tocar instrumentos, ou até mesmo compor músicas? Atualmente há vários projetos de hobbistas e até empresas voltadas à automação musical. Um exemplo é o baixo automatizado MechBass (https://www.youtube.com/watch?v=PJCRBPY_bj0), e o robô que toca piano da empresa chamada Teotronica (<https://www.youtube.com/watch?v=hXrNCak63u0>).



MechBass



MECATRÔNICA

