



FACULDADE DE TECNOLOGIA PREFEITO HIRANT SANAZAR
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS BIOMÉDICOS

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DAS PEÇAS SELECIONADAS DO CARDIOVERSOR
DISCIPLINA DE TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO

BRENDA XAVIER DE MOURA
FLORA SILVERIO ALEXANDRE
JOSÉ CARLOS GOMES JUNIOR
LUANA CORREA DOS SANTOS

OSASCO – SÃO PAULO

2022



PROCESSO DE FABRICAÇÃO DAS PEÇAS SELECIONADAS DO CARDIOVERSOR
DISCIPLINA DE TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO

Relatório Técnico sobre o processo de fabricação de componentes selecionados de um cardioversor apresentado como parte dos requisitos para obtenção de nota na disciplina de Análises de Equipamentos Biomédicos.

Orientador: Professor Alex Ribeiro

OSASCO – SÃO PAULO

2022

Sumário

INTRODUÇÃO	3
CABO DE FORÇA TRIPOLAR	4
FUSÍVEL DE VIDRO.....	7
CÂNULA NASAL	9
PARAFUSO CHIPBOARD 3*12.....	11
ELETRODO ECG	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

INTRODUÇÃO

Cardioversão e desfibrilação elétricas são procedimentos terapêuticos. O objetivo da aplicação de um pulso de corrente elétrica de grande magnitude dentro de um pequeno período é a reversão das arritmias cardíacas. As fibras do miocárdio se contraem em decorrência de estímulos externos, particularmente elétricos. Normalmente, a contração inicia-se na região do átrio direito, no nódulo sinoatrial, marca-passo natural do coração, e faz uma contração ordenada dos átrios a ventrículos. Arritmias são patologias que fazem no coração um funcionamento anormal, sendo o fluxo de contrações cardíacas perturbado ou até mesmo interrompido. A fibrilação é uma arritmia que provoca uma perda de sincronismo nas contrações do miocárdio, interferindo no fluxo correto e ordenado do sangue. Existem dois tipos de fibrilação, a saber, a fibrilação que se instala nos átrios (menos grave e tratável, apesar de que a alta frequência cardíaca reduz a eficiência do bombeamento, acarretando a insuficiência cardíaca; pode ser tratada com o uso de drogas que reduzem a excitabilidade das fibras do miocárdio); e a fibrilação ventricular, muito perigosa, pois provoca ausência de bombeamento de sangue, levando a redução de fluxo circulante de sangue, provocando a redução drástica da pressão sanguínea. A fibrilação é diagnosticada por ausência de pulso arterial e pela substituição do traçado do ECG por uma forma de onda flutuante de alta frequência, onda de fibrilação. A aplicação de um pulso de corrente elétrica que atravessa o coração promove a despolarização (contração) de uma grande quantidade de fibras ventriculares que estavam repolarizadas (relaxadas) e prolonga a contração das que já estavam contraídas. Os desfibriladores mais modernos utilizam principalmente a onda bifásica (quando a corrente flui pelo coração em um sentido e depois no inverso, antes de se extinguir), que é uma evolução da senoide amortecida. Para esta nova forma, os equipamentos são menores, requerem baterias menores e menos manutenção. Além disso, estudos mostram que pacientes recebendo pulsos bifásicos com menor energia apresentam um ritmo cardíaco pós-desfibrilação mais normal do que os que receberam pulsos monofásicos de maior energia.

Dito isso, selecionados cinco equipamentos que compõem o cardioversor, a fim de mostrar o seu processo de fabricação etapa por etapa até que se obtenha o produto.



Figura 1 Cardioversor

Fonte 1 <https://www.dormed.com.br/cardioversor-bifasico-vivo-basico-cmos-drake>

CABO DE FORÇA TRIPOLAR



Figura 2 Cabo de força Tripolar

Fonte 2 AMAZON

Em uma ponta, ele possui três pinos, sendo duas fases e um modo fio terra para aterramento, seguindo as normas do novo padrão de tomadas adotado no Brasil para evitar choques elétricos de aparelhos que possam estar em curto-circuito.

Na outra ponta, existem três buracos achatados que devem ser conectados nos pinos achatados da fonte do aparelho que deseja ser ligado.

Para início do processo de fabricação a primeira fase é a mineração dos materiais condutores, os materiais mais utilizados são o cobre e o alumínio. O metal é fundido, purificado e moldado através do processo de extrusão, por meio dela o metal é transformado em grandes rolos de fios de arame.

Os cabos elétricos são feitos de metal revestido de plástico ou borracha isolante, no nosso caso o material utilizado é a borracha isolante, agora vamos detalhar o processo de fabricação.

TREFILAÇÃO

O cobre para fabricação de condutores elétricos deve ter concentração mínima de 99,9% de cobre e é fornecido normalmente, no Brasil, em vergalhões de 8 mm de diâmetro. As características elétricas e mecânicas especificadas por normas classificam como cobre mole. Os condutores elétricos podem ser compostos por um único fio (condutor sólido) ou por vários fios (cabo ou corda) Para reduzir o vergalhão de 8 mm em fios com diâmetros menores é utilizado o processo de trefilação, que consiste em esticar o vergalhão, de forma controlada e sequencial, até obter o diâmetro especificado.

As máquinas para trefilação, denominadas de trefilas, consistem em várias polias rotativas que fazem o puxamento do(s) fio(s) e, através de ferramentas (fieiras), vão estirando e reduzindo sequencialmente os diâmetros. Nesse processo é utilizado uma solução de óleo para a lubrificação da passagem do fio pela fieira e para o resfriamento desse fio. Sequencialmente e de forma contínua os fios passam por um recozido para recuperar as características elétricas e mecânicas do cobre mole.

Chamamos desbaste o processo que reduz o diâmetro do fio até 2mm, com isso o fio entra no trefilamento fino, onde se reduz o diâmetro do fio até a medida definida.

Por fim, na última fase do trefilamento fino, todos os fios são submetidos a um tratamento térmico chamado recozimento, como dito, para aumentar sua maleabilidade e condutividade.

CABLAGENS

Os condutores flexíveis de cobre são formados por vários fios finos, sendo que o diâmetro máximo do fio para cada bitola é especificado por norma. O processo consiste em reunir a quantidade de fios calculada para cada bitola, formando uma “corda”. O tipo de máquina é denominado Reunidora ou Buncher que utiliza como alimentação os fios das trefilas multifilares formando uma “corda” com perfil circular, homogêneo e com a máxima flexibilidade possível esse processo se denomina cablagem.

Nessa etapa formamos condutores de seções variadas, por exemplo desde uma seção com 0.5mm² até 240mm².

ISOLAMENTO

Processo que faz o recobrimento isolante sobre o condutor para evitar fugas de corrente, o processo para aplicar essa isolação é denominado Extrusão, que consiste em aquecer os grãos em uma rosca dentro de um tubo, formando uma massa maleável, que pressionada em ferramentas, molda sobre o condutor uma camada cilíndrica, uniforme e contínua, sendo em seguida resfriada para manter o formato e aderir de forma adequada ao condutor. A isolação apresenta a coloração conforme especificada nas normas técnicas, essa coloração pode ser pigmentando integralmente a massa ou utilizando uma extrusora auxiliar (co-extrusão) que aplica uma fina camada externa incorporada integralmente à camada base.

A capacidade de isolamento do material e o seu espesso irão determinar a tensão máxima de um serviço do cabo.

Quanto maior o isolamento, maior a energia para uma mesma seção de condutor, aqui o material de isolamento funde-se e aplica-se sobre o condutor, continuamente, para evitar a fuga de correntes, os materiais utilizados podem ser PVC, EPR, XLPE, entre outros.

Em todo o comprimento do cabo fazemos o controle de tensão para assegurar que a espessura do isolamento não está comprometida.

CABLAGEM DAS FASES

Agrupamento de distintos condutores isolados, para formar um cabo multi-condutor, aqui podemos utilizar as diferentes cores ou pela numeração para identificar as fases.

Novamente se repete o controle de tensão.

PROTEÇÃO AUXILIARES

Para melhorar o nível de proteção do núcleo, os cabos incorporam proteções metálicas que sejam elétricas ou mecânicas. As malhas isolam os sinais que circulam pelo cabo de possíveis interferências externas, protegendo também das interferências em circuitos de sinais adjacentes.

As proteções mecânicas são conhecidas também como armadura, protegem o cabo de agressões externas, como golpes, ataque de animais e afins. São fabricados utilizando aço ou alumínio.

BAINHA EXTERIOR

O cabo elétrico recebe uma cobertura polimérica exterior para sua proteção final, chamada de bainha exterior, tem como finalidade isolar o interior do cabo de elemento externo que podem alterar as suas propriedades elétricas e proteger dos golpes que possam receber durante a utilização.

Com o isolamento a bainha exterior também pode ser termoplástica ou termoestável, o material se funde e é aplicado sobre o núcleo do cabo, nesta fase também se realiza o controle de tensão.

FUSÍVEL DE VIDRO



Figura 3 Fusível de vidro

Fonte 3 baudaeletronica

Os fusíveis eletrônicos podem ser divididos em vidro e cerâmico, no cardioversor utilizamos o de vidro, existe uma gama grande de tipos de fusíveis, mas apenas o de vidro e cerâmica são capazes de fornecer ação rápida e retardo de tempo em uma ampla variedade de tamanho, são utilizados para proteção de sobrecorrente em dispositivos eletrônicos.

O corpo de um Fusível de Vidro é chamado de barril e possui um terminal feito de cobre ou latão em cada extremidade. Esses terminais são conectados pelo elemento fusível, que é feito de cobre, alumínio, zinco ou prata. O elemento pode ser um único fio ou consistir em mais de um fio.

OBTENÇÃO DO VIDRO PARA O CORPO DO FUSIVEL

A principal matéria prima do vidro é a sílica ou dióxido de silício, que está presente na areia, em empresas é comum encontrar a forma cristalina conhecida como dióxido de silício, que é o quartzo. Outros dois componentes que formam o vidro são a barrilha e o calcário, sendo assim os três materiais são triturados e transformados em pó, depois misturados na proporção adequada formando a mistura vitrificável, essa mistura é levada a um forno com uma temperatura a cerca de 1500°C.

FUNDIÇÃO: Com a fundição, se forma uma massa pastosa com uma viscosidade parecida com o mel, que é formada pelos silicatos de sódio e cálcio.

MOLDAGEM:

Sopro: Injeção de ar dentro de uma gota de vidro fundido, forçando-o contra um molde. Pode ser feito em escala industrial por meio de maquinário ou artesanal.

Recozimento: Pode dar origem a chapas planas que podem ser laminadas ou temperadas.

Artesanais: Consiste na moldagem de forma manual, atingindo modelos complexos e difíceis de serem reproduzidas por moldes.

RESFRIAMENTO: O resfriamento é uma etapa determinante para as propriedades mecânicas do vidro, o tempo de processo, bem como a temperatura o jato de ar colocado em cada passo.

É importante se atentar que se resfriarmos vidros recém moldados de forma brusca podem se originar trincas no interior dele. Sendo assim a melhor tratativa é passar o vidro por uma esteira com jatos de temperaturas cada vez menores para que a peça resfrie de forma uniforme afim de evitar tensões.

Uma vez resfriado o vidro pode passar por processos de acabamento que podem envolver o corte ou lapidação.

Para conseguir a parte oca do cilindro de vidro é necessário assoprar dentro do molde utilizado a cana de vidro, que se assemelha a um cano fino. Podemos dessa forma definir que o vidro é fundido e após atingir um resfriamento fica rígido atingindo a cristalização, mas o processo de resfriamento da peça é algo muito delicado onde se dá as propriedades mecânicas, de resistência a impactos.

OBTENÇÃO DE TAMPAS PARA O FUSIVEL

Transformar uma pastilha metálica numa superfície com forma determinada, essa operação pode ser feita tanto a quente como a frio.

Embutimento simples: É efetuado em prensas automáticas a partir da conformação de uma pastilha metálica envernizada.

Embutimento múltiplo: Na primeira etapa é formado um caneco, que passa por uma redução de diâmetro, ficando com uma altura maior, mantendo a pastilha com a mesma espessura.

Estiramento: O material é embutido seguindo o processo de estiramento com redução da espessura.

Ao fim, é utilizada uma unidade de aquecimento indutivo de alta frequência para soldar as tampas.

CÂNULA NASAL



Fonte 4 Cânula Nasal

Fonte 4 CPAPFIT - Terapia do Sono

Utilizada para a dosagem e dispensa de medicamento via nasal, o material utilizado para confecção é o silicone, vale lembrar que ele pode utilizar também látex ou teflon, devido as propriedades de maleabilidade que o produto precisa oferecer para transportar o medicamento/oxigênio para o paciente.

A cânula nasal de silicone possui alto grau de transparência, em formato cilíndrico e com graduação.

EXTRUSÃO

Processo pelo qual um material é forçado através de uma matriz moldada para produzir tubos e perfis seccionados o processo começa com a seleção do material, nesse caso o silicone.

Uma vez obtido o material é colocado na extrusora onde é forçado através da matriz e então passa por um compartimento aquecido em um transportador que é responsável por curar o material permitindo a retenção da forma enquanto a medição contínua controlada a laser permite que tolerâncias precisas sejam mantidas, mesmo com a extrusão curada pode permanecer alguns produtos químicos residuais que são removidos



no processo de pós-cura, onde o produto é exposto a uma temperatura mais baixa por um grande período de tempo.

Após a pós cura o material é enrolado para entrega ou passado por um processo adicional para corte de comprimento específico.

PARAFUSO CHIPBOARD 3*12



*Figura 5 - Parafuso clipboard cabeça chata 3*12 philips*

Fonte 5 – Mercado Livre

O Cardioversor faz utilização de parafusos para segurar a tampa que protege a bateria, sendo assim o processo de fabricação de um parafuso se dá pelo meio dos processos de puncionamento, fresnamento, retificação, revestimento contra corrosão.

TRATAMENTO QUIMICO E TERMICO

Parafusos são feitos a partir de fio máquina de aço, após passar por aproximadamente 30 horas em repouso para amaciar o aço ele é imerso em ácido sulfúrico para remover ferrugens e impurezas de sua superfície e então é revestido por fosfato que previne a oxidação do aço antes do processo de conformação.

PROCESSO DE CONFORMAÇÃO E FORJAMENTO

O parafuso passa por um processo de forjamento a frio que da forma ao aço em temperatura ambiente passando por matrizes em alta pressão, a máquina de conformação endireita o aço para então realizar o corte em pedaços onde cada pedaço passa por um desbacho para ficar simétrico então uma série de matrizes fabrica as cabeças desse parafusos por conformação fabricando mais de 300 peças por minuto, após esta processo a máquina forma a paste oposta do parafuso com uma ferramenta de despacho fazendo um chanfro. Para a parte rosqueada o método utilizado é o forjamento a frio onde o material é forçado em roletes que em alta pressão imprime o padrão de roscas no corpo do parafuso.

FINALIZAÇÃO



| Secretaria de
Desenvolvimento Econômico

Os parafusos vão para um forno a 800 graus Celsius por aproximadamente uma hora e depois as peças são resfriadas em óleo por cerca de 5 minutos para que o aço se torne duro, mas ainda em estado frágil o parafuso passa por outro processo em que mais uma vez são aquecidos por uma hora para remover sua fragilidade e aumentar sua resistência.

ELETRODO ECG



Figura 6 Eletrodo ECG

Fonte 6 Medicina Magazine

Eletrodos cardíacos são pequenos dispositivos que conectam o paciente ao monitor do aparelho de ECG. Ou seja, os eletrodos são as partes do eletrocardiógrafo que ficam em contato com pele do paciente durante o eletrocardiograma

Para início da fabricação do eletrodo de ECG temos uma espuma que é revestida com adesivo grau médico e tem um suporte de papel para evitar que as camadas grudem umas nas outras.

Essa espuma é puxada por uma máquina afim de deixar o material bem rente para que um furador possa realizar uma perfuração nesse material, como se trata se uma fabricação em lote, esses furos são contínuos respeitando um espaçamento pré-determinado.

Sendo assim os encaixes metálicos vão sendo colocados nos orifícios que foram perfurados anteriormente, os elementos são revestidos com cloreto de prata fazendo assim que os torne eletricamente condutores para ajudar na captação de atividade elétrica no corpo.

O equipamento pneumático prensa os encaixes de metal, ao longo da linha de produção uma lâmina corta o gel que fica entre dois finos revestimentos de plástico, o gel em si é a base de água e contém sal que penetra a pele para ajudar a estabelecer contato.

Revestimento gelificado e a base com os encaixes se juntam sendo pressionados por um rolo de compressão, seguindo a esteira agora esse material é conduzido até a estação de corte onde é colocado o acolchoamento protetor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PREPARAENEM. **Como o vidro é fabricado?** Disponível em: <https://www.preparaenem.com/quimica/como-vidro-fabricado.htm#:~:text=vidro%20%C3%A9%20fabricado%3F-,Como%20o%20vidro%20%C3%A9%20fabricado%3F,por%20fim%2C%20o%20resfriamento%20gradativo>. Acesso em: 01 jun. 2022.

FEITOSA, Bruno de Barros. **PHA - Engenharia e Meio Ambiente - Relatório 01 - 25/04/2017**. Disponível em: Relatório 01 - Água na Indústria (Vidro). Acesso em: 01 jun. 2022.

RASMUSSEN, Seth C. **A Brief History of Early Silica Glass: Impact on Science and Society**. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335528649_A_Brief_History_of_Early_Silica_Glass_Impact_on_Science_and_Society. Acesso em: 01 jun. 2022.

JULIA, Zou. **Fuse factory - Production on the glass type of Fuse**. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Bjis3oqU1mk>. Acesso em: 01 jun. 2022.

TELEGINSKI, Viviane. **Como são fabricados parafusos e porcas - português**. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wzAexYWLmHE>. Acesso em: 01 jun. 2022.

STUDIOS, Hulk Giannelli - Atom. **Como é Feito o Parafuso | Por Dentro da Fábrica**. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r0rMI11x6EI>. Acesso em: 01 jun. 2022.

DSCDOCUMENTRIES. **How to make Medical Electrodes**. 2012. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l0r50ad0uAw>. Acesso em: 01 jun. 2022.

PMI. **Custom Medical Electrodes & Tens Unit Electrode Development**. Disponível em: <https://pepinmfg.com/electrode-development/>. Acesso em: 01 jun. 2022.

RUBBER, Silicone. **Silicone Extrusion**. 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JemdVwZuB2s>. Acesso em: 01 jun. 2022.

OPERONSTRATEGIST. **Catheter manufacturing**. Disponível em: <https://operonstrategist.com/catheter-manufacturing-process/>. Acesso em: 01 jun. 2022.

KINNER. **Cânula nasal de silicone**. Disponível em: <https://www.kinner.com.br/mercados/hospitalar/canula-nasal-de-silicone/>. Acesso em: 01 jun. 2022.

MUCURI, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e. **Embalagens Metálicas**. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-federal-dos-vales-do-jequitinhonha-e-mucuri/materiais-e-embalagens-para-alimentos/embalagens-metalicas-materia-de-prova/6666021>. Acesso em: 01 jun. 2022.

NOHAU. **Assembly Machine SAF03 for Glass- und Ceramic-Fuses**. Disponível em: <https://www.nohau-gmbh.de/english/production-systems/>. Acesso em: 01 jun. 2022.

ADMIN. **All About Glass Fuses, Ceramic Fuses and Micro, Mini, Standard, Maxi Blade Fuses**. 2014. Disponível em: <https://ktcables.com.au/2014/03/24/all-about-glass-fuses-ceramic-fuses-and-micro-mini-standard-maxi-blade-fuses/>. Acesso em: 01 jun. 2022.