



EDUCAÇÃO / Montagem

01/06/2008 16:27:31

RM-1 - Robô Manipulador

Nesta série, nossos leitores terão a oportunidade de conhecer alguns artigos de sucesso já publicados na revista Mecatrônica Fácil. Para quem não teve a chance de conferir alguns artigos que marcaram história em nossa revista esta é a hora, e aqueles que já conhecem terão a oportunidade de rever seus conhecimentos. Nesta edição vamos apresentar o RM1-Robô Manipulador, publicado na edição no 7 que encontra-se esgotada.

Márcio José Soares

Introdução

Os braços mecânicos (ou mecatrônicos) estão presentes hoje em dia nas indústrias. A precisão e velocidade são alguns dos fatores que viabilizam o seu uso em diversas áreas. Em muitas destas, eles são quase indispensáveis, pois desenvolverão funções que põem em risco a vida humana.

O técnico/engenheiro de qualquer curso de Mecatrônica tem em seu currículo algumas "horas/aula" sobre o assunto "braços mecatrônicos" (Robótica). Nesses cursos a montagem de um pequeno "braço", às vezes, se faz necessária e muitos precisam de algumas dicas para a construção do mesmo.

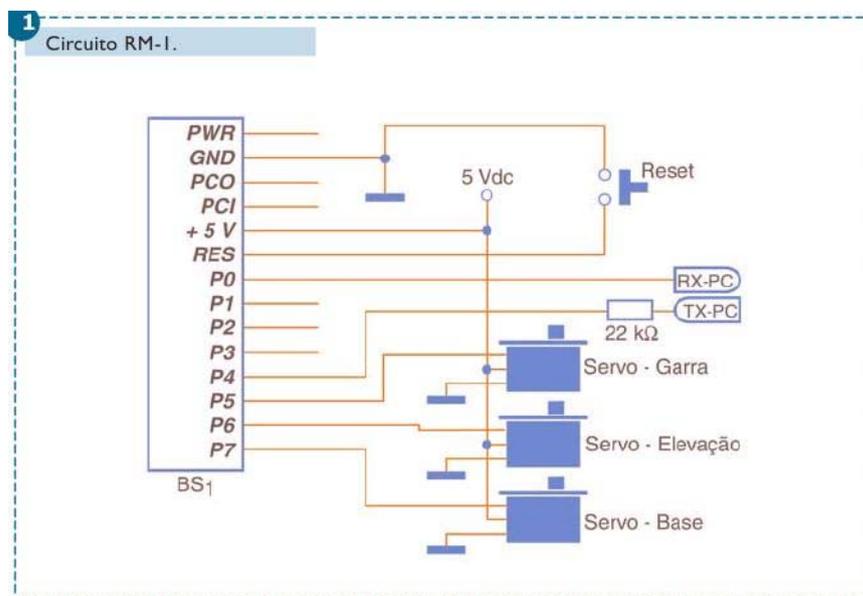
Nesta edição, propomos a construção de um braço mecatrônico que utiliza servo motores do tipo empregado em aeromodelos (modelismo), ao invés de motores comuns ou mesmo motores de passo. Essa escolha se deve a fatores como:

- A precisão obtida com os servo-motores (podemos controlar sua posição relativa em "graus"); o custo dos mesmos, que apesar de parecer alto ainda é menor se comparados aos motores de passo com seus "encoders"; e circuitos de posição, etc.
- A simplicidade do circuito: com apenas um microcontrolador Basic Step, podemos controlar até 6 servos (com pequenas alterações no programa), sem a necessidade de complexos circuitos de posição, drivers para motores, etc.
- A velocidade de montagem. Seguindo as dicas, tanto para o protótipo em material alternativo (sucata), quanto às dicas para a construção da versão plástica, o leitor poderá finalizar seu projeto em poucas semanas.

Circuito de controle

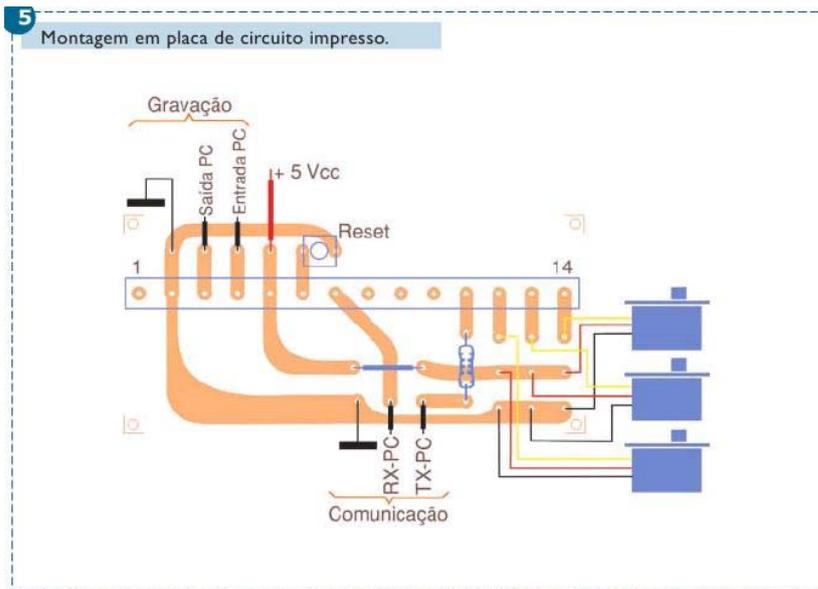
Os movimentos do RM-1 são controlados por três servos comuns (tipo standard), utilizados em aeromodelismo.

Na **figura 1** temos o circuito elétrico (controle) do RM-1. Para controlar os servos utilizamos um *Basic Step 1*, que se comunica com um PC através da porta serial RS-232. O leitor poderá obter maiores informações sobre comunicação serial na edição nº 5 de Mecatrônica Fácil, na série LOGO.

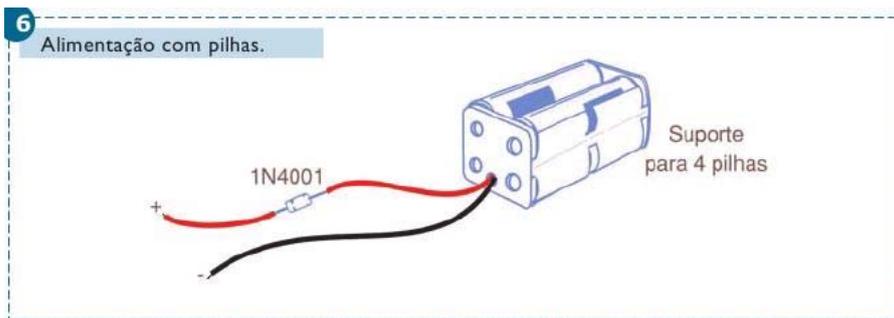


O Basic Step recebe os dados (**figura 2**) da porta serial, decodifica-os e os transfere para os servos. Isso é realizado em movimento para o braço mecânico. Estes dados são enviados para o Step através da linguagem LOGO, que pode ser obtida gratuitamente no site www.nied.unicamp.br. Os leitores mais experientes em programação poderão, se desejarem, desenvolver seus próprios programas de controle em outras linguagens, de acordo com suas necessidades e conhecimentos.

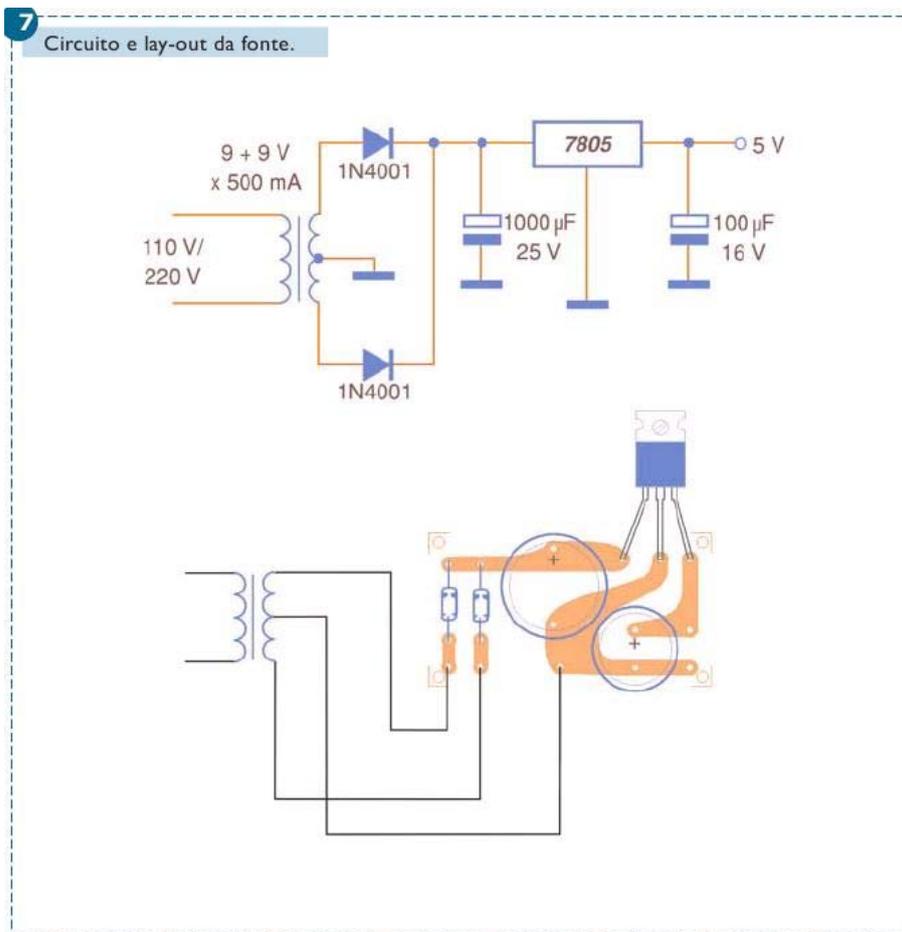
A montagem também poderá ser realizada com uma placa de circuito impresso comum ou mesmo do tipo universal, e na **figura 5** o leitor tem um exemplo do "layout" da placa para a montagem do circuito de controle.



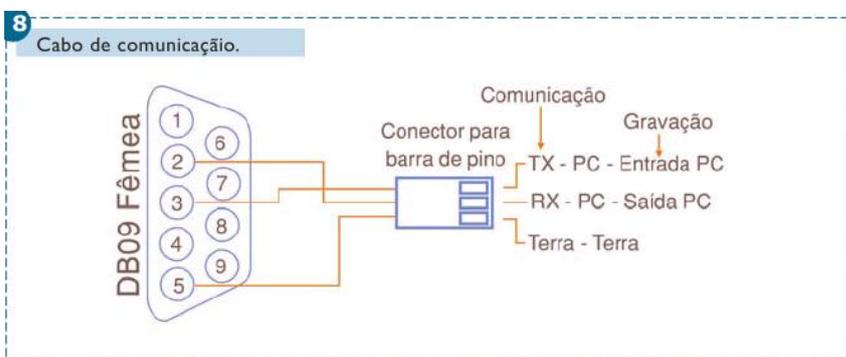
A alimentação deve fornecer 5 VDC máximos para o circuito e poderá ser feita através de 4 pilhas (6 VDC) com um diodo em série para reduzir a voltagem para 5 VDC (alimentação padrão do *Basic Step*). O tamanho das pilhas determinará o tempo máximo de operação do braço. Para tempos "médios" é aconselhável o uso de pilhas médias ou grandes, preferencialmente alcalinas. Na **figura 6** temos um exemplo de ligação com pilhas e o uso do diodo recomendado.



Para tempos maiores, ou até mesmo "infinitos", na **figura 7** vemos o esquema e o layout de uma fonte regulada em 5 VDC. Esta fonte é bem simples e poderá ser montada pelo leitor sem maiores "sustos".



Todas as ligações deverão ser cheçadas. É aconselhável o uso de um “soquete” para o Basic Step. Este “suporte” pode ser aproveitado de um soquete de CI para 28 pinos, utilizando apenas uma metade. Para a ligação dos servos e do cabo de comunicação é aconselhável o uso de barra de pinos. O cabo de comunicação para este tipo de montagem pode ser visto na figura 8.



Note que o cabo foi desenvolvido visando a comunicação e a gravação do Basic Step. A ligação do mesmo deve obedecer ao uso: gravação nos pinos 2, 3 e 4 do Basic Step e comunicação nas portas P0, P4 e terra. O uso de um resistor de 22 k ohms para o sinal de TX do PC é necessário para evitar danos ao Basic Step.

Dicas para construção do RM-1

Nosso protótipo do RM-1 foi construído em madeira balsa e outros materiais. A balsa é fácil de manusear, mas são necessários certos cuidados.

Corte – O corte da madeira pode ser feito com estilete e régua ou serra fina, dependendo da espessura da madeira. Espessuras de até 2 mm podem ser trabalhadas com estiletos. Espessuras maiores requerem o uso da serra fina. É recomendável fazer os traços com caneta ou lápis antes para uma melhor orientação do corte.

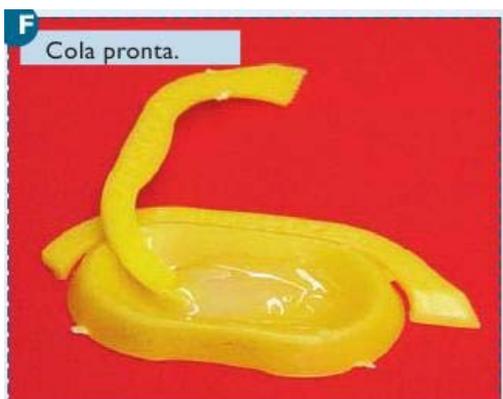
Outra dica para um corte preciso é obedecer à orientação dos grãos da madeira. Com um estilete, o corte no sentido dos grãos é facilitado. O corte na transversal desse sentido, deve ser feito preferencialmente com a serra fina. As figuras A e B demonstram o corte com estilete e serra fina.

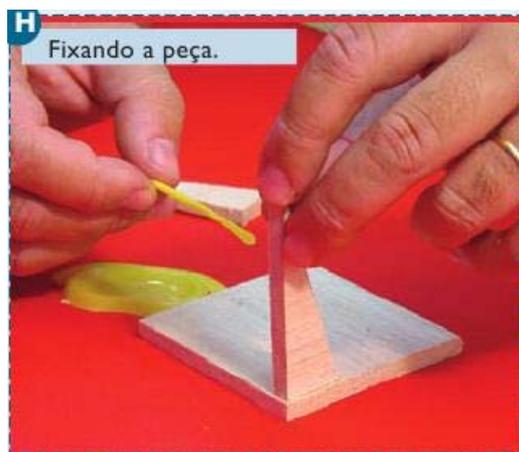


Colas – Podemos utilizar cola branca, muito comum em papelarias, o cianocrilato (Super Bonder) ou a cola epóxi. Esta última oferece excelente rigidez mecânica e tem um tempo de cura (secagem) melhor que a cola branca, mas maior que o ciano-crilato. Ela pode ser facilmente obtida em supermercados, lojas de material de construção ou lojas de modelismo. Os fabricantes oferecem a cola em diferentes tempos de secagem. A dica é para as de 15 minutos máximos de cura. Na **figura C** temos alguns exemplos de colas oferecidas no mercado.



A cola epóxi é fornecida em duas partes: o adesivo e o “acelerador” ou catalisador. Para usar basta misturar partes iguais de ambos, misturando bem até ela ficar homogênea. A aplicação deve ser feita em no máximo 3 minutos (para colas de 15 minutos de secagem) com o uso de uma espátula plástica ou mesmo um pedaço de madeira (sobra). Veja as **figuras D a H**.





Para ajudar a segurar as partes, você poderá utilizar “grampos” de varal, alfinetes, etc (**figura I**). A pressão não precisa ser grande. Apenas temos que ter certeza que as peças serão unidas de forma correta e na posição desejada.



Construção mecânica

As peças mecânicas foram construídas a partir de materiais de “sucata” (alternativos), aproveitadas da oficina do autor. A maioria destas foi desenvolvida a partir de madeira balsa, que permite um bom acabamento e é muito fácil de se trabalhar, além de barata. Utilizamos também tubos plásticos, tubos de latão, espuma, “peças” de aeromodelo, parafusos, cola, etc.

Base móvel

Ela foi montada em madeira balsa de $\frac{1}{4}$ de polegada (6 mm) de espessura. Para realizar as furações e cortes, utilize um estilete ou serra fina e uma pequena furadeira. A balsa é uma madeira macia e o trabalho com a mesma é simples.

Caso o leitor não tenha experiência no uso de estiletos, serras e furadeiras, deverá pedir a ajuda a uma pessoa mais experiente.

A união das partes deve ser feita com cola tipo epóxi.

Na Nota 1, presente neste artigo, o leitor encontrará dicas importantes para o trabalho com madeira.

Braço

O braço foi montado utilizando madeira balsa 6 mm de espessura e cedro 2 mm de espessura com 10 mm de largura. Os tubos plásticos usados nas juntas podem ser aproveitados de canetas sem carga ou outros. Em lojas de aeromodelismo é possível encontrar tubos deste tipo com o nome de “push-rods”.

Aqui também devemos utilizar cola tipo epóxi para a fixação das peças. Na extremidade menor do braço, colamos um pequeno ponto de apoio, aproveitado de um link de servo. Este ponto será usado pelo servo de elevação.

Punho

O punho foi montado com cedro 2 mm de espessura com 10 mm de largura, além de retalhos de balsa com 6 mm de espessura. Use cola epóxi também para a montagem deste. No alto, ao centro do punho, um “horn” para aeromodelos deve ser colado com cianocrilato (Super Bonder). Este “horn” será utilizado pelo “controle mecânico do punho”.

Garra

A garra foi montada com madeira compensado de 1,5 mm de espessura e retalhos de balsa com 2 e 4 mm de espessura. Para a montagem da garra, o leitor poderá optar por aplicar cola epóxi ou mesmo cianocrilato (Super Bonder).

Base fixa

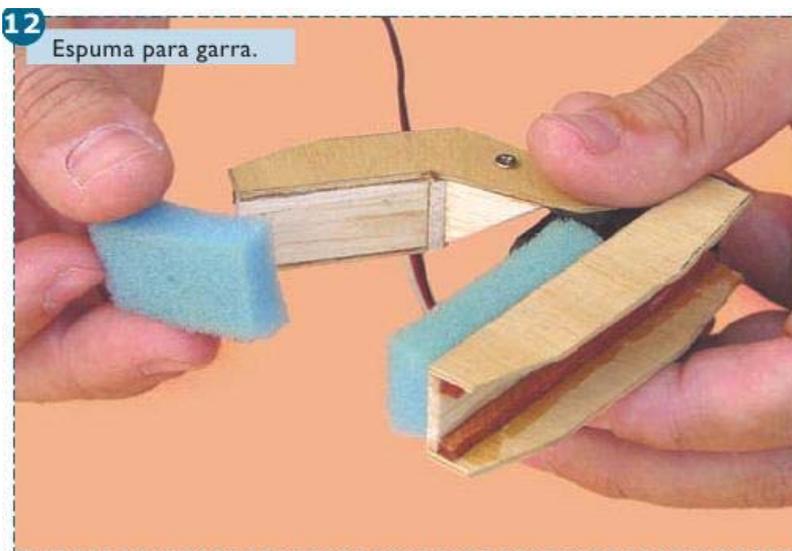
Esta base segura todo o conjunto e foi preparada a partir de um pedaço de compensado com 4 mm de espessura, 160 mm de largura e 240 mm de comprimento. Ela recebe apenas um furo para a inserção de um link de servo na parte de baixo da mesma.

Montagem do conjunto

Garra

Começaremos por montar a garra. A parte fixa deve ser montada na lateral do servo com auxílio de "cola quente" ou fita dupla-face (**figura 9**). A parte móvel da garra é fixa ao servo com o auxílio de um "link" de servo (**figura 10**). Este link é fornecido junto com o servo. Utilize um pequeno parafuso extra para melhorar a rigidez mecânica. Observe a **figura 11**, onde mostramos a parte móvel com suas peças. O leitor também poderá colar espuma comum a garra com o uso e fita dupla-face, para melhorar o desempenho da mesma, como demonstrado na **figura 12**.





Base móvel

A seguir, montaremos a base móvel. A fixação do servo de giro na base móvel deve ser feita com parafusos para madeira, na medida dos servos utilizados. Eles também não devem ser grandes demais, para não ultrapassar a espessura da base móvel. Veja a **figura 13**.



Notem que a base móvel também segura o servo responsável pela elevação do braço, e a fixação deste também deve ser feita com o uso de parafusos de madeira apropriados (**figura 14**).



O servo de elevação precisa ter sua "alavanca" de comando aumentada. Para isso utilizamos cedro com 2 mm de espessura com largura de 10 mm. A **figura 15** traz as partes necessárias para a alavanca de elevação.



Punho

Fixe o punho ao braço, utilizando um tubo de latão com espessura externa igual a espessura interna do tubo plástico usado na construção do braço, como indicado na **figura 16**.



Fixe o servo da garra ao punho. Utilize para isso dois parafusos de madeira. Note que o servo será fixado de "cabeça-para-

baixo", conforme a figura 17.

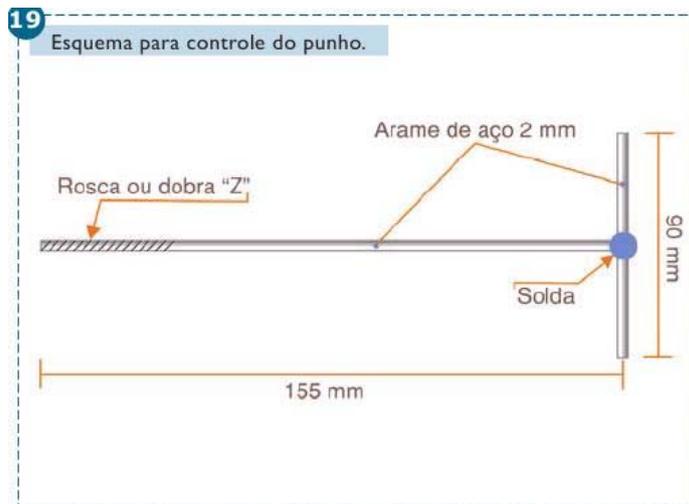


Braço

Agora fixaremos o braço à base móvel (figura 18). Usaremos para isso um tubo de latão. Aqui também este tubo deverá ter sua espessura igual à espessura interna do tubo plástico. As "rodas" demonstradas nesta figura são links redondos para servos.



Precisamos agora fixar o controle do punho. Este controle é mecânico e permite que o punho fique sempre paralelo a base. Ele foi feito com arame de aço com rosca em uma das pontas. Ele é facilmente encontrado em casas especializadas. Na figura 19 temos o diagrama com as medidas e formas do mesmo.



A fixação do mesmo na base móvel é feita utilizando-se "horns" do tipo pequeno para aeromodelos. Estes "horns" deverão ser posicionados na base móvel, de maneira que seus furos fiquem perpendiculares ao eixo central do braço. Isto é muito importante para a correta operação do mesmo. A fixação do controle do punho pode ser vista na **figura 20**.



Na outra extremidade colocamos um link de aeromodelo para fixar ao "horn" do punho. Regule através da rosca do arame para que o punho e o braço fiquem alinhados, quando conectar o link ao "horn de aeromodelo" colado no punho. Veja a operação na **figura 21**.



Agora, já podemos fixar a alavanca de elevação ao braço. Para isso desenvolvemos uma peça aproveitando apenas a extremidade com rosca do arame de aço e dois links para aeromodelo. observe a **figura 22**. Essa peça permite uma regulagem precisa da altura do braço. Na **figura 23** temos a instalação da mesma na alavanca e braço.



Montagem final

Fixado o braço, resta-nos apenas montar a base móvel à base fixa. Para isso devemos parafusar o servo de giro a base fixa. Utilizamos um link para servo tipo "estrela" parafusado na parte de baixo da base fixa (**figura 24**). Não devemos apertar muito este parafuso, pois a base móvel irá girar sobre a base fixa. Sendo assim, teremos um pequeno atrito. Não sobrecarregue o servo. A **figura 25** mostra esta operação.





Ligações elétricas

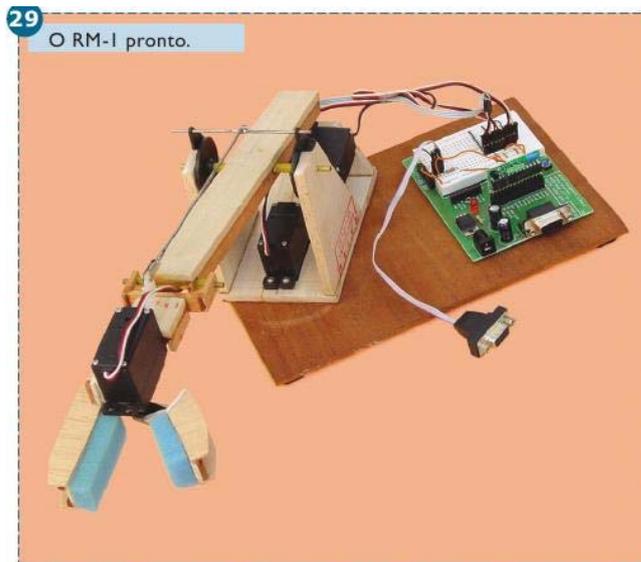
Agora já podemos ligar os servos à placa de controle. Porém antes devemos “alongar” o fio de ligação do servo da garra. Para isso o leitor necessita de um fio triplo, que pode ser aproveitado de uma cinta de conexão com “disk-driver’s” ou “HD’s”. O comprimento da extensão deverá ser feito observando-se o livre movimento do braço. É melhor pecar por excesso do que por falta.

Corte o fio do servo próximo ao conector do mesmo e solde o “alongador”. Tome cuidado para não inverter as ligações. Use termocontrátil para isolar, evitando possíveis curtos e melhorando o acabamento. Veja a **figura 26**.



Ligue o servo da garra a porta P5, o servo de elevação à porta P6 e o servo de giro (base móvel) a porta P7 conforme visto na **figura 27**. Ligue o cabo de comunicação à placa (**figura 28**), e pronto (**Figura 29**).



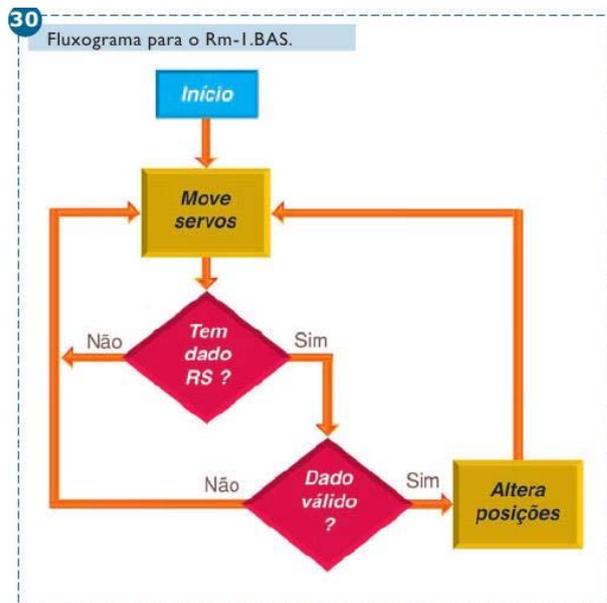


Programação

Para programar o *Basic Step*, digite o programa "RM_1.BAS" no "*Compilador Basic Step*". Verifique os erros e envie o programa para o Step. O leitor notará que o braço executará alguns movimentos, buscando ficar com a base no centro, o braço ajustado na metade de seu curso e a garra fechada.

Talvez seja necessário ajustar o braço. Ajuste tudo movendo as partes para que obedeçam às configurações demonstradas. Lembre-se de soltar os parafusos para isso!

O programa do STEP roda de acordo com o fluxograma apresentado na **figura 30** e o leitor poderá entender melhor o funcionamento de cada linha do programa, acompanhando os comentários inseridos no mesmo.



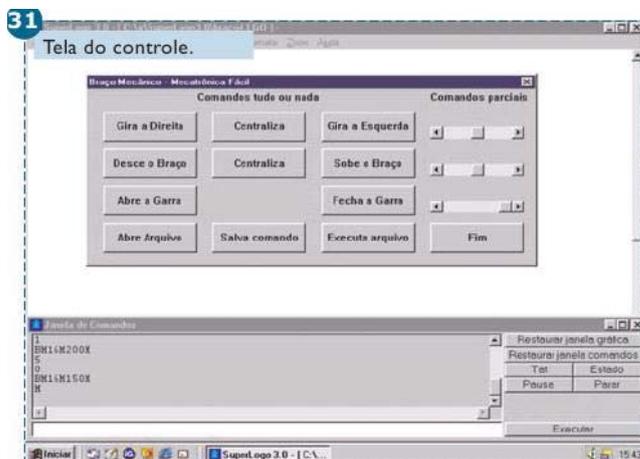
Para o controle do braço optamos pelo Super Logo do Nied de Campinas. Esta linguagem é muito interessante e alvo de uma série de artigos aqui na revista Mecatrônica Fácil. O leitor que tiver interesse em acompanhar a série poderá adquirir os números anteriores da revista.

O Super Logo é distribuído gratuitamente no site www.nied.campinas.br. Sua instalação é idêntica a qualquer software comercial e bem intuitiva. Digite o programa BM_1.LGO no Logo.

Prova e uso

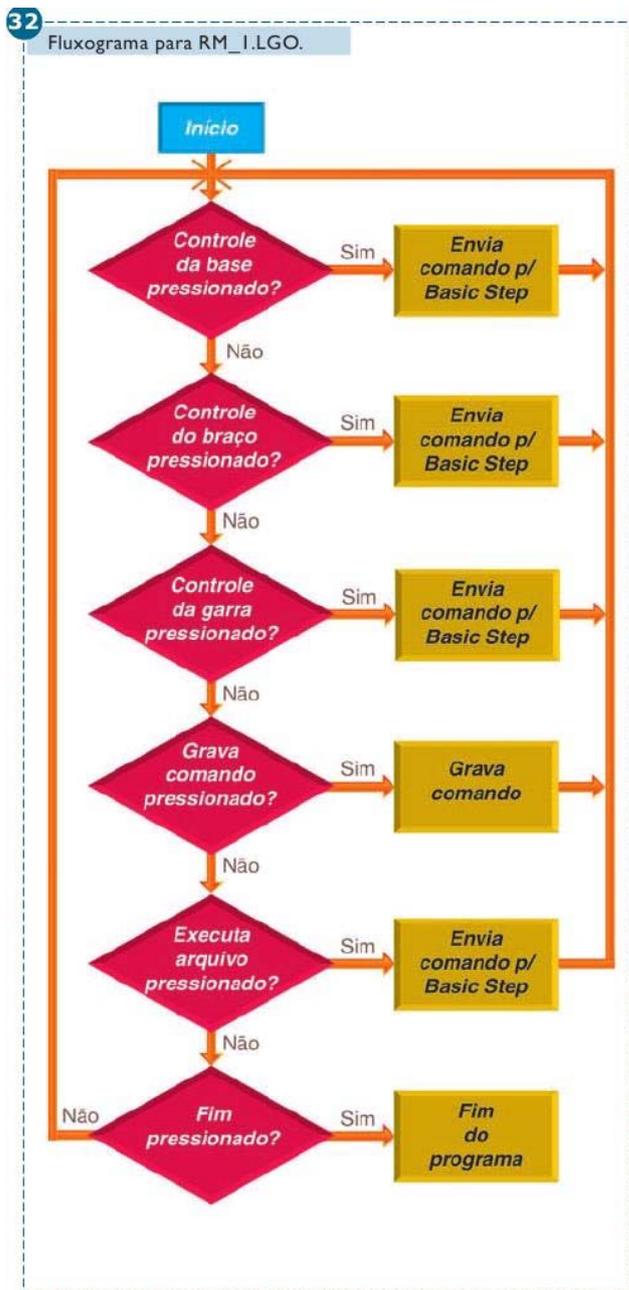
Com tudo devidamente conferido, é hora do teste. Conecte o cabo de gravação do *Basic Step* ou o cabo desenvolvido pelo leitor (dependendo do caso) à porta serial 1 (COM 1) ou porta serial 2 (COM 2). O programa RM_1.LGO foi desenvolvido para rodar na porta COM 1. Se o leitor desejar usar a porta COM 2, altere as linhas de programa como segue: abraporta "com2 mudemodoporta "com2:2400,n,8,1

Esta alteração permitirá o uso da porta COM 2 pelo LOGO. Ligue o RM-1 e execute o programa. As opções do programa são suficientes para operar o braço (**figura 31**). Existem comandos (botões) totais e comandos parciais (barras de rolagem). O leitor também poderá gravar os seus comandos para posteriormente ver o braço executá-los, independentemente do teclado do micro.



Para isso, clique em "Abre Arquivo". O LOGO criará um arquivo chamado RM1.DAT onde guardará os comandos salvos. Execute um comando qualquer no RM-1. Clique em "Salva Comando". E assim sucessivamente. Para cada comando, um clique no botão para salvar o comando. Após salvar todos os comandos você já pode executar os comandos salvos. Clique em "Executa arquivo". O braço repetirá todos os comandos gravados. Ao final ele irá parar, aguardando "novas ordens". O arquivo RM1.DAT conterá os comandos e poderá ser sempre executado.

Na **figura 32**, o leitor poderá observar através do fluxograma o funcionamento do programa RM_1.LGO. O leitor mais experiente em programação poderá também desenvolver um programa diferente para outras operações ou até mesmo inserir novos comandos, ou modificar os já existentes no programa apresentado. As possibilidades são infinitas.



Com seu RM-1 pronto, o leitor poderá pintá-lo, melhorando muito o acabamento do mesmo. As cores e padrões ficam por conta de cada um.

Conclusão

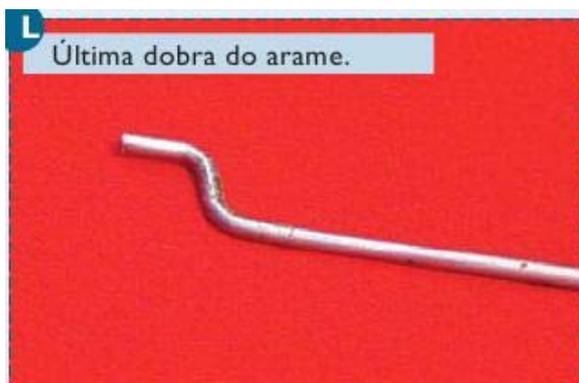
Um braço mecânico, muitas vezes, pode parecer complexo, mas não é! Aconselhamos uma leitura cuidadosa do texto apresentado e uma análise das fotos deste artigo. Faça isso várias vezes, se necessário. Você notará que tudo o que lhe parece “difícil”, ficará mais claro a cada revisão. Esperamos que todos os que se proponham a montar o RM-1, tenham sucesso. Boa montagem!

Dicas de Substituições

Todas as peças de aeromodelos podem ser substituídas. Nosso objetivo foi demonstrar que podemos aproveitar várias peças, de diversas áreas, para a construção de nossos robôs. Devemos estar sempre atentos a possibilidade do emprego de novos materiais.

Link de aeromodelo

Os links de aeromodelo podem ser substituídos por arames com terminação em “Z”. Esta adaptação não permite regulagens de distância. Para fazer este arame siga os passos demonstrados nas **figuras J a L**.



Horn

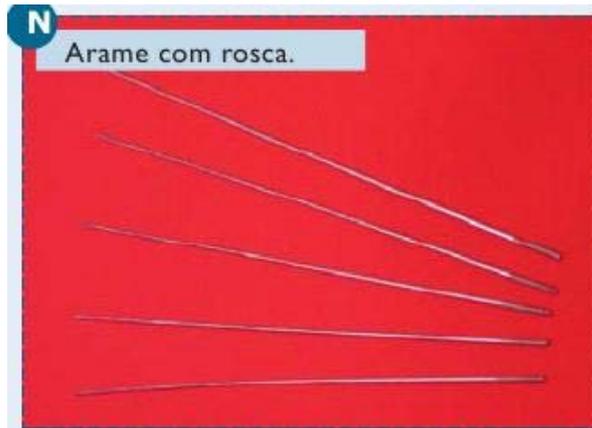
O horn de aeromodelo pode ser montado pelo leitor com madeira compensado de 2 mm, plástico ou qualquer material rijo que o leitor disponha. Na **figura M** temos um exemplo de "horn" comercial.



Arames de aço

Este item pode ser obtido em casas de aeromodelismo, ou mesmo aproveitado de um aro de bicicleta. Ambos possuem rosca em uma única ponta. O corte destes pode ser feito com minifuradeiras com disco de corte fino, ou serra de metal ou mesmo

através de alicates do tipo universal com corte. Na **figura N** temos um exemplo do arame descrito, encontrado em casas de modelismo.



**Originalmente publicado na revista Mecatrônica Fácil - Ano 6 - N°39(Edição digital)*

Extraído do Portal Mecatrônica Atual - Todos os direitos reservados - www.mecatronicaatual.com.br