

Tabela de conteúdo

Uso do modo Vários braços	1
Uso do modo Vários braços: Introdução.....	1
Configuração de uma CMM de vários braços.....	2
Etapa 1: Instalar o PC-DMIS em todos os computadores.....	2
Etapa 2: Determinar o Sistema Braço 1	2
Etapa 3: Corresponder os eixos da CMM para cada braço	3
Etapa 4: Configurar a orientação de montagem do cabeçote da sonda	4
Etapa 5: Defina a conexão de vários braços.....	4
Etapa 6: Conectar os computadores.....	8
Etapa 7: Entrar no modo Vários braços	8
Etapa 8: Calibrar o sistema de vários braços.....	9
Etapa 9: Calibrar os arquivos da sonda de vários braços	19
Etapa 10: Defina a origem de vários braços	20
Criação de uma rotina de medição usando o modo Vários braços	22
Atribuição de um comando a um braço.....	23
Execução da rotina de medição de vários braços	25
Configuração de pontos iniciais para Vários braços	25
Fazer com que um braço aguarde para evitar colisão	27
Utilização da compensação de temperatura com calibração de vários braços	28
Execução da rotina de medição do Braço1 no Braço2	29
Para adicionar um ícone que execute o PC-DMIS no modo Inverter eixos:	30
Caixas de diálogo e de mensagem no Modo braço múltiplo	30

Braços duplos com exemplos de calibração de articulações.....	32
Etapa 1: Definir as informações de conexão e configurar os ângulos.....	33
Etapa 2: Fazer o backup e excluir arquivos	38
Etapa 3: Criar uma relação braço a braço básica	39
Etapa 4: Iniciar uma calibração mais precisa	44
Etapa 5: Executar uma calibração DCC.....	46
Etapa 6: Mapear as articulações do braço 1 usando a ESFERA 1	47
Etapa 7: Mapear as articulações do braço 2 usando a ESFERA 2	49
Etapa 8: Mapear a origem entre os braços	50
Etapa 9: Executar um teste de medição	52
Etapa 10: Mapear as outras extensões.....	53
Etapa 11: Calibrar os trocadores de sonda	54
Etapa 12: Configure os arquivos da rotina de medição para uso automático	56
Etapa 13: Adicionar comandos a AUTO_MAPS.PRG.....	56
Etapa 14: Adicionar comandos a AUTO_UPDATE.PRG	61

Uso do modo Vários braços

Uso do modo Vários braços: Introdução

O modo Vários braços foi criado para comandar CMMs de vários braços. Esse modo é disponibilizado como um pacote complementar. No momento, esta versão aceita apenas o modo vários braços para dois braços. Os dois braços precisam estar conectados para separar computadores com uma versão do PC-DMIS e a licença do PC-DMIS correta em cada computador. Esses braços compartilham de um alinhamento em comum.

Versões mais recentes do PC-DMIS permitem acionar até quatro braços de máquina de uma versão de PC-DMIS utilizando qualquer combinação de um a quatro computadores.

Como o processo de medição é comparável a unidades de braço único, o PC-DMIS deve ser capaz de distinguir o braço que está executando a medição ao utilizar um sistema de vários braços. Os tópicos neste capítulo descrevem como fazer isso.

Os principais tópicos neste capítulo descrevem como configurar um CMM de diversos braços, como criar rotinas de medição usando diversos braços e como compartilhar a rotina de medição entre os braços participantes. Esses tópicos são:

- Configuração de uma CMM de Vários braços
- Criação de uma rotina de medição usando o modo Vários braços
- Execução da rotina de medição do Braço1 no Braço2
- Caixas de diálogo e de mensagem no Modo vários braços
- Braços duplos com exemplos de calibração de articulações



O PC-DMIS precisa estar instalado em todos os sistemas antes de ser executado no modo Vários braços.

Além disso, o valor do **Eixo mundial** na licença do seu PC-DMIS em cada máquina precisa ser configurado corretamente para ativar a operação no modo Vários braços, como se segue:

- A configuração da licença do seu PC-DMIS do computador primário deve detalhar quantos braços secundários serão comandados pelo computador primário. Portanto, um computador primário comandando três braços secundários precisa ter um valor 3 especificado.
- A licença LMS de cada computador secundário precisa ser adequadamente configurada, ou o portlock deve especificar um valor de 1.

Configuração de uma CMM de vários braços

Para configurar uma CMM de vários braços, siga estas etapas:

Etapa 1: Instalar o PC-DMIS em todos os computadores

A primeira etapa necessária para tornar essa opção acessível é instalar o PC-DMIS em todos os computadores que atendam a vários braços. (Consulte a documentação nos procedimentos de instalação do software, se houver necessidade).

A opção Vários Braços deve ser ativada em todos os portlocks. Isso deve estar disponível em todos os computadores.

Etapa 2: Determinar o Sistema Braço 1

Determinar o sistema do Braço1.. Na maioria dos casos, qualquer controlador de braço pode ser usado. Entretanto, se o sistema de vários braços possuir uma mesa giratória, então o sistema Braço1 deve ser o controlador que controla a mesa rotatória.

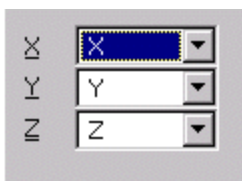
Rotular os braços participantes de alguma forma. A maioria dos usuários costuma chamá-los de "BRAÇO1" e "BRAÇO2".

Etapa 3: Corresponder os eixos da CMM para cada braço

Os eixos da CMM de cada braço devem corresponder. Isto é, os eixos X+, Y+ e Z+ de todos os braços devem seguir na mesma direção.

Se você precisar alterar as atribuições e as direções dos eixos:

1. Verifique se o PC-DMIS está sendo executado no modo on-line.
2. No computador Braço2, selecione **Editar | Preferências | Configurar interface da máquina**. A caixa de diálogo **Opções da máquina** é exibida.
3. Selecione a guia **Eixos**. Ela mostra as caixas de combinação dos eixos X, Y e Z.



4. Use as listas **X**, **Y** ou **Z** para atribuir novamente os eixos da CMM conectada de modo que correspondam aos eixos do Braço1. Normalmente, somente os eixos X e Y precisam de modificação.
5. Clique em **Aplicar** para manter as alterações.
6. Quando a caixa de diálogo fechar, saia do PC-DMIS.
7. Reinicie o PC-DMIS e verifique se as alterações estão corretas movendo os eixos de ambos os braços nas mesmas direções. Verifique se os contadores dos eixos aumentam de acordo.

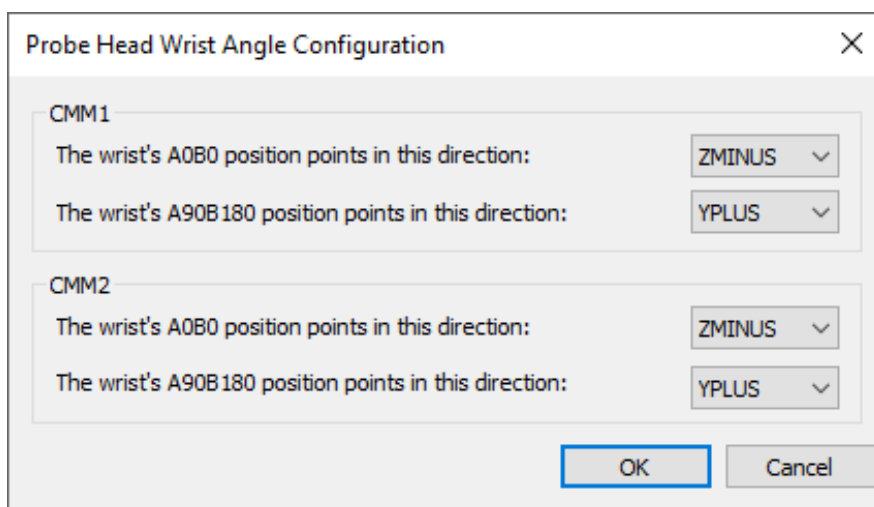


Os valores numéricos nos contadores não coincidirão até que seja concluída a calibração de diversos braços.

Etapa 4: Configurar a orientação de montagem do cabeçote da sonda

Quando o PC-DMIS estiver carregado em todos os sistemas e os eixos corresponderem a ambos os braços, configure a orientação de montagem do cabeçote da sonda:

1. Selecione **Editar | Preferências | Configuração** para exibir a caixa de diálogo **Opções de configuração**.
2. Selecione a guia **Peça/Máquina**.
3. Clique no botão Orientação do cabeçote da sonda. Aparece a **caixa de diálogo Configuração do ângulo da articulação do cabeçote da sonda**.



Caixa de diálogo Configuração do ângulo da articulação do cabeçote da sonda

4. Altere a orientação da montagem, conforme necessário para cada braço CMM.

Etapa 5: Defina a conexão de vários braços

A próxima etapa é configurar o modo Vários braços para o computador atual. Selecione **Editar | Preferências | Configuração de Vários braços**. Essa opção de menu exibe a caixa de diálogo **Configuração de Vários braços**.

Uso do modo Vários braços

Multiple Arm Setup

☐ This computer relays commands from the primary computer

TCP/IP port to read:

Data port:

☒ This computer (primary) drives all arms

Connection settings for arm:

☐ Direct connection:

☒ Remote connection

TCP/IP Address:

TCP/IP Port:

Data Port:

Delay for TCP/IP connection in milliseconds:

☐ This computer is not used in a multiple arm setting

Multiple Arm Calibration Matrix (ArmArm.dat)

Origin:	-8.413807	2887.671612	-98.826299
Rotation X:	0.99999998	-0.000193377	-0.000053385
Rotation Y:	0.000193376	0.999999981	-0.000009681
Rotation Z:	0.000053386	0.000009671	0.999999999


OK Cancel

Caixa de diálogo Configuração de vários braços

Use esta caixa de diálogo para determinar se o computador atual é o computador principal e conduz o outro braço ou braços ou se o computador atual não é o computador, mas transmite comandos do computador principal.

Ao finalizar as alterações nessa caixa de diálogo, clique em **OK** - o PC-DMIS exibe uma mensagem de aviso dizendo ser necessário reiniciar o PC-DMIS para que as alterações sejam bem sucedidas..

Este computador retransmite comandos do computador primário



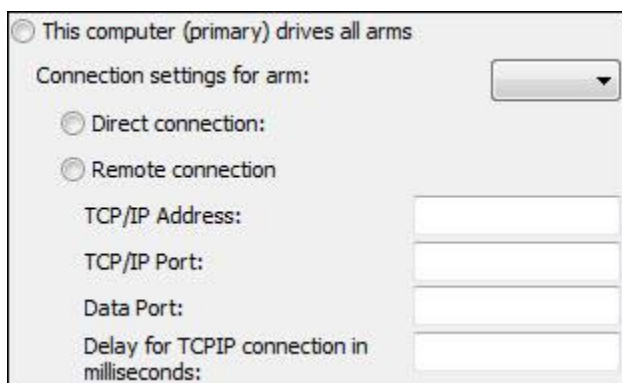
☐ This computer relays commands from the primary computer:

TCP/IP port to read:

Data port:

A opção **Este computador transmite comandos do computador principal** na caixa de diálogo **Configuração de vários braços (Editar | Preferências | Configuração de vários braços)** permite que o computador use um braço não-principal (Braço2 ou mais alto). Neste caso, ele transmite comandos do computador principal. Você pode escolher conectar-se ao computador principal definindo a Porta TCP/IP e a Porta de dados adequadas.

Este computador (primário) aciona todos os braços



☐ This computer (primary) drives all arms

Connection settings for arm:

☐ Direct connection:

☐ Remote connection

TCP/IP Address:

TCP/IP Port:

Data Port:

Delay for TCP/IP connection in milliseconds:

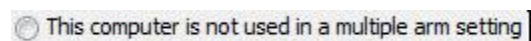
A opção **'Este computador (principal) aciona todos os braços** na caixa de diálogo **Configuração de vários braços (Editar | Preferências | Configuração de vários braços)** permite que o computador seja o computador principal que aciona todos os braços. A conexão desse computador para outros braços pode ser feita utilizando uma Conexão direta ou uma Conexão remota.

Se você selecionar a opção **Conexão remota**, precisa preencher os campos disponíveis para estabelecer a conexão:

1. Selecione o braço na lista **Configurações de conexão para braço**.
2. Digite o endereço IP na caixa **Endereço TCP/IP**.
3. Digite o número de porta do endereço IP na caixa **Porta TCP/IP**.
4. Digite o número da porta de dados na caixa **Porta de dados**.

5. Especifique o atraso de conexão TCP/IP na caixa **Atraso para conexão TCPIP em milissegundos**. Esse valor é o número de milissegundos que o PC-DMIS atrasa antes de tentar uma conexão TCP/IP ao braço especificado a partir do computador atual.

Este computador não é usado na configuração de vários braços



Se o computador não for utilizado na configuração de vários braços, selecione a opção **Este computador não é utilizado na configuração de vários braços** na caixa de diálogo **Configuração de vários braços (Editar | Preferências | Configuração de vários braços)**.

Matriz de calibração de vários braços (ArmArm.dat)

Multiple Arm Calibration Matrix (ArmArm.dat)			
Origin:	-8.413807	2887.671612	-98.826299
Rotation X:	0.99999998	-0.000193377	-0.000053385
Rotation Y:	0.000193376	0.999999981	-0.000009681
Rotation Z:	0.000053386	0.000009671	0.999999999

Essa área exibe os dados de calibração do arquivo ArmArm.dat que o PC-DMIS cria após uma calibração de vários braços. Se o PC-DMIS não encontra o arquivo ArmArm.dat file, ele preenche essa área com os dados da matriz de identidade:

Multiple Arm Calibration Matrix (ArmArm.dat)			
Origin:	0	0	0
Rotation X:	1	0	0
Rotation Y:	0	1	0
Rotation Z:	0	0	1

Toda vez que você executa uma calibração de vários braços, o PC-DMIS atualiza o arquivo ArmArm.dat com os novos valores de calibração e preenche a matriz com os valores dos dados da nova calibração.

Etapa 6: Conectar os computadores

É necessário agora conectar os computadores para que se comuniquem entre si. Utilize um cabo serial de modem nulo entre os dois computadores ou, se os dois computadores estiverem conectados com uma rede, utilize a rede para comunicação entre eles. O tópico "Etapa 5: Configurar a conexão de múltiplos braços" configura estas configurações de comunicação.

Quando os computadores são conectados:

1. Inicie o PC-DMIS no Braço2 e sistemas superiores. *Não* crie uma nova rotina de medição ou ative uma rotina de medição existente. Esses sistemas agora estão prontos.
2. Inicie o PC-DMIS no sistema Braço1 (principal). Crie uma nova rotina de medição (ou ative uma que já esteja disponível). Se estiver criando uma nova rotina de medição, PC-DMIS automaticamente abre a caixa de diálogo **Utilitários da sonda (Inserir | Definição de hardware | Sonda)**.
3. Selecione ou crie um arquivo de sonda que descreva uma sonda do Braço1. Certifique-se de adicionar um ângulo AB para a ponta que planeja usar para calibrar o relacionamento entre os dois braços. *Não calibre as sondas nesse momento.*

Etapa 7: Entrar no modo Vários braços

Quando os dois computadores estiverem configurados e você estiver em uma rotina de medição, a opção de menu **Operação | Inserir modo Vários braços** deve ficar selecionável a partir do computador Braço1 (principal). Selecione esta opção.

O PC-DMIS exibe uma marca de seleção à esquerda da opção **Operação | Inserir modo Vários braços**. O PC-DMIS também exibe a barra de ferramentas **Braços ativos**

Quando o PC-DMIS entra no modo Vários braços, ele procura estabelecer um vínculo entre os diversos sistemas computacionais. Esse link coordenará as atividades de todos os braços.

Resolução de problemas

Se o PC-DMIS não pode estabelecer um link entre os computadores após entrar no modo vários braços, aparece uma mensagem de erro informando que o braço não está respondendo. Estes itens podem causar este problema de comunicação:

- O PC-DMIS não está sendo executado em um computador.
- Uma rotina de medição on-line está ativa em um Braço2 ou computador de nível mais alto.
- As conexões de cabo (ou outras conexões de rede) entre os computadores não está funcionando.
- Definições inseridas na caixa de diálogo **Configuração de Vários braços** (**Editar** | **Preferências** | **Configuração de Vários braços** não estão corretas.

Se há um link estabelecido entre os diversos computadores, pode-se calibrar a relação entre os dois braços.



Sair da rotina de medição ativa também remove o PC-DMIS do modo vários braços.

Etapa 8: Calibrar o sistema de vários braços

Essa etapa aborda a calibração do sistema de vários braços.

Antes da calibração e depois que o PC-DMIS tiver sido iniciado nos sistemas, é preciso definir qualquer sonda a ser utilizada no processo de medição. O PC-DMIS utiliza os dados teóricos das sondas para calibrar o sistema de vários braços.



Não calibre as sondas nesse momento. Apenas verifique se estão corretamente definidas e se foi adicionado um ângulo AB para a ponta que você planeja usar para calibrar o sistema de vários braços.

Na rotina de medição deve haver vários comandos [CARREGARSONDA](#), um para cada braço.



Se você tentou uma calibração de vários braços anteriormente, o PC-DMIS criou arquivos *armtoarm.dat*. Ele armazena esses arquivos no diretório de instalação do PC-DMIS, nos computadores do braço1 e Braço2. Você deve excluir ou renomear esses arquivos antes de continuar, de modo que os dados de tentativas de calibração anteriores não afetem negativamente o seu processo de calibração atual.

Siga este procedimento de calibração:

Parte 1 do procedimento de calibração

Caixa de diálogo Calibração de vários braços

1. Selecione o menu de opções **Operação | Calibrar/Editar | Modo Vários braços** (disponível somente no modo on-line). Isto exibe a caixa de diálogo **Calibração de vários braços**.
2. Verifique se os arquivos da sonda e as pontas da sonda corretos estão selecionados nas listas de braço da caixa de diálogo.

3. Certifique-se de que a ferramenta de calibração está disponível na **Lista de ferramentas disponíveis**. A ferramenta apenas é necessária se for selecionada a opção **Os dois braços medem a ferramenta**.
4. Se desejar, defina os valores **Pré-toque / Retração**, **Velocidade de movimento** e **Velocidade de toque**. Durante a calibração, esses valores suplantam os mesmos valores listados na caixa de diálogo **Medir sonda (Inserir | Definição de hardware | Sonda | Medição)**. Além disso, são compartilhados por ambos os braços para garantir que irão operar usando as mesmas condições durante a calibração:
 - **Pré-toque / retração** - Define o valor da distância da peça ou da ferramenta de calibração. A velocidade do PC-DMIS diminui para a **Velocidade de toque** definida enquanto estiver dentro dessa distância. Ela permanece na **Velocidade de toque** até que o toque seja recebido e a distância alcançada novamente. Nesse ponto, o PC-DMIS retorna para a **Velocidade de movimento** definida.
 - **Velocidade de movimento** - Define a velocidade que o PC-DMIS usa para mover a sonda para a posição para receber toques durante diversas calibrações de braço.
 - **Velocidade de toque** - Define a velocidade que o PC-DMIS usa para receber toques durante diversas calibrações de braço.



Dependendo do estado da caixa de diálogo **Exibir velocidades absolutas** na guia **Peça/Máquina** da caixa de diálogo **Opções de configuração (Editar | Preferências | Configuração)**, as caixas acima **Velocidade de movimento** e **Velocidade de toque** podem receber uma velocidade absoluta (mm/seg) ou uma porcentagem da velocidade máxima definida para a máquina.

5. Escolha o que vai calibrar selecionando ou a opção **Orientação e origem**, ou a opção **Somente origem**.
 - Selecionar a opção **Orientação e origem** cria uma transformação tridimensional entre os dois braços para compensar qualquer falta de quadratura entre os dois braços. Você tem que fazer isso *pelo menos uma vez* (normalmente isso é feito de forma periódica com poucos meses de intervalo).
 - Selecionar **Somente origem** corrige somente a origem entre os dois braços. Você deve fazer esse tipo de calibração com mais frequência, seguindo os procedimentos de calibração da sonda. Ao calibrar a sonda, o PC-DMIS pergunta se a ferramenta foi movimentada. Se você informa o

PC-DMIS que não houve movimento, não precisa ajustar a origem braço-a-braço. Se você responde que a ferramenta foi movimentada, após a calibração das pontas da sonda, retorne a essa caixa de diálogo e escolha o tipo **Somente origem** para calibração braço-a-braço.



Com **Somente origem**, é preciso verificar se você está utilizando pontas calibradas.

6. Defina como executar a calibração selecionando ou **Calibração Manual** ou **Calibração DCC**.

- Se foi escolhida a opção **Calibração manual**, o PC-DMIS pede para medir cada posição da esfera utilizando o jogbox da CMM. Depois de fazer o primeiro toque no topo da esfera, o PC-DMIS faz os toques restantes no modo DCC.
- Se foi selecionada a opção **Calibração DCC**, você é solicitado a fornecer as posições da esfera. Em seguida, o computador executa o controle de movimento da calibração.

Clique no botão **Editar posições** para alterar a localização de cada posição da esfera digitando as coordenadas X, Y e Z. Pode ser útil ler a posição do braço ativo para preencher estes três valores. Lembre-se de que clicar no botão **Concluído** do jogbox permite ler a atual posição do braço.



Você primeiro precisa fazer pelo menos uma calibração braço-a-braço de origem no modo Manual para estabelecer a relação básica entre os dois braços. Quando você conclui uma calibração braço-a-braço, o PC-DMIS gera um arquivo *armarm.results* e o armazena no diretório definido através da opção de menu **Definir caminho de pesquisa** (consulte o tópico "Especificação de caminhos de pesquisa" no capítulo "Configuração de preferências"). Esse arquivo de texto pode ser visualizado usando-se qualquer editor de texto. Ele mostra o quanto as esferas são vantajosas depois de você fazer o ajuste inicial. Em particular, ele exibe o "*erro de ajuste*". Essa informação pode ajudar a mostrar a exatidão geral da calibração.

7. Digite um número na caixa **Número de esferas a medir**. Esse valor determina o número de esferas o PC-DMIS mede para cada braço. Se digitar um número de

esferas maior do que 1, o PC-DMIS faz a média das medidas para criar a origem.

- Se você usar a opção **Calibração Manual**, o PC-DMIS solicita a medição manual dessas posições.
- Se você usa a opção **Calibração DCC**, o PC-DMIS direciona automaticamente cada braço para medir essas posições. O número mínimo de esferas é três.



Verifique se as esferas não estão na mesma posição. Caso contrário, a calibração termina com resultados incorretos.

8. Use as opções disponíveis abaixo para determinar como o PC-DMIS utiliza os braços para medir as ferramentas.

Os dois braços medem a ferramenta

- Se você seleciona essa opção e usa **Calibração Manual**, o PC-DMIS solicita que você meça cada posição da esfera com os dois braços.
- Se você seleciona essa opção e usa **Calibração DCC**, o PC-DMIS direciona ambos os braços para medir uma esfera em cada uma das posições definidas na caixa de diálogo **Editar posições de calibração**. Assegure-se de ter o número desejado de posições de esfera realmente presentes na CMM, pois não há tempo suficiente para mover fisicamente a esfera entre duas medições.

O primeiro braço segura e o segundo mede

- Se você seleciona essa opção e usa **Calibração manual**, o PC-DMIS solicita que você mova o Braço1 para cada posição e que faça a medição da ferramenta esférica com o Braço2.
- Se você seleciona essa opção e usa **Calibração DCC**, o PC-DMIS move o Braço1 para cada uma das posições de calibração fornecidas e comanda o Braço2 para medir a esfera nessa posição. Nessa opção, é preciso ter uma esfera especial montada na extremidade do braço.

O segundo braço segura a ferramenta e o primeiro braço faz a medição

- Se você selecionar essa opção ao utilizar **Calibração Manual**, o PC-DMIS solicita que se mova o Braço 2 para cada posição e que se faça a medição da ferramenta esférica com o Braço 1.
 - Se você selecionar essa opção ao utilizar **Calibração DCC**, o PC-DMIS move o Braço 2 para cada uma das posições de calibração fornecidas e comanda o Braço 1 para medir a esfera nessa posição. Nessa opção, é preciso ter uma esfera especial montada na extremidade do braço.
9. Clique **Calibrar** assim que este botão estiver habilitado. Ele permanece desabilitado até que sejam selecionados todos os parâmetros de calibração necessários.

Se você selecionar **Os dois braços medem a ferramenta**, os itens a seguir têm que ser fornecidos antes que o botão **Calibrar** fique disponível:

- Um nome de arquivo de sonda e ângulo de ponta Braço1 válidos.
- Um nome de arquivo de sonda e ângulo de ponta Braço2 válidos.
- Uma ferramenta válida especificada na lista de ferramentas disponíveis.

Se você selecionar **Primeiro braço segura a ferramenta e o segundo mede**, os itens a seguir devem ser fornecidos antes que o botão **Calibrar** fique disponível:

- Um nome de arquivo de sonda e ângulo de ponta Braço1 válidos.
- Um nome de arquivo de sonda e ângulo de ponta Braço2 válidos.
- O tipo de ponta Braço1 deve ser do tipo FIXEDBALL conforme especificado em probe.dat.

Se você selecionar **Segundo braço segura a ferramenta e o primeiro mede**, os itens a seguir devem ser fornecidos antes que o botão **Calibrar** fique disponível:

- Um nome de arquivo de sonda e ângulo de ponta Braço1 válidos.
 - Um nome de arquivo de sonda e ângulo de ponta Braço2 válidos.
 - O tipo de ponta Braço2 deve ser do tipo FIXEDBALL conforme especificado em probe.dat.
10. Quando você clica nesse botão, O PC-DMIS começa a calibração solicitada. Será criado um alinhamento entre o Braço 1 e o Braço 2, nivelando, girando e definindo a origem.

- Se foi selecionada a opção **Calibração Manual**, você tem que se começar tomando um ponto no alto da ferramenta. O PC-DMIS mede automaticamente o restante dos pontos. Depois de ter medido a ferramenta na posição atual, o PC-DMIS solicita que você o mova para uma nova localização na mesa.
- Se foi selecionada a opção **Calibração DCC**, o PC-DMIS mede somente cada uma das posições da esfera de calibração determinadas. Assegure-se de que as localizações da ferramenta na mesa *não* sejam colineares (em uma linha). Posicione as localizações da ferramenta o mais distante possível uma da outra, com pelo menos uma das posições sendo elevada no eixo Z.



Uma forma alternativa de calibrar máquinas DCC envolve a execução de uma calibração manual **Somente origem** seguida por uma calibração DCC **Orientação e origem**. Esse método é útil em máquinas maiores nas quais é razoável presumir que os eixos X e Z são relativamente paralelos. Isso seria seguido pela calibração da sonda e, em seguida, por uma calibração **Somente origem**, descrito posteriormente neste capítulo.

Parte 2 do procedimento de calibração

Concluída a calibração descrita na Peça 1, você precisa calibrar os dois arquivos da sonda Braço1 e Braço2 na mesma ferramenta de calibração. Esta ação redefine o relacionamento de origem entre as duas pontas. Não é alterado o nível ou a rotação do alinhamento; apenas a origem. Se você usar uma articulação PHS, será preciso fazer uma calibração de articulação com os dois braços na ferramenta comum.

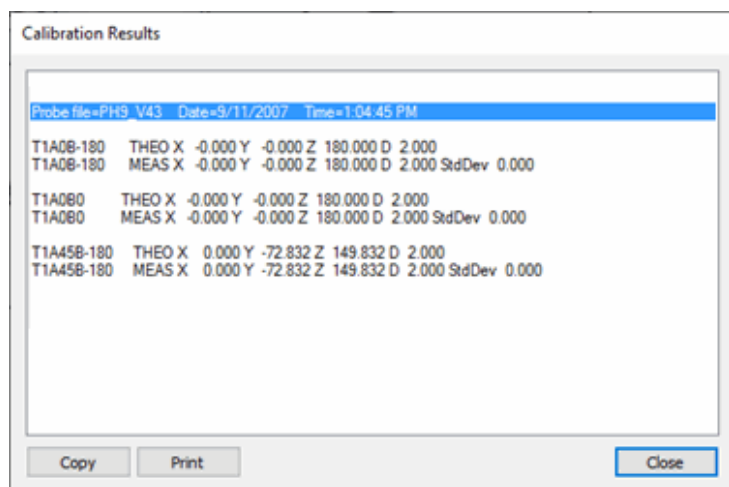
Siga este procedimento:

1. Clique no botão **Braço 1 ativo** na barra de ferramentas **Braços ativos** (**Visualizar | Barras de ferramentas | Braços ativos**). A maioria dos usuários atribui esse botão ao computador principal.
2. Acesse a caixa de diálogo **Utilitários da sonda** (**Inserir | Definição de Hardware | Sonda**).
3. Se o PC-DMIS perguntar se deseja carregar um novo arquivo de sonda, clique em **Não**.
4. calibre a sonda Braço1 (ou faça uma calibração de articulação, caso esteja usando um PHS). O PCDMIS pergunta se a ferramenta foi deslocada.
5. Clique em **Sim e siga os avisos na tela**.
6. Ao concluir a calibração, saia da caixa de diálogo **Utilitários do sensor**.

7. Clique no botão **Braço 2 Ativo** na barra de ferramentas **Braços Ativos**. A maioria dos usuários atribui esse botão ao computador Arm2.
8. Acesse a caixa de diálogo **Utilitários da sonda** para calibrar a sonda Braço2 (ou faça uma calibração da articulação, caso esteja usando um PHS).
9. Desta vez, quando o PC-DMIS perguntar se a ferramenta foi deslocada, clique em **Não**.

Depois de ter calibrado ambos os arquivos de sonda no modo de diversos braços, você concluiu a calibração dos vários braços. O PC-DMIS copia o arquivo Braço 2, os dados da ferramenta e os dados de transformação braço-a-braço para o computador do Braço 2. Isso permite executar o Braço 2 independentemente, como se fosse uma extensão do sistema coordenado do Braço 1, ou executá-los juntos no modo de vários braços.

Visualizando os resultados da calibração



Se for necessário, acesse os resultados de calibração clicando no botão **Resultados** na caixa de diálogo **Utilitários da sonda**. Isso exibe a caixa de diálogo **Resultados de calibração**, que mostra informações sobre as pontas calibradas do arquivo da sonda relacionada. Você pode visualizar os resultados da calibração do Braço2 da mesma maneira no computador do Braço2.

Executando uma calibração automática

Além da calibração usual de vários braços, o PC-DMIS permite executar uma calibração *automática* dos braços. O PC-DMIS fornece um comando que calibra automaticamente a sonda atual durante a execução da rotina de medição. Ele inicia a rotina de calibração uma vez executado o comando. Para inserir este comando, selecione a opção de menu **Inserir | Calibrar | Calibração automática Vários braços**.

Uso do modo Vários braços

O bloco de comandos a seguir é inserido na janela Edição:



```
AUTOCALIBRAR/VÁRIOSBRAÇOS,  
BRAÇO_QUE_MEDE=AMBOS, MODO_MEDIÇÃO=DCC,  
TIPO_OPERAÇÃO=ORIGEM, ID_FERRAMQUAL=ESFERA3,  
MEDIR_NO_CENTRO 1=<0,0,0>  
BRAÇO 1=CMM1, BRAÇO 2=CMM2
```

A seguir, uma descrição dos itens desse bloco de comandos:

BRAÇO_QUE_MEDE=

Indica o braço que executa a medida (não o que segura a ferramenta). As opções são **AMBOS**, **BRAÇO 2** ou **BRAÇO 1**.

MODO_MEDIÇÃO=

Indica se a calibração será executada no modo **MANUAL** ou **DCC**.

TIPO_OPERAÇÃO=

Indica se a calibração é para **ORIENTAÇÃO E ORIGEM** ou somente **ORIGEM**.

QUALTOOL_ID=

Especifica o nome da ferramenta de qualificação usada.

MEDIR_NO_CENTRO 1=

A localização X, Y ou Z utilizada para medida quando utilizando o **MODO_CALIBRAÇÃO=DCC**. Isso não está presente no comando se utilizar **MODO_CALIBRAÇÃO=MANUAL**

Pressione F9 para abrir a caixa de diálogo **Calibração automática de vários braços**.

Caixa de diálogo Calibração automática de vários braços

A maioria dos itens dessa caixa de diálogo é igual aos usados da caixa de diálogo **Calibração vários braços (Operação | Calibrar/Editar | Modo Vários braços)**. As diferenças estão relacionadas abaixo:

Você não pode especificar a sonda e a ponta para o Braço 1 ou o Braço 2. Elas são mostrados nas listas dessa caixa de diálogo somente para fins de informação. O comando [CALIBRAÇÃO AUTOMÁTICA/VÁRIOS BRAÇOS](#) obtém essas especificações do conteúdo da rotina de medição na qual o comando é utilizado.

Sonda do primeiro braço

Somente para exibição. É determinado pelo comando [CARREGAR SONDA](#) do Braço2 que precede o comando [CALIBRAÇÃO AUTOMÁTICA/VÁRIOS BRAÇOS](#).

Ponta do primeiro braço

Somente para exibição. É determinado pelo comando **TIP** para o Braço1 que precede o comando **AUTOCALIBRATE/MULTIPLEARM**.

Sonda do segundo braço

Somente para exibição. É determinado pelo comando **LOADPROBE** do Braço2 que precede o comando **AUTOCALIBRATE/MULTIPLEARM**.

Sonda do segundo braço

Somente para exibição. É determinado pelo comando **TIP** para o Braço2 que precede o comando **AUTOCALIBRATE/MULTIPLEARM**.

Etapa 9: Calibrar os arquivos da sonda de vários braços

Agora que o sistema foi calibrado, é necessário calibrar os arquivos da sonda de vários braços.

Para essa calibração, é possível:

- Calibrar qualquer braço em qualquer ordem.
- Utilizar diferentes ferramentas de calibração para calibrar diferentes braços.
- Calibrar Braço2 a partir do computador Braço2 e Braço1 a partir do computador Braço1.
- Calibrar a sonda Braço2 na mesma ferramenta de calibração da sonda Braço1.
- Somente calibrar um braço de cada vez.

Após essa calibração, o PC-DMIS sincroniza os arquivos de sonda de diversos computadores para a próxima vez em que o computador Braço1 entrar no Modo Vários braços.

Braço1 Calibração do arquivo da sonda

Se você deseja calibrar o arquivo da sonda Braço1:

1. Selecione o ícone **Braço 1 ativo** na barra de ferramentas **Braços ativos** (**Visualizar** | **Barras de ferramentas** | **Braços ativos**).
2. Acesse a caixa de diálogo **Utilitários da sonda** (**Inserir** | **Definição de Hardware** | **Sonda**).

3. Siga os procedimentos existentes no tópico "Calibração de pontas de sonda" da documentação "PC-DMIS CMM" para obter informações sobre como calibrar arquivos de sonda.

Braço 2 Calibração do arquivo da sonda

Se você deseja calibrar o arquivo da sonda Braço2:

1. Selecione o ícone **Braço 2 ativo** na barra de ferramentas **Braços ativos** (**Visualizar** | **Barras de ferramentas** | **Braços ativos**).
2. Acesse a caixa de diálogo **Utilitários da sonda** (**Inserir** | **Definição de Hardware** | **Sonda**).
3. Siga os procedimentos descritos no tópico "Calibração de pontas de sonda" da documentação "PC-DMIS CMM" para obter informações sobre como calibrar arquivos de sonda.

Desejando utilizar uma ferramenta de calibração diferente da utilizada para o arquivo de sonda Braço1, selecione a ferramenta SPHERE(ARM 2) durante a calibração da sonda Braço2.

Para selecionar o ferramenta SPHERE(ARM 2):

1. Selecione **Inserir** | **Definição de hardware** | **Sonda**.
2. Clique em **Medir**. Aparece a caixa de diálogo **Medir sonda**.
3. Clique em **Editar ferramenta**. Aparece a caixa de diálogo **Editar ferramenta**.
4. Selecionar **SPHERE(ARM 2)** da lista **Tipo de Ferramenta**.
5. Clique em **OK** para confirmar a opção. A informação sobre SPHERE(ARM 2) aparece na parte inferior da caixa de diálogo **Medir sonda**.

Etapa 10: Defina a origem de vários braços

A etapa final da calibração de vários braços é definir a origem entre os dois braços. Isso deve ser feito com arquivos da sonda calibrados em ambos os braços, 1 e 2.

Para definir a origem de vários braços:

1. Abra a caixa de diálogo **Calibração Vários braços** (**Operação** | **Calibrar/Editar** | **Modo Vários braços**).

Uso do modo Vários braços

Multiple Arm Calibration

First arm: CMM1 Second arm: CMM2

Prehit/retract: 6 ☐ Manual calibration

Move speed (mm/sec): 144 ☒ DCC calibration

Touch speed (mm/sec): 6

Type of operation

☐ Orientation and origin

☒ Origin only

Calibration Mode

☒ Both arms measure tool

☐ First arm holds tool and second arm measures

☐ Second arm holds tool and first arm measures

First arm probe: ARM1P1 Second arm probe: ARM2P1 Number of spheres to measure: 1

First arm tip: T1A0B0 Second arm tip: T1A0B0 Edit Positions...

List of available tools:

+Z SPHERE 0,0,1 24.992 0

Calibrate

Add Tool... Delete Tool Edit Tool... Cancel

Caixa de diálogo Calibração de vários braços

2. Selecione a opção **Somente origem**.
3. Na caixa **Número de esferas a medir**, digite o número de esferas a serem medidas para estabelecer a origem. Se mais de uma posição de esfera for medida, o PC-DMIS faz a média das posições para estabelecer a origem.
4. Selecione a opção **Os dois braços medem a ferramenta**.
5. Selecione os arquivos da sonda e das pontas corretos.
6. Selecione a opção **Calibração Manual** ou **Calibração DCC**. Se você selecionou **Calibração DCC**, verifique se foi definida a posição correta da esfera utilizando a caixa de diálogo **Editar posições de calibração**.
7. Na **Lista de ferramentas disponíveis**, selecione uma ferramenta que defina o diâmetro e a orientação correta da ferramenta de calibração a ser medida.
8. Clique no botão **OK**.
 - Se você selecionou a opção **Calibração manual**, o PC-DMIS pede a você que meça um único ponto na esfera com o sistema de vários braços. Em seguida, são medidos os demais pontos no modo DCC ao redor da esfera.

- Se você selecionou a opção **Calibração DCC**, o PC-DMIS direciona os braços para as posições da esfera definidas na caixa de diálogo **Editar posições de calibração**.

Depois de ter calibrado todos os arquivos da sonda no modo Vários braços e definido a origem braço-a-braço, o processo de calibração é concluído.



Após terminar a calibração de vários braços e executar uma calibração de articulação (consulte "Calibração de articulação" no capítulo "Utilização de um dispositivo de articulação"), você precisa repetir a operação de articulação Somente origem conforme descrito anteriormente em "Etapa 8: Calibrar o sistema de braços múltiplos".

O PC-DMIS copia o arquivo de sonda do Braço 2, os dados da ferramenta e os dados de transformação braço-a-braço para o computador do Braço 2. Isso permite que o Braço 2 seja executado independentemente, como se fosse uma extensão do sistema de coordenadas do Braço 1.. Você também tem a opção de executá-los juntos no modo de vários braços. Cada vez que você entra no modo de vários braços (selecionando **Operação | Entrar no modo de vários braços**), o PC-DMIS sincroniza o seguinte entre os dois computadores:

- Alterações no arquivo da sonda
- Alterações na calibração da articulação
- Alterações nos dados do mapa de erros
- Dados do trocador de sondas
- Alterações nos dados da ferramenta de calibração

Criação de uma rotina de medição usando o modo Vários braços

Estando as sondas definidas e calibradas, você pode criar a rotina de medição. Você cria a rotina de medição de vários braços de maneira semelhante a qualquer outra rotina de medição. Em uma rotina de medição de vários braços é necessário atribuir braços específicos para executar comandos diferentes e definir zonas de exclusão para que essas braços não venham a colidir. Os tópicos abaixo descrevem como fazer isso:

Atribuição de um comando a um braço

Por padrão, o PC-DMIS atribui novos comandos ao braço atualmente ativo. Você pode usar a barra de ferramentas **Braços ativos (Visualizar | Barras de ferramentas | Braços ativos)** para trocar o braço atualmente ativo ou para executar apenas os comandos ligados a um braço específico.



Barra de Ferramentas Braços Ativos

A barra de ferramentas **Braços ativos** contém diversos ícones com seus correspondentes coloridos de marca de verificação de código. Cada ícone de braço corresponde a um braço na máquina.

	Braço1
	Braço2
	Executar no Braço 1
	Executar no Braço 2
	Mover para o ponto inicial do braço 1
	Mover para o ponto inicial do braço 2
	Executar a partir do ponto inicial

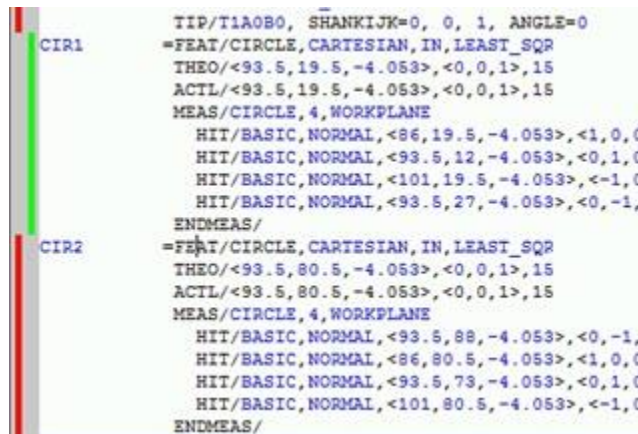
Os ícones *Braço(n)* (aqueles com números) mudam de braço ativo atual.

Os ícones *Execução no braço(n)* (com marcas de verificação) executam apenas os comandos associados a um braço específico.

Os ícones *Mover para o ponto de início do braço(n)* movem o cursor na rotina de medição até o topo da posição inicial do braço.

O ícone *Executar a partir do ponto inicial* executa a rotina de medição para os dois braços que estão atualmente no ponto inicial definido.

Quando o modo Vários braços é iniciado, o PC-DMIS insere linhas coloridas *verticais* na margem esquerda do modo Comando da janela Edição. Isso é usado para identificar quais comandos são usados para cada braço. (No modo Resumo, o PC-DMIS indica em negrito os comandos atribuídos ao Braço2.)



A janela Edição com linhas verdes (elemento CIR1) e vermelhas (elemento LIN1) atribuídas às partes do braço 2 e braço 1, respectivamente.

- Os elementos atribuídos ao braço 1 são indicados utilizando a linha vermelha;
- Os elementos atribuídos ao braço 2 são indicados usando a linha verde;
- Os elementos atribuídos a vários braços são indicados utilizando diversas linhas coloridas.

As barras *horizontais* (em vez das verticais), significam que os comandos afetam os dois braços e que nenhum dos braços está autorizado a executar esse comando até que ambos executem todos os comandos anteriores. Esse tipo de comando (normalmente um comando de desvio ou de alinhamento) é executado pelos dois braços ao mesmo tempo.

Atribuição de um comando existente a um Novo braço

O item de menu **Alternar marcações de vários braços** está disponível apenas em sistemas que já estão inseridos no modo vários braços.

Se houver comandos atribuídos a um determinado braço e se deseja atribuir esses comandos a um braço diferente (ou vice-versa), faça o seguinte:

1. Coloque a Janela Edição no modo Comando.
2. Selecione o comando da Janela Edição a ser adicionado.
3. Selecione **Operação | Alternar marcações de vários braços**.

Uso do modo Vários braços

Ao selecionar essa opção, o PC-DMIS conecta todos os comandos realçados ao outro braço.

- Se nenhum comando estiver realçado, o PC-DMIS conecta o comando na posição do cursor na janela Edição.
- É possível atribuir a maioria dos comandos a serem executados pelo Braço1, Braço2 ou ambos os braços. Por exemplo, pode-se criar um comando **PRÉ-TOQUE** ou **ALINHAMENTO** para ser aplicado ao Braço1 e ao Braço2 ou apenas a um dos braços.
- Não é possível atribuir determinados comandos a ambos os braços. O que inclui *elementos, toques, dimensões e comandos de sonda*.

Execução da rotina de medição de vários braços

Ao executar a rotina de medição, a menos que a seleção tenha sido apenas os comandos para determinado braço, o fluxo da rotina de medição continua normalmente da parte superior da janela Edição até a parte inferior. Cada braço executa os comandos que lhe foram atribuídos.



Quando você executa no modo de vários braços, o Braço2 executa um pouco depois do Braço1. Este tipo de atraso é normal.

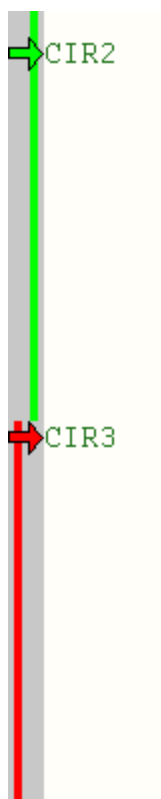
Configuração de pontos iniciais para Vários braços

Você pode designar pontos iniciais para o braço em uso selecionando o ícone



Configurar ponto inicial () na barra de ferramentas da **janela Edição**. Isto também pode ser feito clicando-se com o botão direito do mouse na janela Edição no modo Comando e selecionando-se o ponto inicial a partir do menu de atalho.

Para definir diversos pontos iniciais, mude o atual braço de aprendizado antes de clicar no ícone da barra de ferramentas **Definição do ponto inicial**.



Será exibida uma seta especial de ponto inicial na margem esquerda da janela Edição em uma cor que corresponde à cor do braço ativo na barra de ferramentas **Braços Ativos (Visualizar | Barras de ferramentas | Braços ativos)**.

A captura de tela à esquerda mostra que o Braço 1, em vermelho, começará a execução em CIR3, enquanto Braço 2 em verde começara a execução em CIR2.

Se a execução é cancelada, o PC-DMIS automaticamente move os pontos iniciais para cada braço para o comando onde a execução foi cancelada para cada braço.

Os pontos iniciais dizem ao PC-DMIS para iniciar a execução da rotina de medição no ponto selecionado na opção de menu **Arquivo | Execução parcial | Executar a partir dos pontos iniciais**. Consulte o tópico "Configuração de pontos iniciais" no capítulo "Edição de uma rotina de medição" para obter mais informações sobre o uso de pontos iniciais.



Lembre-se de que caso a ponta utilizada para essa localização na rotina de medição não corresponda com a atual orientação da cabeça da sonda, o PC-DMIS não retorna para executar o comando da ponta acima para alterar a orientação da ponta.

Fazer com que um braço aguarde para evitar colisão

Algumas vezes, um braço pode esperar até que o outro termine a medida em uma área de sobreposição. Normalmente, isso é feito para evitar uma colisão entre os braços. Há dois comandos diferentes para evitar isso.



Você não pode utilizar um comando `MOVIMENTO/SINC` dentro de uma zona de Exclusão de movimento.

Uso de um comando de movimento sincronizado

É possível colocar os comandos `MOVIMENTO/SINC` no início e no fim de uma sequência de medida para verificar se apenas um braço está se movendo. Consulte Inserção de um comando de movimento sincronizado no capítulo Inserção de comandos de movimento para obter mais informações.

Utilizando um comando de movimento exclusivo



Você não pode utilizar um comando `MOVIMENTO/SINC` dentro de uma zona de Exclusão de movimento.

É possível utilizar o comando `MOVIMENTO/ZONA_EXCLUSIVA`.

- A vantagem de utilizar esse método é que o PC-DMIS só faz com que um dos braços aguarde se o outro braço estiver nessa zona.
- A desvantagem é que é preciso colocar comandos `MOVIMENTO/ZONA_EXCLUSIVA` ao redor de todos os blocos de comandos que comandam um braço na área sobreposta, no meio do volume de braços duplos.

Para utilizar esse comando:

1. Localize a seqüência de comandos que faz com que um dos braços entre na parte sobreposta do volume da CMM.
2. Coloque um comando `MOVIMENTO/ZONA_EXCLUSIVA=LIG` no início da seqüência.
3. Coloque um comando `MOVIMENTO/ZONA_EXCLUSIVA=DESL` no final da seqüência.

O comando `MOVIMENTO/ZONA_EXCLUSIVA=LIG` é usado para especificar dois pontos dos cantos que formam uma zona 3D. O PC-DMIS reserva essa zona para o braço ao qual é atribuído o comando. Se o outro braço já estiver na zona solicitada, o PC-DMIS aguarda até que o primeiro braço esteja fora do caminho e saia do espaço contestado com um comando `MOVIMENTO/ZONA_EXCLUSIVA=DESL`. Para mais informações, consulte o tópico "Inserção de um comando Mover zona de exclusão" no capítulo "Inserção de comandos Mover", na documentação do PC-DMIS Core.

Utilização da compensação de temperatura com calibração de vários braços

Um par térmico é um par termoeletrico que mede diferenças de temperatura.

Se estiver fazendo uma compensação de temperatura nas CMMs, é necessário inserir dois comandos de compensação de temperatura na rotina de medição - um comando para o Braço 1 e outro para o Braço 2. Além disso, somente o termopar da peça que está anexada ao controlador do Braço 1 é utilizado para registrar a temperatura da peça.

Além de apresentar o arquivo STP (Serv1.stp) no diretório correto do computador do Braço2, você também deve garantir que outro arquivo STP para o Braço2 (chamado Serv1s.stp) resida no diretório correspondente do computador do Braço1. Para fazer isso, copie Serv1.stp do computador do Braço2, renomeie para Serv1s.stp e coloque no computador do Braço1.

Sincronização dos Braços para os Comandos TEMPCOMP

Tendo os comandos TEMPCOMP inseridos, é necessário assegurar que os braços estão sincronizados. Para isto, insira dois comandos MOVER/SINC, um antes e outro após o comando TEMPCOMP atribuído ao BRAÇO 2, conforme mostrado aqui:

```
MOVESPEED/ 100
FLY/ON,3
TEMPCOMP/ORIGIN=0,0,0,Material Coeff=0.0000115,Reference Temp=20
,Hi Threshold=40,Lo Threshold=10,Sensor num=3
,X Axis Temp=21.141,Y Axis Temp=22.7843,Z Axis Temp=23.3941,Part Temp=21.6783
LOADPROBE/TEST_MASTER
MOVE/SYNC
TEMPCOMP/ORIGIN=0,0,0,Material Coeff=0.0000115,Reference Temp=20
,Hi Threshold=40,Lo Threshold=10,Sensor num=3
,X Axis Temp=,Y Axis Temp=,Z Axis Temp=,Part Temp=21.3603
MOVE/SYNC
LOADPROBE/TEST_MASTER
TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, -1, 0, ANGLE=0
LOADPROBE/TEST_SLAVE
TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, 1, 0, ANGLE=180
```

Os itens destacados neste gráfico mostram os dois comandos MOVER/SINC ao redor do comando TEMPCOMP para o Braço2

- O primeiro comando MOVER/SINC fornece a sequência correta para colocar os valores de temperatura no relatório. Isto assegura que os valores de temperatura sejam exibidos primeiro para o Braço 1.
- O segundo comando MOVER/SINC previne o Braço 2 de realizar a medição antes que o Braço 1 finalize a obtenção da temperatura das peças.

Para maiores informações sobre MOVER/SINC, consulte Inserir um comando Mover sinc no capítulo Inserção de comandos Mover.

Para obter mais informações sobre compensação de temperatura, consulte o tópico Compensação de temperatura no capítulo Configuração de preferências.

Execução da rotina de medição do Braço1 no Braço2

Se for necessário executar a rotina de medição do Braço1 no Braço2, você pode executar o PC-DMIS no modo Inverter eixos. Esse modo inverte internamente o sinal dos eixos X e Y, tornando o eixo Y positivo em direção ao centro da máquina, e o eixo X na direção oposta ao eixo X do Braço1.

Todos os arquivos de sensor, mapas de articulação, trocadores de ferramenta e outros arquivos de compensação de erros e de calibração preexistentes são utilizados nesse modo sem nenhuma alteração.



As calibrações feitas no modo normal ou no modo Inverter eixos são corrigidas e podem ser utilizadas em qualquer um dos modos.

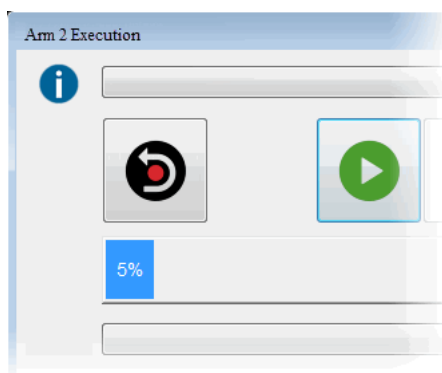
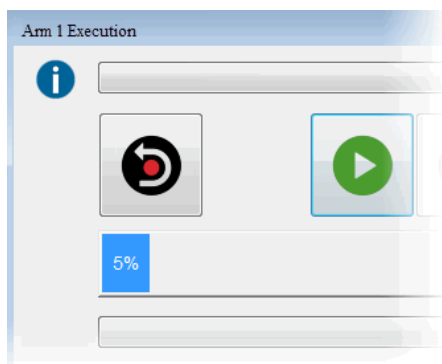
Para adicionar um ícone que execute o PC-DMIS no modo Inverter eixos:

1. Utilizando o Windows Explorer, navegue até o diretório em que deseja adicionar o ícone.
2. No menu **Arquivo** do Windows Explorer, selecione **Novo | Atalho**. Aparece um assistente **Criar atalho** pedindo para você digitar o caminho para a rotina de medição.
3. Na caixa **Linha de comando**, digite o caminho completo do arquivo executável do PC-DMIS, ou utilize o botão **Navegar** para navegar até o arquivo e selecioná-lo. O caminho padrão é "C:\Pcdmisw\Pcdlrn.exe".
4. Depois de selecionar o caminho na caixa **Linha de comando**, coloque o cursor no final do caminho, insira um espaço e digite um comutador **/r** ou **-r**. Esse comutador notifica o PC-DMIS para executar em modo Inverter eixos. Você também combinar isso com o modo Operador, adicionando um comutador **-o** ou **/o** à linha de comando.
5. Clique em **Próximo**.
6. Na caixa **Selecionar um nome para o atalho** digite alguma coisa como "Modo inverter eixos do PC-DMIS".
7. Clique em **Concluir**. O novo ícone aparece.

Caixas de diálogo e de mensagem no Modo braço múltiplo

Quando você ativa o modo Vários braços para a rotina de medição, todas as caixas de diálogo ou caixas de mensagem relacionadas a um determinado braço específico recebem um identificador "Braço1" ou "Braço2" em suas legendas, tais como estas caixas de diálogo **Execução**:

Uso do modo Vários braços



As caixas de diálogo e de mensagem afetadas incluem:

- Caixa de diálogo **Execução (Arquivo | Execução)**
- Caixa de diálogo **Trocador de sonda (Editar | Preferências | Trocador de sonda)**
- Mensagens de informação
- Mensagens de Aviso
- Mensagens de erro

Braços duplos com exemplos de calibração de articulações



Este tópico avançado presume que você possui um grande entendimento do funcionamento do PC-DMIS, incluindo conceitos como ângulos da sonda, calibrações, comando de calibração automática, comandos de ponto de movimento, modo vários braços, etc.

Este tópico fornece um exemplo de calibração típica, mostrando os passos necessários para calibrar uma máquina horizontal de dois braços com diferentes extensões na articulação e um trocador de sonda. Após a calibração ser concluída, passos adicionais explicam como criar duas rotinas de medição que irão automatizar os passos de calibração, para que você possa fazer a calibração mais rapidamente quando necessário. Alguns passos são descritos de maneira geral e assumem que você, como usuário avançado, tenha conhecimentos sobre os princípios básicos pertinentes.

Este exemplo usa articulações CW43L_Multiwire com extensões de sonda curtas, médias e longas que contêm sondas TP2/TP6. O procedimento para sua máquina pode ser diferente.

Antes de você começar, certifique-se de que ocorreu o seguinte:

- A máquina foi compensada adequadamente. Estes dados da compensação têm que residir no controlador Leitz para ambos os braços.
- Você compreende a importância da compensação de temperatura.



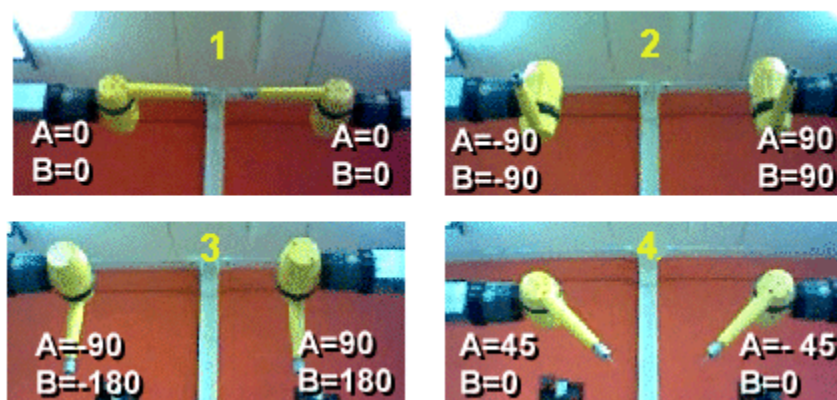
Certifique-se de levar em consideração como a temperatura irá afetar sua calibração e de compensá-la conforme necessário.

O coeficiente de expansão da peça (ou neste caso, a esfera de calibração) é zero. Para obter mais informações, consulte "Compensação de temperatura" no capítulo "Configuração de preferências".

- Ambos os braços foram corretamente montados e alinhados.
- Um técnico deve ter corrigido qualquer torção possível que possa ter ocorrido durante a montagem e nivelamento mecânico das articulações. Os dados desta correção devem ser armazenados no controlador no COSDAT.

Uso do modo Vários braços

- Você deve compreender as orientações de articulação em cada braço. Cada articulação quando posicionada em ângulos específicos determina a orientação do cabeçote dessa articulação em comparação ao eixo da máquina. O seguinte exemplo demonstra alguns ângulos usados em uma máquina PRIMA:



Exemplo mostrando posições angulares e os valores de orientação correspondentes para cada braço.



Extensões longas são geralmente úteis em articulações e máquinas verticais. Se você usar extensões muito longas, precisará criar um mapa para a extensão. Estes tipos de máquinas são altamente precisos e, portanto, leva-se várias horas para completar um mapeamento.

Etapa 1: Definir as informações de conexão e configurar os ângulos

Como os dois braços usam orientações diferentes, você precisa definir corretamente os parâmetros de configuração para refletir esta situação.

Configurar o computador primário

Em seu computador primário, modifique a caixa de diálogo **Configuração de vários braços** com estas opções:

1. Para acessar esta caixa de diálogo, selecione **Editar | Preferências | Configuração de vários braços**.
2. Marque a opção **Este computador (primário) aciona todos os braços**.

3. Selecione **2** na lista **Definições de conexão para braço**.
4. Selecione **Conexão remota**. Defina os valores da conexão da máquina secundária: **Porta TCP/IP**, **Porta de dados** e **Atraso para conexão TCPIP em milissegundos**.
5. Clique em **OK** para fechar a caixa de diálogo **Configuração de vários braços**.

Multiple Arm Setup

☐ This computer relays commands from the primary computer
TCP/IP port to read:
Data port: 1111

☒ This computer (primary) drives all arms
Connection settings for arm: 2

☐ Direct connection:
☒ Remote connection
TCP/IP Address: 192.168.178.30
TCP/IP Port: 5001
Data Port: 1111
Delay for TCPIP connection in milliseconds: 500

☐ This computer is not used in a multiple arm setting

Multiple Arm Calibration Matrix (ArmArm.dat)

Origin:	0	0	0
Rotation X:	1	0	0
Rotation Y:	0	1	0
Rotation Z:	0	0	1

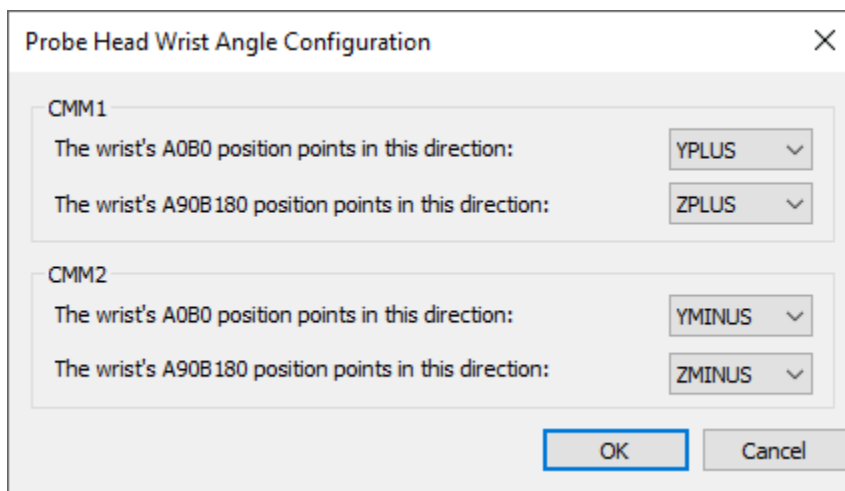
OK Cancel

Caixa de diálogo Configuração de vários braços

Modifique também a caixa de diálogo **Configuração do ângulo da articulação do cabeçote da sonda** com estas opções:

1. Para acessar esta caixa de diálogo, selecione **Editar | Preferências | Configuração**, depois a guia **Peça/máquina** e finalmente o botão **Orientação do cabeçote da sonda**.
2. Na área **CMM1**, defina a posição A0B0 da articulação como o ponto na direção YMAIS. Defina a posição A90B180 como o ponto em ZMAIS.

3. Na área **CMM2**, defina a posição A0B0 da articulação como o ponto na direção YMENOS. Defina a posição A90B180 como o ponto em ZMENOS.
4. Clique em **OK** para fechar a caixa de diálogo **Configuração do ângulo da articulação do cabeçote da sonda**.
5. Clique em **OK** para fechar a caixa de diálogo **Opções de configuração**.



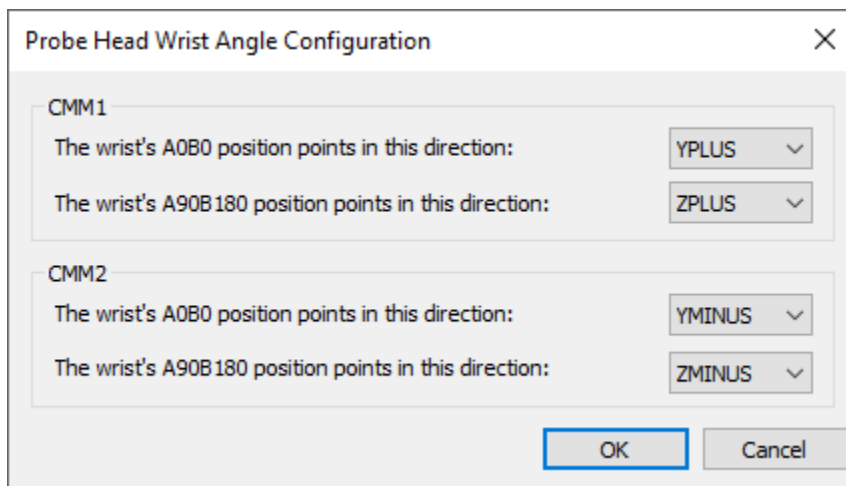
Caixa de diálogo Configuração do ângulo da articulação do cabeçote da sonda

Configurar o computador secundário

No computador secundário, modifique a caixa de diálogo **Configuração de vários braços** e clique na opção **Este computador transmite comandos do computador principal**.

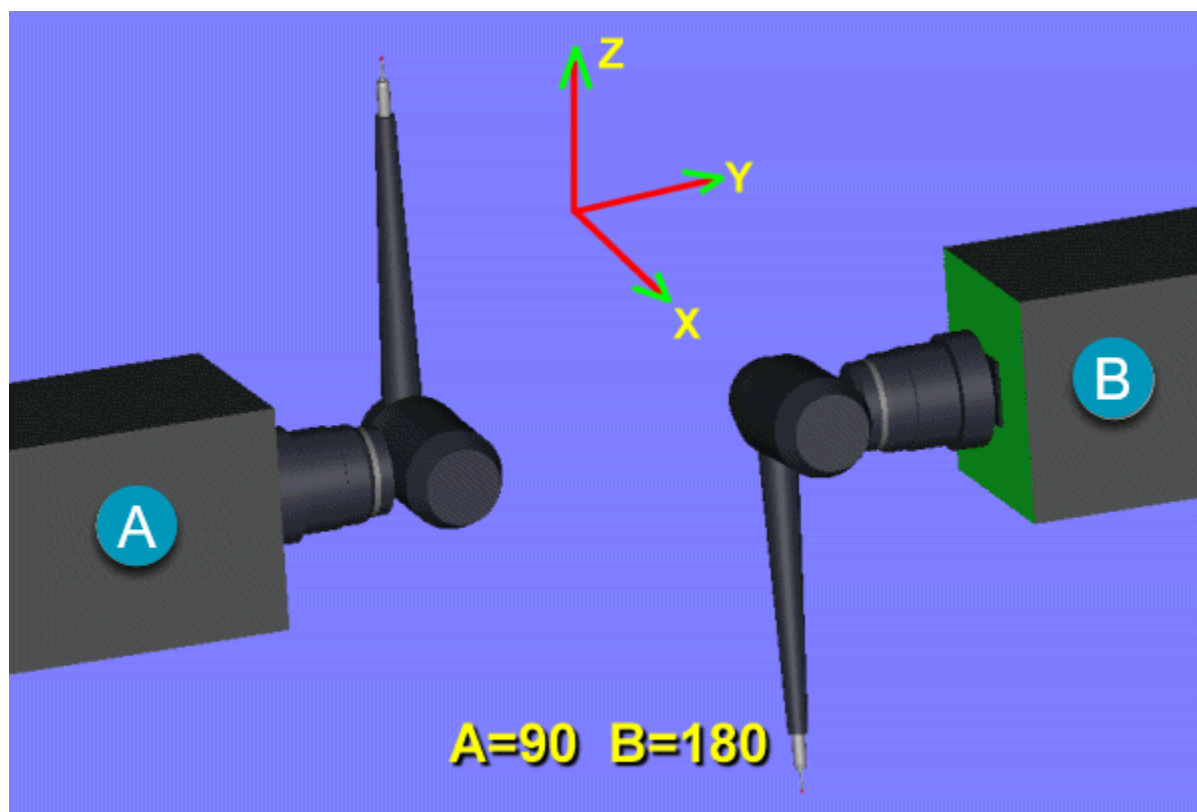
Modifique a guia **Eixo** da caixa de diálogo **Opções da máquina** (**Editar | Preferências | Configuração da interface da máquina**) com estas opções:

- Defina a lista **X** como **-X**
- Defina a lista **Y** como **-Y**
- Defina a lista **Z** como **-Z**



Caixa de diálogo Configuração do ângulo da articulação do cabeçote da sonda

Os ângulos estão agora configurados como mostrado aqui:



- A. Braço1
- B. Braço2

Ângulos com articulações DEA

Se você estiver usando uma máquina com articulações DEA, utilize o Editor de Configurações do PC-DMIS para modificar estas entradas *em ambos os computadores* para os seguintes valores:

- `DEAWrist = 1`
- `RotateWristFromController = VERDADEIRO`
- `InverterEixoB = VERDADEIRO`
- `EixoAMax = 181`
- `EixoAMin = -181`



As entradas `AaxisMax` e `AaxisMin` definem a rotação angular permitida para as articulações. Para extensões muito longas, você não deve exceder +/- 124 graus.

No computador LEITZ primário (braço 1), configure estas entradas:

- `EixoX = 0`
- `EixoY = 2`
- `EixoZ = 4`

No computador LEITZ secundário (braço 2), configure estas entradas:

- `EixoX = 1`
- `EixoY = 3`
- `EixoZ = 4`

Nota sobre diferentes configurações

Se você precisa configurar sua máquina de maneira diferente de uma máquina DEA convencional; por exemplo, se você deseja usar a convenção de articulação usada no PHS Renishaw; deve definir os seguintes parâmetros. Eles serão armazenados no arquivo JSON.

1. Na caixa de diálogo **Opções de máquina** para o braço 1 (computador 1), defina o valor **Deslocamento B** para -180.
2. Na caixa de diálogo **Configuração do ângulo da articulação do cabeçote da sonda**, especifique os eixos apropriados associados às rotações da articulação.

A figura abaixo mostra os valores que você deve mudar, além de alguns exemplos de rotações de articulação nos ângulos citados:



A próxima etapa fornece informações sobre backup dos arquivos.

Etapa 2: Fazer o backup e excluir arquivos

Antes de continuar com a calibração, certifique-se de que efetuou um backup dos seguintes itens em ambos os computadores:

- As configurações das entradas
- Os arquivos *.PRB e *.Results
- Estes arquivos de dados: abcalib.dat, abcalib_CMM2.dat, abcomp.dat, abcomps_CMM2.dat, aboutput.dat, aboutput_CMM2.dat, wristsm.dat, wrists_CMM2.dat, armarm.dat, tool.dat, toolc.dat

O Editor de Configurações do PC-DMIS fornece a capacidade de fazer o backup das configurações das entradas e dos arquivos de dados do usuário. Consulte o tópico "Trabalhando com Arquivos de Backup e Dados do Usuário" na documentação "Editor de configurações do PC-DMIS" para obter informações sobre como fazer o backup de arquivos importantes.

Você pode precisar ter que fazer o backup de alguns arquivos manualmente. Consulte o tópico "Entendimento de localizações de arquivos" para obter informações sobre onde estão armazenados os tipos de arquivos acima caso você necessite fazer isso.

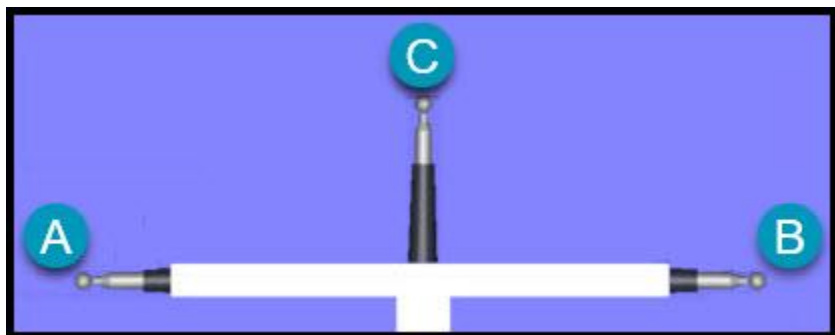
Agora que você fez o backup dos arquivos acima, deve excluir os arquivos originais (mantenha os arquivos de backup conforme necessário). Isto assegura que você inicia com uma configuração limpa e que os dados da calibração anterior não afetam a calibração atual.

A próxima etapa fornece informações sobre a criação de relação básica braço-a-braço.

Etapa 3: Criar uma relação braço a braço básica

Nessa etapa, você irá criar uma rotina de medição, definir as sondas, definir as esferas de calibração e executar uma calibração inicial simples para estabelecer uma relação básica entre os dois braços. Essa calibração envolve máquinas contendo articulações com extensões de sonda com comprimento de 332 mm. Isto resulta em uma calibração de precisão média. O trocador de sonda não é usado nesse ponto.

Três esferas de calibração montadas em um dispositivo de fixação em forma de cruz com esferas de calibração de 15 mm serão usadas nesta calibração, da seguinte maneira:



(A) - Esfera 1

(B) - Esfera 2

(C) - Esfera 3

Criar uma nova rotina de medição

Crie uma nova rotina de medição e carregue ou crie os dois arquivos de sonda, SONDA1 e SONDA2, na rotina de medição.

Configuração da sonda 1	Configuração da sonda 2
Probe file: <div>PROBE1</div>	Probe file: <div>PROBE2</div>
Active tip list: <div>*T1A0B0 BALL-80,-570,00,-1,0 4 4 0 0</div>	Active tip list: <div>*T1A0B0 BALL-80,570,-0.001 0,1,0 4 4 0</div>
Probe description: <div> CW43L_Multiwire Joint:b cw43l angle Joint:a cw43l angle Connect:CW43LWRIST_332_MW Connect:PROBETP2 Tip #1:TIP4BY20MM </div>	Probe description: <div> CW43L_Multiwire Joint:b cw43l angle Joint:a cw43l angle Connect:CW43LWRIST_332_MW Connect:PROBETP2 Tip #1:TIP4BY20MM </div>

Devem ser parecidos com:

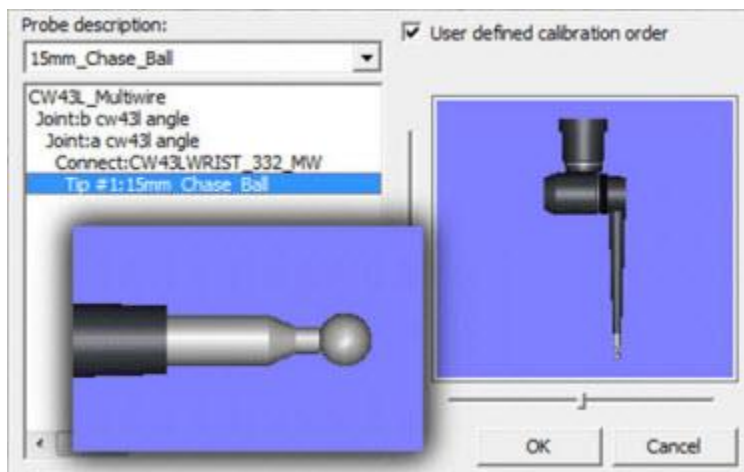


(A) - Sonda 1

(B) - Sonda 2

Carregue um terceiro arquivo de sonda, com o nome PROBALL, e atribua-lhe uma bola rígida fixa de 15 mm, como esta:

Uso do modo Vários braços

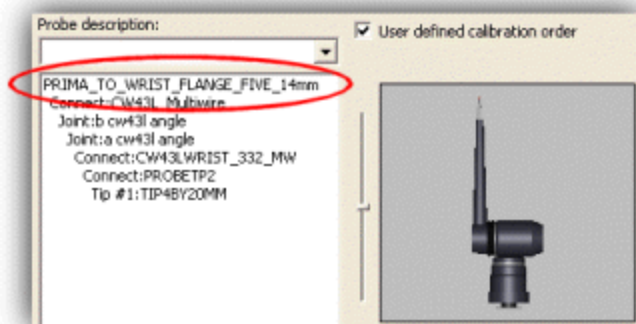


A rotina de medição deve agora ser semelhante ao seguinte:

```
STARTUP      =ALIGNMENT/START,RECALL:,LIST=YES
              ALIGNMENT/END
              MODE/MANUAL
              PREHIT/6
              RETRACT/6
              CHECK/6,1
              MOVESPEED/ 80
              TOUCHSPEED/ 5
              SCANSPEED/80
              FORMAT/TEXT,OPTIONS, ,HEADINGS,SYMBOLS, ;NOM,TOL,MEAS,DEV,OUTTOL, ,
              LOADPROBE/PROBE1
              TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, 0, 1, ANGLE=0
              LOADPROBE/PROBE2
              TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, 0, 1, ANGLE=0
              LOADPROBE/PROBALL
              TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, 0, 1, ANGLE=0
              END OF MEASUREMENT FOR
              PN=2010MR1_Test          DWG=          SN=
              TOTAL # OF MEAS =0      # OUT OF TOL =0    # OF HOURS =00:00:00
```



Se a estrutura física da sonda e do braço não aparecem na caixa de diálogo **Utilitários da sonda (Inserir | Definição de hardware | Sonda)**, edite o arquivo USRPROBE.DAT para que a caixa de diálogo exiba o hardware necessário. Para mais informações sobre arquivos de dados, consulte o tópico "Entendendo os arquivos de dados" no capítulo "Configuração de preferências":



USRPROBE.DAT

```

Comment ----- FLANGE PRIMA FOR FIVE
ITEM:PRIMA_TO_WRIST_FLANGE_FIVE_14mm ARM
color 30 30 30
ribcount 10
solid 5
Face 4 36 32.5 0 -36 32.5 0 -36 32.5 -4 36 32.5 -4
Face 4 36 -32.5 0 -36 -32.5 0 -36 -32.5 -4 36 -32.5 -4
Face 4 36 32.5 0 36 -32.5 0 36 -32.5 -4 36 32.5 -4
Face 4 -36 32.5 0 -36 -32.5 0 -36 -32.5 -4 -36 32.5 -4
Face 4 36 32.5 -4 -36 32.5 -4 -36 -32.5 -4 36 -32.5 -4
cylinder 0 0 -4 0 0 -14 41.5
connect 0 0 -14 0 0 1 ARM
Comment -----

```

Exemplo de arquivo usrprobe.dat editado para conter um flange entre o braço e a articulação.

Definir as esferas de calibração

1. Acesse a caixa de diálogo **Adicionar ferramenta**:
 - Selecione **Inserir | Definição de hardware | Sonda**.
 - Clique no botão **Medir**.
 - Clique no botão **Adicionar ferramenta**.
2. No **ID da ferramenta**, digite ESFERA 3.
3. Em **Tipo de ferramenta**, selecione ESFERA.
4. Nas caixas **Haste do vetor IJK**, digite 0,0,1.
5. Na caixa **Diâmetro/Comprimento**, digite 15,875.
6. Clique em **OK** para fechar a caixa de diálogo **Adicionar ferramenta**.
7. Repita as etapas 2 a 6 para definir a esfera de calibração ESFERA1. Use 0,-1,0 para o vetor.
8. Repita as etapas 2 a 6 para definir a esfera de calibração ESFERA2. Use 0,1,0 para o vetor.
9. Estas informações são armazenadas e gravadas no arquivo Tools.dat.
10. Clique em **Cancelar** para fechar a caixa de diálogo **Utilitários da sonda**.
11. Clique em **Cancelar** para fechar a caixa de diálogo **Utilitários da sonda**.

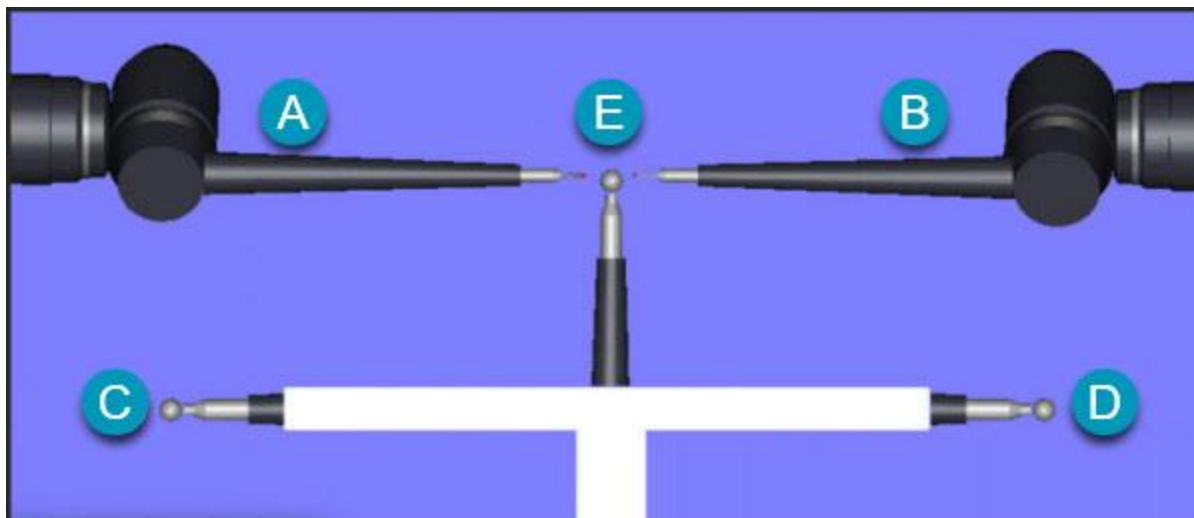
Executar uma calibração preliminar

Você necessita de executar uma calibração preliminar na ESFERA 3 para mapear temporariamente os dois braços. Você pode executar esta calibração sem calibrar as pontas da sonda atual da SONDA 1 e SONDA 2.

1. Acesse a caixa de diálogo **Calibração de vários braços** selecionando **Operação | Calibrar/Editar | Modo Vários braços**.
2. Defina a lista **Primeiro braço** como CMM1.
3. Defina a lista **Segundo braço** como CMM2.
4. Selecione a opção **Os dois braços medem a ferramenta**.
5. Digite o valor de 1 na caixa **Número de esferas a medir**.
6. Selecione a opção **Calibração manual**.
7. Selecione a opção **Somente origem**.
8. Defina **Sonda do primeiro braço** como SONDA 1.
9. Defina **Ponta do primeiro braço** como T1A0B0.
10. Defina **Sonda do segundo braço** como SONDA2.
11. Defina **Ponta do segundo braço** como T1A0B0.
12. Selecione **ESFERA3** na lista de ferramentas disponíveis.
13. Clique em **Calibrar**. Siga as instruções na tela.

Quando a calibração terminar, a janela Leituras da sonda para os braços 1 e 2 devem conter valores X e Z praticamente idênticos.

Antes da calibração				Após a calibração			
Arm 1		Arm 2		Arm 1		Arm 2	
X	1101.664	X	1367.294	X	1100.890	X	1100.885
Y	1410.572	Y	-1432.903	Y	1422.925	Y	1462.795
Z	-981.348	Z	-971.827	Z	-981.781	Z	-981.758
A	-0.000	A	-0.000	A	0.000	A	0.000
B	-0.000	B	-0.000	B	-0.000	B	0.000
Hits			0	Hits			0



Após uma calibração preliminar na ESFERA3

(A) - SONDA 1

(B) - SONDA 2

(C) - Esfera 1

(D) - Esfera 2

(E) - Esfera 3

A ESFERA3 foi calibrada com sucesso e os braços 1 e 2 podem ser temporariamente mapeados. As informações de calibração estão armazenadas no arquivo ArmArm.dat.

A próxima etapa fornece informações sobre iniciação de uma calibração mais precisa.

Etapa 4: Iniciar uma calibração mais precisa

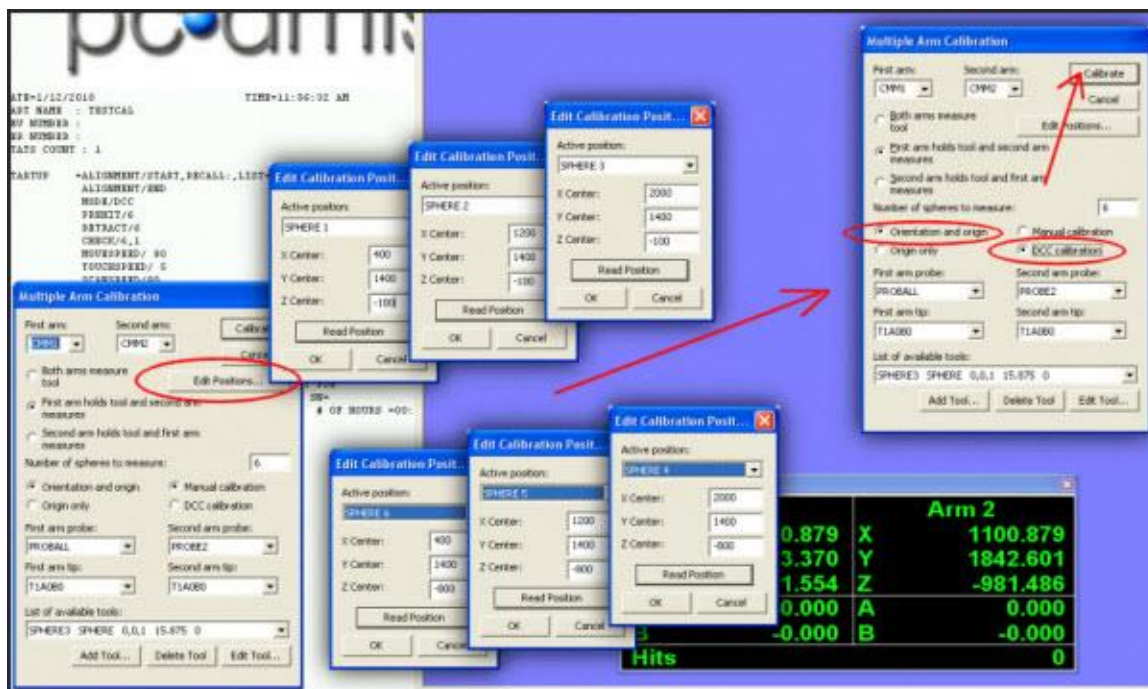
Neste passo, você fará uma calibração mais precisa para definir o alinhamento dos eixos entre os braços 1 e 2.

1. Troque a ponta TP2 na extensão do braço 1 por uma ponta de 15 mm.
2. Na caixa de diálogo **Calibração Vários braços (Operação | Calibrar/Editar | Modo Vários braços)**, certifique-se de que os seguintes itens estão definidos:
 - Para **Sonda do primeiro braço**, selecione a sonda PROBALL.
 - Para **Sonda do segundo braço**, selecione a sonda SONDA2.
 - Para **Número de esferas a medir**, defina quantas esferas o PC-DMIS medirá com cada braço. Neste exemplo, usaremos o valor 6. Na sua máquina, o número dependerá das dimensões da máquina. Um valor 9 é

Uso do modo Vários braços

adequado. Um valor 12 é o máximo permitido. Quanto maior o número, maior a precisão, mas o tempo de calibração também aumentará se mais esferas forem usadas na calibração DCC.

3. Calcule o plano de orientação de modo que a esfera do braço 1 se mova em um plano sobre a linha de centro Y da máquina. Isto permitirá que mais tarde o braço 2 alcance a bola em todas as posições. Para fazer isso:
 - Mova manualmente o braço 1 para as seis posições da esfera especificadas na caixa de diálogo **Calibração de vários braços**.
 - Na caixa de diálogo **Calibração de vários braços**, clique em **Editar posições** e corrija a posição de cada esfera conforme requerido para melhorar a distribuição. Isto pode ser necessário devido às posições não estarem perfeitamente alinhadas ou não estarem distribuídas uniformemente no plano vertical.
 - Pode ser útil ler a posição do braço ativo para preencher as coordenadas X, Y e Z. O botão **Posição de leitura** usa automaticamente a posição atual X, Y, Z do braço.
4. Selecione a opção **Orientação e origem**.
5. Selecione a opção **Calibração DCC**.
6. Clique em **Calibrar**. Com esta calibração, o arquivo armarm.dat é regerado com um mapeamento mais preciso.



Diferentes caixas de diálogo mostrando as configurações usadas.

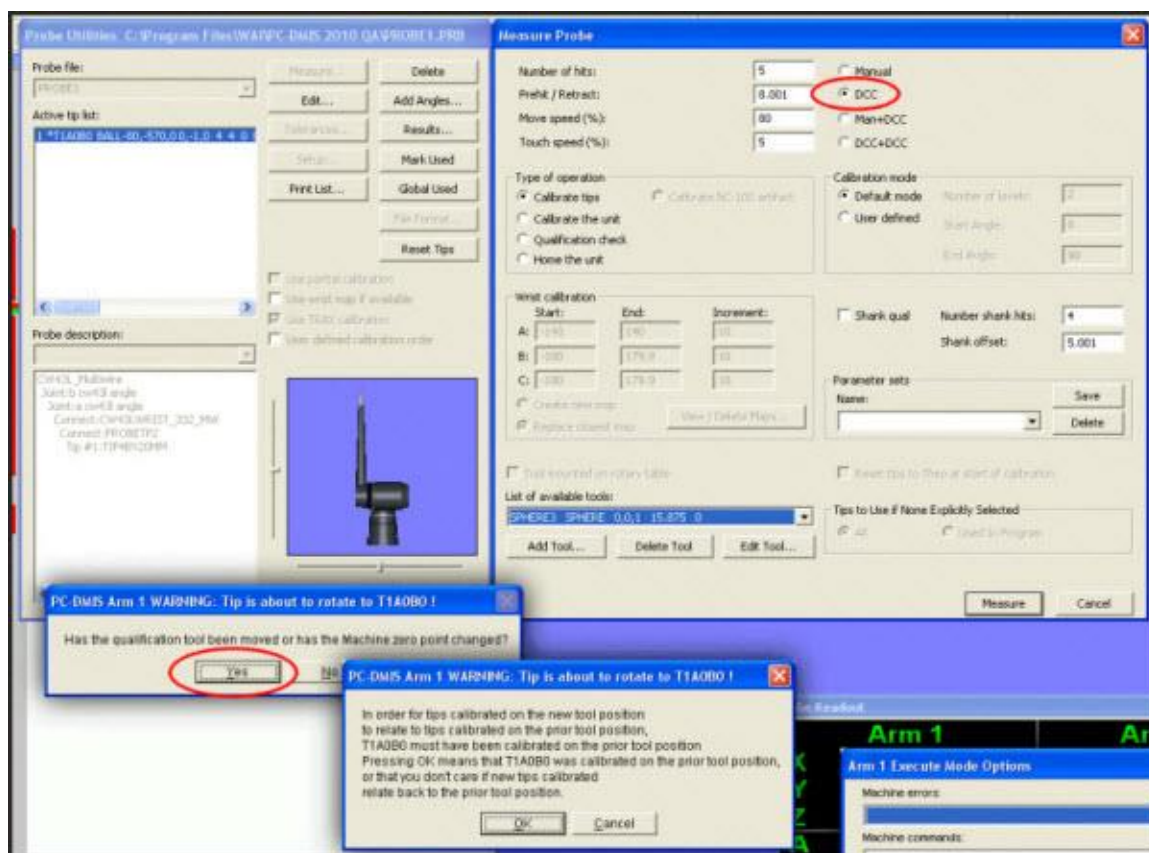
A próxima etapa fornece informações sobre a execução de calibrações DCC.

Etapa 5: Executar uma calibração DCC

Calibração DCC da ESFERA3 usando o braço 1

Continue a calibração no modo DCC para o braço 1 medindo a ESFERA3. Essa é a esfera central no dispositivo de calibração.

1. Troque a ponta de 15 mm na extensão do braço 1 por uma ponta TP2.
2. Na caixa de diálogo **Medição da sonda (Inserir | Definição de Hardware | Sonda | Medição)** para a sonda PROBEALL, escolha **DCC**.
3. Selecione ESFERA3 na **Lista de ferramentas disponíveis**.
4. Clique em **Medir**.
5. Quando o PC-DMIS perguntar se a ferramenta de qualificação foi movida ou se o ponto zero da máquina foi alterado, clique em **Sim**.



Diferentes caixas de diálogo mostrando as configurações usadas.

Calibração DCC da ESFERA1 usando o braço 1

1. Na caixa de diálogo **Medir sonda**, selecione ESFERA1 na **Lista de ferramentas disponíveis**.
2. Certifique-se de que a orientação IJK desta esfera de calibração está corretamente configurada para 0, -1, 0.
3. Clique em **Medir**.
4. Quando o PC-DMIS perguntar se a ferramenta de qualificação foi movida ou se o ponto zero da máquina foi alterado, clique em **Sim**.

Calibração DCC da ESFERA2 usando o braço 2

1. Acesse a caixa de diálogo **Medir sonda** para a sonda SONDA2, a sonda no braço 2.
2. Na caixa de diálogo **Medir sonda**, selecione **DCC**.
3. Selecione ESFERA2 na **Lista de ferramentas disponíveis**.
4. Certifique-se de que a orientação IJK desta esfera de calibração está corretamente configurada para 0, 1, 0.
5. Clique em **Medir**.
6. Quando o PC-DMIS perguntar se a ferramenta de qualificação foi movida ou se o ponto zero da máquina foi alterado, clique em **Sim**.

A próxima etapa fornece informações sobre o mapeamento das articulações do Braço 1 usando a ESFERA1.

Etapa 6: Mapear as articulações do braço 1 usando a ESFERA 1

Neste ponto, você tem as sondas para os dois braços definidas. A orientação entre os braços também foi definida. Agora, é necessário mapear os ângulos de articulação que você usará.

1. Verifique se a habilidade de usar mapas de articulação foi ativada. Para tal, acesse a caixa de diálogo **Utilitários da sonda** para uma sonda que possui articulação. Se você vir a caixa de diálogo **Usar mapa de articulação se disponível**, a função está ativada. Se esta opção não aparecer, certifique-se de que a entrada `DeaWrist` tem o valor 1.
2. Acesse a caixa de diálogo **Medição da sonda (Inserir | Definição de Hardware | Sonda | Medição)** para a SONDA1 e defina estas opções e valores:
 - Na área **Tipo de operação**, selecione a unidade **Calibrar a unidade**.
 - No **modo Calibração**, selecione **Definido pelo usuário**.

- As caixas na área **Calibração de articulação** devem agora ser editáveis.
- Selecione **DCC + DCC**. Isto é necessário para extensões longas.
- Para os valores do ângulo A, (passo da sonda), defina o seguinte: Para **Início A**, tipo -90; para **Fim A**, tipo 90; e para **Incremento**, tipo 30.
- Para os valores do ângulo B (oscilação da sonda), defina o seguinte: Para **Início B**, tipo -180; para **Fim B**, tipo 180; e para **Incremento**, tipo 45. Observe que você não pode ajustar os ângulos A e B.. Somente o incremento pode ser ajustado.

	Start:	End:	Increment:
A:	-100	100	25
B:	-180	179.9	45
C:	-180	179.9	-0.000000

Área Calibração da articulação com os ângulos B desativados na versão 2012 e posteriores.

- Selecione **Criar novo mapa**.

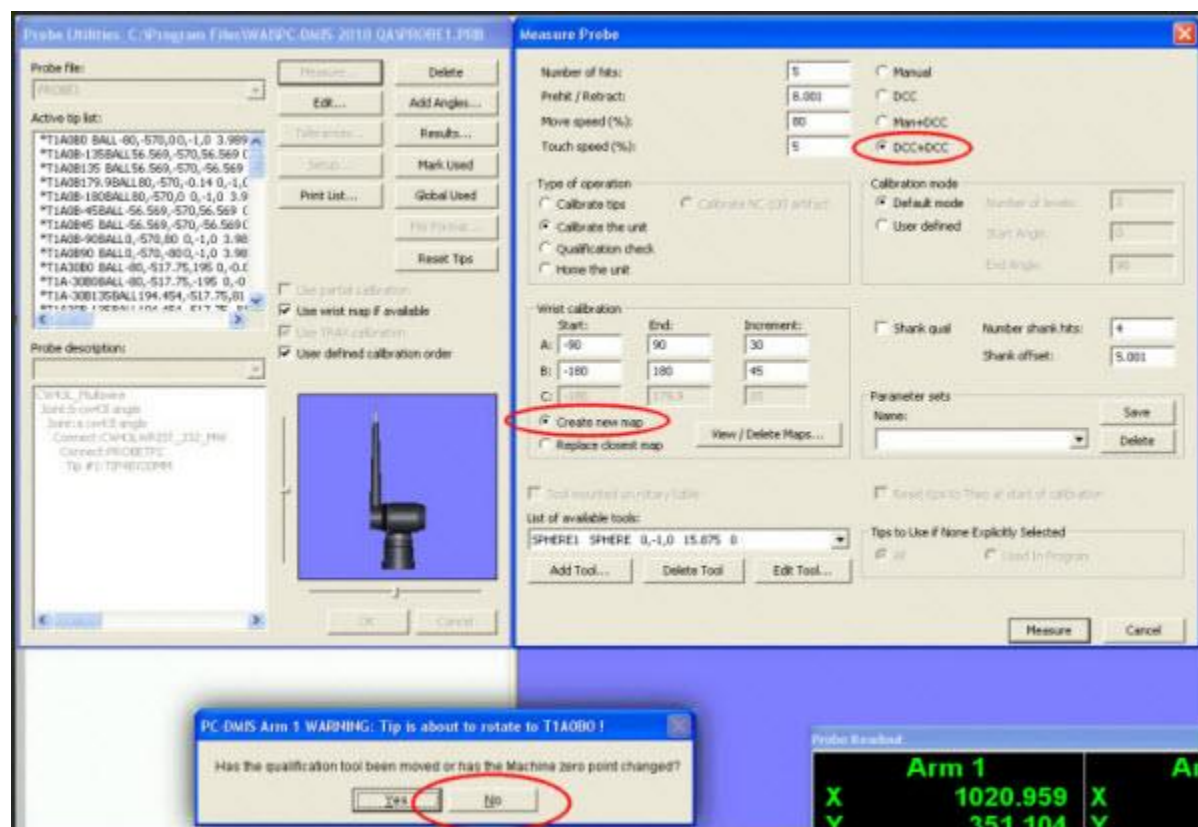


Para aumentar a precisão da calibração, você pode diminuir o valor do incremento. Isso aumenta o tempo de execução. Para extensões mais curtas, o valor de 30 e 45 é um valor médio.

3. Selecione ESFERA1 na **Lista de ferramentas disponíveis**.
4. Clique em **Medir**.
5. Quando o PC-DMIS perguntar se a ferramenta de qualificação foi movida ou se o ponto zero da máquina foi alterado, clique em **Não**.

Uso do modo Vários braços

O braço 1 começa a medir todas as posições definidas na caixa de diálogo. Geralmente, isto demora cerca de uma hora, dependendo da velocidade da máquina e do tamanho da extensão da sonda. Uma extensão mais curta é mais rápida.



Diferentes caixas de diálogo mostrando as configurações usadas.

A próxima etapa fornece informações sobre o mapeamento das articulações do Braço 2 usando a ESFERA2.

Etapa 7: Mapear as articulações do braço 2 usando a ESFERA 2

Repita a Etapa 6, mas usando o Braço 2 com a ESFERA2. Depois de ambos os braços terem calibrado os ângulos de articulação, os seguintes arquivos são criados ou modificados com os últimos dados de calibração:

- *. PRB
- *. Resultados
- abcalib.dat e abcalib_CMM2.dat
- abcomps.dat e abcomps_CMM2.dat
- aboutput.dat e aboutput_CMM2.dat

- wrists.dat e wrists_CMM2.dat
- toolc.dat e toolc_CMM2.dat
- armarm.dat
- tool.dat

A próxima etapa fornece informações sobre o mapeamento da origem entre braços.

Etapa 8: Mapear a origem entre os braços

Nas etapas anteriores, você criou relações básicas entre os braços 1 e 2. As relações foram usadas principalmente para estabelecer a orientação. A origem entre os braços não foi estabelecida porque o mapeamento ainda não existia. Agora que o mapeamento da articulação foi feito para ambos os braços, você pode mapear a origem. Isto gerará dois mapas, um para cada braço.

1. Na caixa de diálogo **Calibração Vários braços (Operação | Calibrar/Editar | Modo Vários braços)**, certifique-se de os seguintes itens estão definidos:
 - Selecione **Os dois braços medem a ferramenta**.
 - Defina **Número de esferas a medir** para 1.
 - Selecione **Somente origem**.
 - Em **Sonda do primeiro braço**, selecione SONDA1 e defina **Ponta do primeiro braço** como T1A0B0.
 - Em **Sonda do segundo braço**, selecione SONDA2 e defina **Ponta do segundo braço** como T1A0B0.
 - Selecione ESFERA3 na **Lista de ferramentas disponíveis**.

Uso do modo Vários braços

The image shows a software dialog box titled "Multiple Arm Calibration". It contains several configuration options for two arms, "First arm" and "Second arm".

- First arm:** CMM1 (dropdown)
- Second arm:** CMM2 (dropdown)
- Prehit/retract:** 8 (text input)
- Move speed (mm/sec):** 20 (text input)
- Touch speed (mm/sec):** 6 (text input)
- Type of operation:**
 - ☐ Orientation and origin
 - ☒ Origin only
- Calibration Mode:**
 - ☒ Both arms measure tool
 - ☐ First arm holds tool and second arm measures
 - ☐ Second arm holds tool and first arm measures
- First arm probe:** PROBE1 (dropdown)
- Second arm probe:** PROBE2 (dropdown)
- Number of spheres to measure:** 1 (text input)
- First arm tip:** T1A0B0 (dropdown)
- Second arm tip:** T1A0B0 (dropdown)
- Edit Positions...** (button)
- List of available tools:** SPHERE3 SPHERE 0,0,1 15.875 0 (dropdown)
- Buttons:** Add Tool..., Delete Tool, Edit Tool..., Calibrate, Cancel

Caixa de diálogo Calibração de vários braços mostrando as configurações usadas.

2. Clique em **Calibrar**.
3. Quando o PC-DMIS perguntar se a ferramenta de qualificação foi movida ou se o ponto zero da máquina foi alterado, clique em **Não**. Como as esferas de calibração estão quase sempre localizadas na mesma posição da máquina (são aparafusadas no local), você pode escolher **Não**. O PC-DMIS não se importa se as esferas estão alguns décimos de milímetros fora do definido.

Qualification Tool Moved

Has the qualification tool been moved, or has the Machine zero point changed?

For a small position change where the last known position is still very close to the current position, it may be possible to locate the tool in DCC mode without needing a Manual hit.

For a newly defined tool or a significant position change, a Manual hit will be needed to locate it.

☒ No

☐ Yes (Manual hit to locate tool)

☐ Yes (DCC hits to locate tool)

OK

A próxima etapa fornece informações sobre a execução de testes de medição.

Etapa 9: Executar um teste de medição

Neste ponto, faça um teste de medição para assegurar que tudo está configurado corretamente e verificar se a precisão está adequada.

1. Use uma peça de teste, algo como um bloco de teste de 700 mm.
2. Incline a peça em um espaço 3D.
3. Meça a peça usando um alinhamento.
4. Reposicione-a em diferentes locais dentro do volume da máquina.
5. Meça-a com um único braço.
6. Meça-a com ambos os braços.
7. Compare os resultados com medidas feitas em outras máquinas com braço único.

A próxima etapa fornece informações sobre o mapeamento de outras extensões.

Etapa 10: Mapear as outras extensões

Algumas máquinas possuem três extensões: curta, média e longa. Para sua primeira calibração, é melhor usar a extensão curta. Se houver outras extensões para usar em cada braço, você precisará executar o mapeamento para cada extensão adicional. Como você já criou um mapeamento usando as extensões mais curtas, precisa agora fazer os mapeamentos das outras duas extensões (média e longa) para os dois braços.

Esta etapa deve ser concluída antes da calibração e do uso dos trocadores de sonda que irão reter as diferentes extensões.



As sondas devem ser nomeadas ou renomeadas usando-se um formato que corresponda ao comprimento das diferentes extensões e dos diferentes braços.

Por exemplo, este procedimento usa o seguinte:

- BRAÇO1_1 é a extensão curta no braço 1
- BRAÇO1_2 é a extensão média no braço 1
- BRAÇO1_3 é a extensão longa no braço 1
- BRAÇO2_1 é a sonda com a extensão curta no braço 2
- BRAÇO2_2 é a extensão média no braço 2
- BRAÇO2_3 é a extensão longa no braço 2

O PC-DMIS suporta mapas múltiplos. Você pode até mesmo ter uma mapa separado para cada sonda. Contudo, ter muitos mapas não é prático, pois os procedimentos para cada mapeamento exigem considerável trabalho e atenção. Portanto, quando possível, tente agrupar sondas de comprimentos similares para que usem um único mapa. Crie um novo mapa se a faixa entre as extensões das sonda for muito larga.

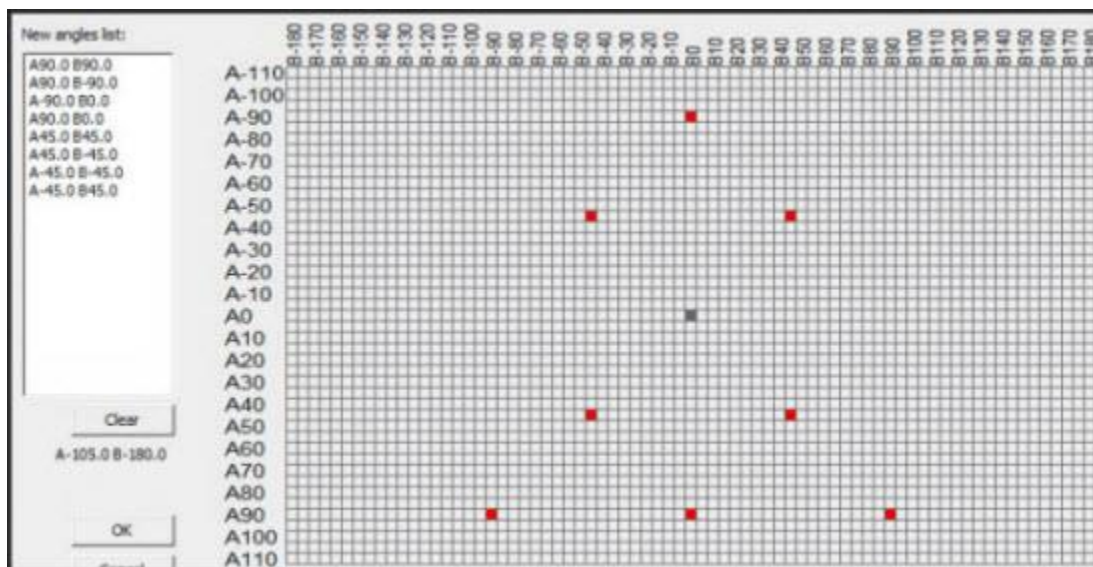
Mapeie as extensões longas

Dois novos mapas são necessários para a extensão longa. Para fazer isso, crie um novo mapa repetindo as etapas 6, 7 e 8 acima, mas desta vez, use as sondas com as extensões longas.

Mapeie as extensões médias

Para as extensões médias, você pode atualizar as extensões para uma mapa existente.

1. Acesse a caixa de diálogo **Utilitários da sonda (Inserir | Definição de hardware | Sonda)** para as sondas com extensões médias, e usando a caixa de diálogo **Adicionar novo ângulo**, adicione no mínimo 9 posições angulares. Isto define o cálculo do novo deslocamento, devido à variação na extensão. Estes são alguns bons ângulos recomendados para uso:
[0,0] [90,90] [90,-90] [-90,-90] [-90,90] [45,45] [45,-45] [-45,-45] [-45,45]



Caixa de diálogo Adicionar novo ângulo mostrando os ângulos sugeridos.

2. Acesse a caixa de diálogo **Medir sonda**.
3. Selecione **Calibrar pontas**. Como você está atualizando um mapa existente, não criando um novo, verá que **Calibrar a unidade** e **Criar novo mapa** estão em cinza.
4. Clique em **Calibrar**.

A próxima etapa fornece informações sobre a calibração de trocadores de sonda.

Etapa 11: Calibrar os trocadores de sonda



Antes de calibrar o trocador de sonda, certifique-se de que todas as pontas foram calibradas e as relações entre os braços foram estabelecidas.

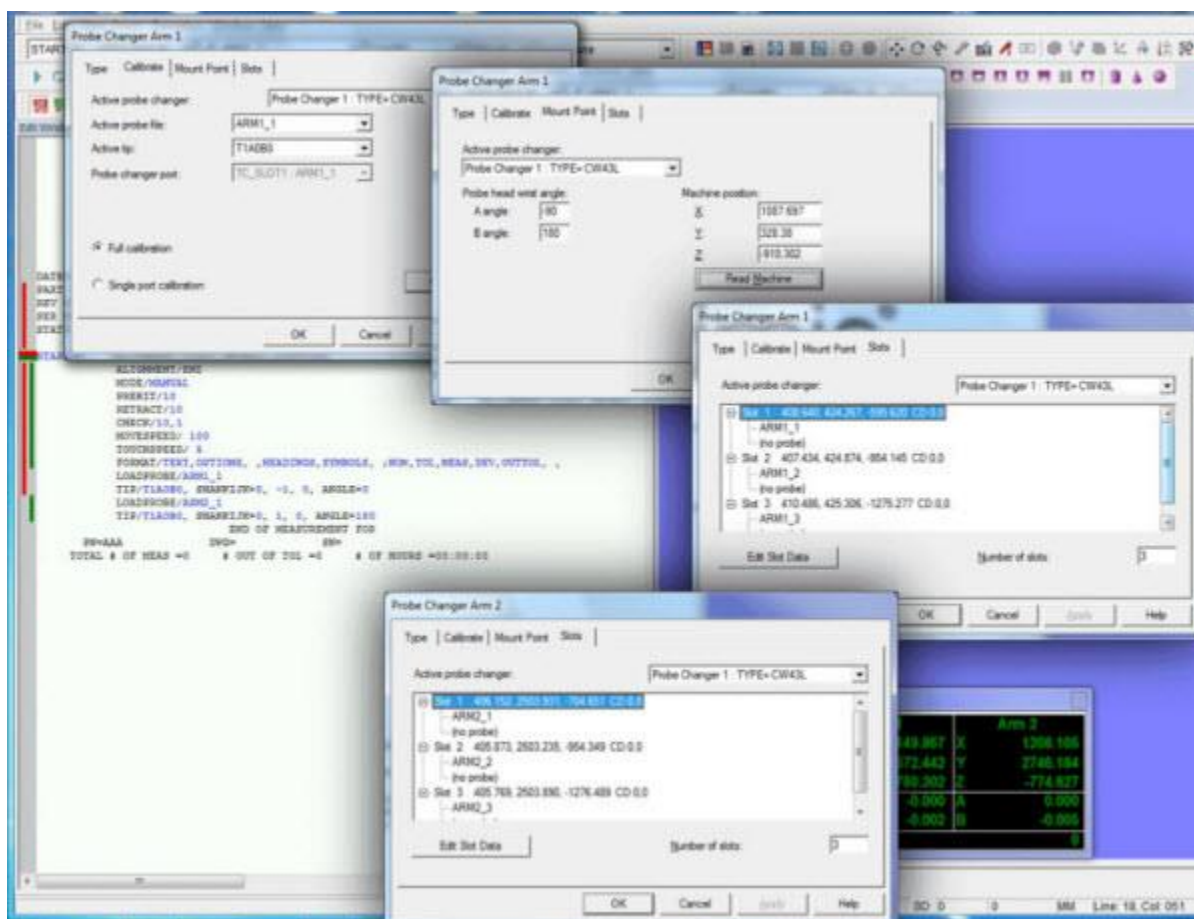
Como você terá várias extensões (três em cada braço é o mínimo), precisará calibrar um trocador de sonda para suportar a carga e descarga das extensões da sonda. Assume-se que você já saiba como calibrar o trocador de sonda.

Uso do modo Vários braços

Siga os procedimentos existentes para calibração de trocadores de sonda. Se desejar ver como alguns trocadores de sonda são calibrados, consulte o tópico Definição de trocadores de sonda.



Se estiver planejando usar uma sonda a laser em seu trocador de sonda, poderá dedicar um slot no rack do trocador para este componente em particular. Para fazer isso, use a entrada `CW43LThirdAxisTCSlot` no Editor de Configurações do PC-DMIS.



A próxima etapa fornece informações sobre como definir os arquivos da rotina de medição para uso automático.

Etapa 12: Configure os arquivos da rotina de medição para uso automático

Com as etapas anteriores concluídas, a configuração dos braços está pronta para ser usada. As pontas estão calibradas e relacionadas a ambos os braços, assim como aos trocadores de sonda.

Contudo, há ocasiões em que você precisará ajustar a calibração ou corrigir o deslocamento (por exemplo, se precisar trocar uma ponta danificada ou colocar uma ponta diferente). Repetir manualmente as etapas anteriores levaria muito tempo. Por esta razão, faz sentido usar uma abordagem automática. Tudo que você precisa fazer é executar a rotina de medição e o PC-DMIS executa automaticamente os procedimentos realizados previamente.

Antes de executar o programa, você deve estar bem familiarizado com as operações do PC-DMIS.

Crie suas rotinas de medição vazias

1. **AUTO_MAPS.PRG** - Essa rotina de medição é usada para criar um mapeamento automático completo, com todas as sondas. Ela mede vários ângulos em torno da esfera de calibração para criar todos os mapas necessários. Se você precisar executar essa rotina de medição, ela demora cerca de uma hora por braço, mas pelo menos, o processo será automatizado.
2. **AUTO_UPDATE.PRG** - Essa rotina de medição é usada para atualizar sondas quando, por exemplo, uma ponta falha e você precisa atualizar a calibração de uma única ponta. Nesse caso, você precisa ter somente uma rotina de medição atualizada que usa comandos **CALIBRAR AUTOMATICAMENTE**. Essa rotina de medição é muito mais curta, pois envolve somente a medição de poucas orientações na esfera de calibração e é usada para ajustar o mapeamento para uma nova ponta.

Por enquanto, crie somente as rotinas de medição. Você poderá adicionar conteúdo mais tarde.

A próxima etapa fornece informações sobre a adição de comandos ao **AUTO_MAPS.PRG**.

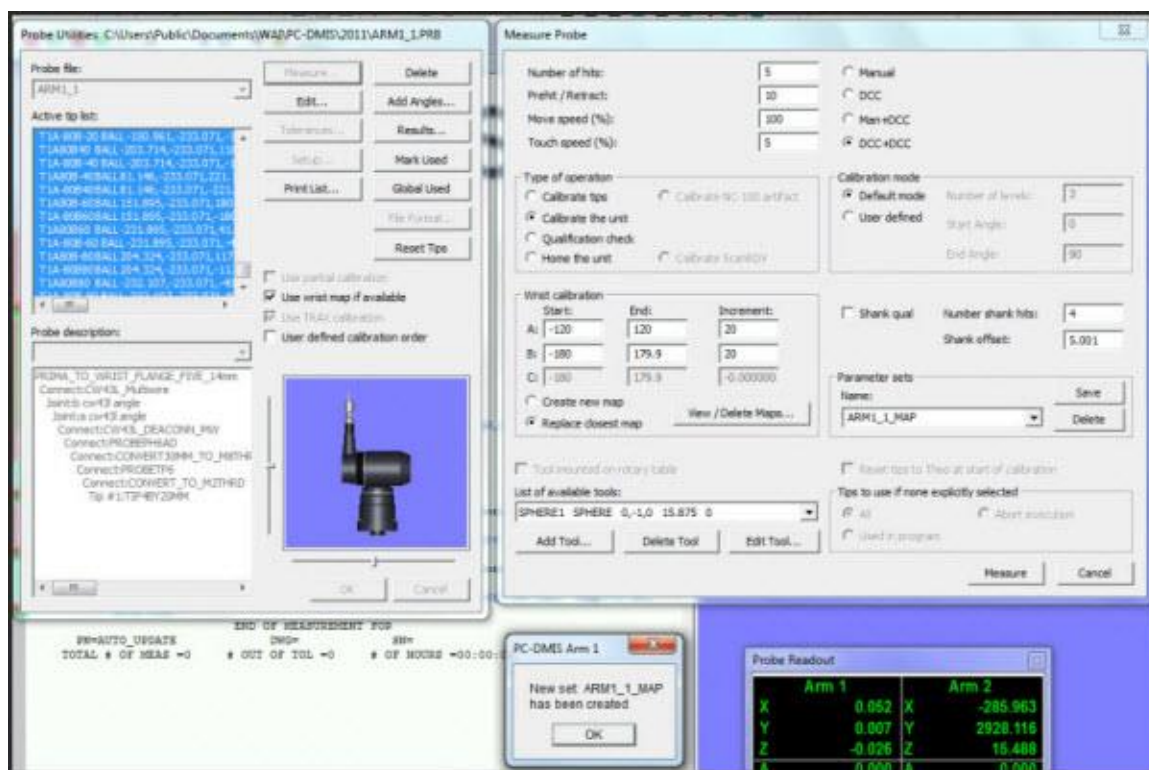
Etapa 13: Adicionar comandos a **AUTO_MAPS.PRG**

Você não precisa criar um mapa braço-a-braço para cada extensão. Embora um mapa único seja insuficiente para obter boa precisão, dois mapas costumam ser suficientes. O melhor é fazer um mapeamento da extensão curta, seguido por um da extensão

longa. Esta etapa ajuda você a construir a rotina de medição AUTO_MAPS.PRG para os dois mapas recomendados.

Defina os conjuntos de parâmetros para extensões de sonda no AUTO_MAPS.PRG

1. Acesse AUTO_MAPS.PRG e coloque a janela Edição no modo Comando.
2. Comece com a sonda do BRAÇO1_1. Acesse a caixa de diálogo **Medição da sonda** (Inserir | Definição de Hardware | Sonda | Medição) para a sonda.
3. Defina todos os parâmetros que necessita nessa caixa de diálogo para criar um novo mapa braço-a-braço para tal sonda.
4. Selecione **Substituir mapa mais próximo** na área **Calibração de articulação**.
5. Na área **Conjuntos de parâmetros**, dê um nome ao conjunto digitando o nome da sonda na caixa **Nome** com um sufixo "_MAPA" (por exemplo, "BRAÇO1_1_MAPA").



Exemplo de criação de conjunto de parâmetros

6. Clique em **Salvar**. Um conjunto de parâmetros é criado para a sonda BRAÇO1_1. Clique no botão **OK** para fechar a caixa de mensagem.
7. Repita as etapas 2 a 6 para cada sonda, criando um conjunto de parâmetros para cada uma.

8. Quando finalizado, você deve ter estes seis conjuntos de parâmetros:

BRAÇO1_1_MAPA - Para a sonda de nome BRAÇO1_1 (a extensão curta no braço 1)

BRAÇO1_2_MAPA - Para a sonda de nome BRAÇO1_2 (a extensão média no braço 1)

BRAÇO1_3_MAPA - Para a sonda de nome BRAÇO1_3 (a extensão longa no braço 1)

BRAÇO2_1_MAPA - Para a sonda de nome BRAÇO2_1 (a extensão curta no braço 2)

BRAÇO2_2_MAPA - Para a sonda de nome BRAÇO2_2 (a extensão média no braço 2)

BRAÇO2_3_MAPA - Para a sonda de nome BRAÇO2_3 (a extensão longa no braço 2)



Você precisa criar conjuntos de parâmetros somente para a quantidade de extensões em cada braço. Por exemplo, se há somente duas extensões em cada braço, você terminaria com um total de quatro conjuntos de parâmetros.

Isso significa que você pode agora usar um comando CALIBRAÇÃOAUTOMÁTICA para chamar um desses conjuntos de parâmetros. Quanto o demonstrativo CALIBRAÇÃOAUTOMÁTICA é executado, o PC-DMIS gera um novo mapeamento braço-a-braço com todas as configurações armazenadas no conjunto de parâmetros.

Adicione comandos preliminares a AUTO_MAPS.PRG

1. Acesse AUTO_MAPS.PRG.
2. Adicione um comando COMPTemp (compensação de temperatura) para o braço 1. Se você estiver calibrando dentro de um ambiente com temperatura controlada, os comandos de compensação de temperatura não são necessários. Consulte Compensação de temperaturas e Uso de compensação de temperatura com calibração de vários braços.
3. Adicione um comando MOVER/SINC.
4. Adicione um comando COMPTemp para o braço 2.
5. Digite um comando MOVER/SINC após os blocos de comando COMPTemp.

6. Digite um comando CARREGARSONDA/BRAÇO1_1 para carregar a sonda com uma extensão curta no braço 1. Atribua o comando para o braço 1.
7. Digite um comando CARREGARSONDA/BRAÇO2_1 para carregar a sonda com uma extensão curta no braço 2. Designe o comando para o braço 2.
8. Digite um comando CARREGARSONDA/BRAÇO1_3 para carregar a sonda com uma extensão longa no braço 1. Atribua o comando para o braço 1.
9. Digite um comando CARREGARSONDA/BRAÇO2_3 para carregar a sonda com uma extensão longa no braço 2. Designe o comando para o braço 2.

Insira comandos de CALIBRAÇÃOAUTOMÁTICA para os mapas de sonda curta e longa em AUTO_MAPS.PRG.

1. Acesse AUTO_MAPS.PRG.
2. Coloque o cursor depois dos comandos CARREGARSONDA para as sondas curtas.
3. Insira um comando CALIBRAÇÃOAUTOMÁTICA (selecione **Inserir | Calibrar | Calibrar sonda automaticamente**).
4. Pressione F9 no comando. A caixa de diálogo **Calibrar sonda** é exibida.
5. Na lista **Conjuntos de parâmetros**, escolha o conjunto para a sonda curta no braço 1. O conjunto é BRAÇO1_1_MAPA.
6. Clique em **OK**. O comando atualiza o uso do conjunto de parâmetros selecionado.
7. Designe o comando para o braço 1.
8. Repita as etapas 3 a 6 para a sonda curta no braço 2. O conjunto é BRAÇO2_1_MAPA. Designe o comando para o braço 2.
9. Coloque o cursor depois dos comandos CARREGARSONDA para as sondas longas.
10. Repita as etapas 3 a 6 para a sonda longa no braço 1. O conjunto é BRAÇO1_3_MAPA. Atribua o comando para o braço 1.
11. Repita as etapas 3 a 6 para a sonda longa no braço 2. O conjunto é BRAÇO2_3_MAPA. Designe o comando para o braço 2.
12. Digite um comando MOVER/SINC no final da rotina de medição.

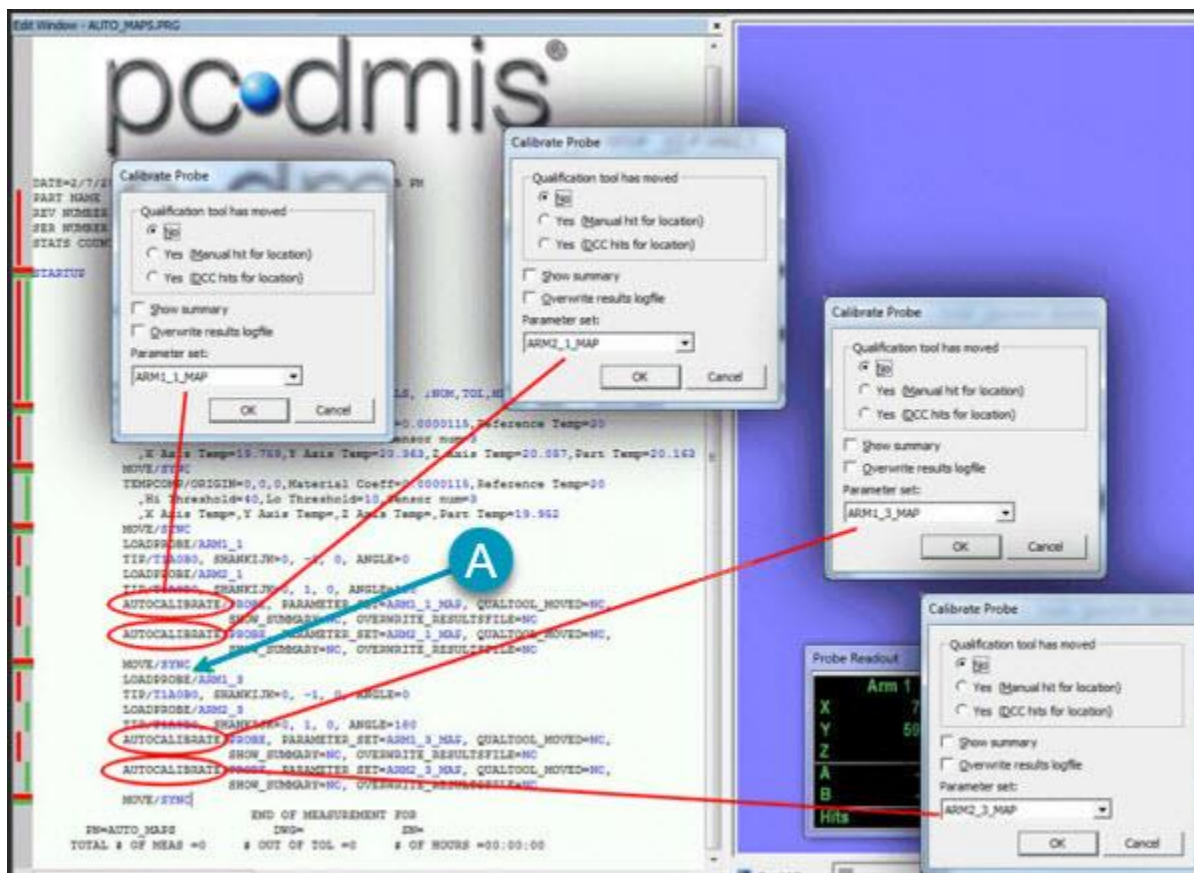
Insira movimentos entre os mapas de sonda curta e longa em AUTO_MAPS.PRG.

1. Após os comandos CALIBRAÇÃOAUTOMÁTICA para as sondas curtas e antes do comando CARREGARSONDA para as sondas longas, digite o comando MOVER/SINC.
2. Após o comando MOVER/SINC, certifique-se de que os ângulos das pontas estão ajustados adequadamente para se soltarem em seus respectivos

trocadores de sonda. Você pode fazer isso inserindo movimentos apropriados às dimensões de sua máquina e à configuração do braço e trocador de sonda.

Isto completa as informações necessárias para o AUTO_MAPS.PRG.

Sua rotina de medição deve agora estar organizada desta maneira:



Exemplo de rotina AUTO_MAPS.PRG. Movimentos seguros são inseridos após MOVER/SINC, indicados pela seta verde (A).

Notas sobre o uso do AUTO_MAPS.PRG

Você executaria essa rotina de medição para recriar o mapeamento de braço-a-braço nestas instâncias:

Sempre que a manutenção programada normal requerer que os mapeamentos sejam atualizados.

Sempre que precisar usar um sonda totalmente nova. Neste caso, é necessário adicionar demonstrativos CARREGARSONDA para a nova sonda.

Uso do modo Vários braços

- Sempre que a articulação for remontada (por exemplo, após um técnico ajustar a compensação eletrônica).
- Sempre que os dados forem perdidos ou corrompidos ou você não tiver certeza de que o mapeamento foi gerado corretamente.
- Sempre que a situação do recinto mudar e alterar a compensação de temperatura (por exemplo, mover a máquina para fora de um local com temperatura controlada).
- Sempre que a estrutura física da máquina mudar.

Antes de executar esta rotina de medição, exclua os mapas antigos. Para tal, use o botão **Visualizar | Excluir mapas** localizado na área **Calibração de articulação** da caixa de diálogo **Medir sonda**.

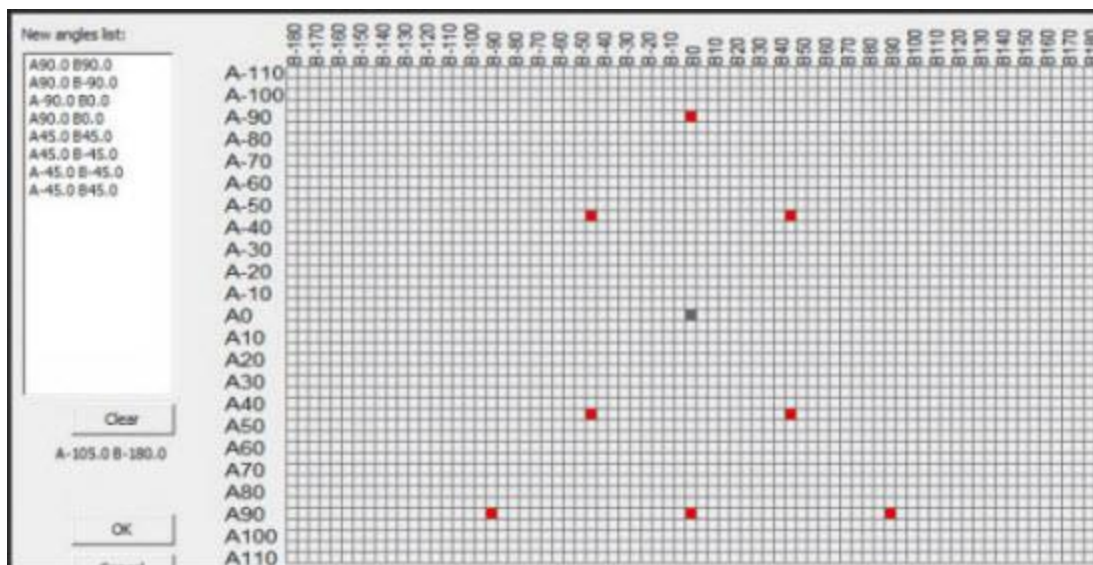
Se você está usando extensões longas e não está executando com velocidade máxima, a rotina de medição leva de 3 a 4 horas para ser executada. Esse tempo é somente uma estimativa, pois depende das dimensões da máquina, do comprimento das extensões e da porcentagem de velocidade usada.

A próxima etapa fornece informações sobre a adição de comandos a AUTO_UPDATE.PRG.

Etapa 14: Adicionar comandos a AUTO_UPDATE.PRG

Usando a Etapa 13 como guia, faça o seguinte:

1. Adicione os comandos preliminares (comandos `COMPTIME`, `MOVER/SINC` e `CARREGARSONDA`).
2. Neste caso, você precisará de comandos `CARREGARSONDA` para todas as sondas (extensões curta, média e longa).
3. Pressione F9 e certifique-se de que **Usar mapa de articulação se disponível** está marcado em cada sonda. Clique em **Adicionar ângulos**.
4. Use a caixa **Adicionar novos ângulos** para cada sonda e adicione pelo menos 9 ângulos em cada sonda desejada. Esses ângulos são recomendados, pois resultam em uma distribuição suficientemente precisa: [0,0] [90,90] [90,-90] [-90,0] [-90,0] [45,45] [45,-45] [-45,-45] [-45,45]



Caixa de diálogo Adicionar novo ângulo mostrando os ângulos sugeridos.



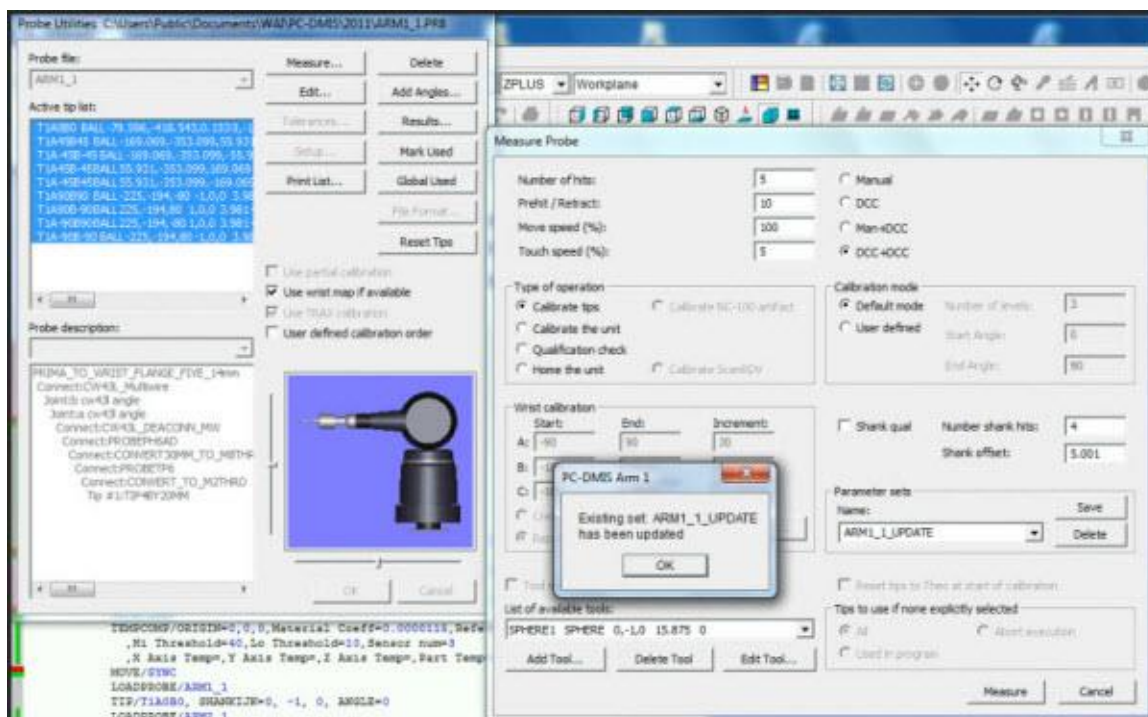
Para maior precisão, você pode aumentar os ângulos para 17, mas isso aumenta o tempo de execução da atualização.

Os 17 ângulos recomendados para essa articulação são:

[[0,0] [90,0] [90,-45] [90,-90] [90,-135] [90,45] [90,90] [90,135] [-90,0] [45,-20] [45,-65] [45,-110] [45,-155] [45,25] [45,70] [45,115] [45,160]]

5. Acesse a caixa de diálogo **Medir sonda** e defina os conjuntos de parâmetros para cada sonda. Certifique-se de que **DCC + DCC** e **Calibrar ponta** estão selecionados.
6. Nomeie cada conjunto de parâmetros usando o nome da sonda e adicionando o sufixo "_ATUALIZAR". Por exemplo, BRAÇO1_1 teria um conjunto de parâmetro com o nome BRAÇO1_1_ATUALIZAR.

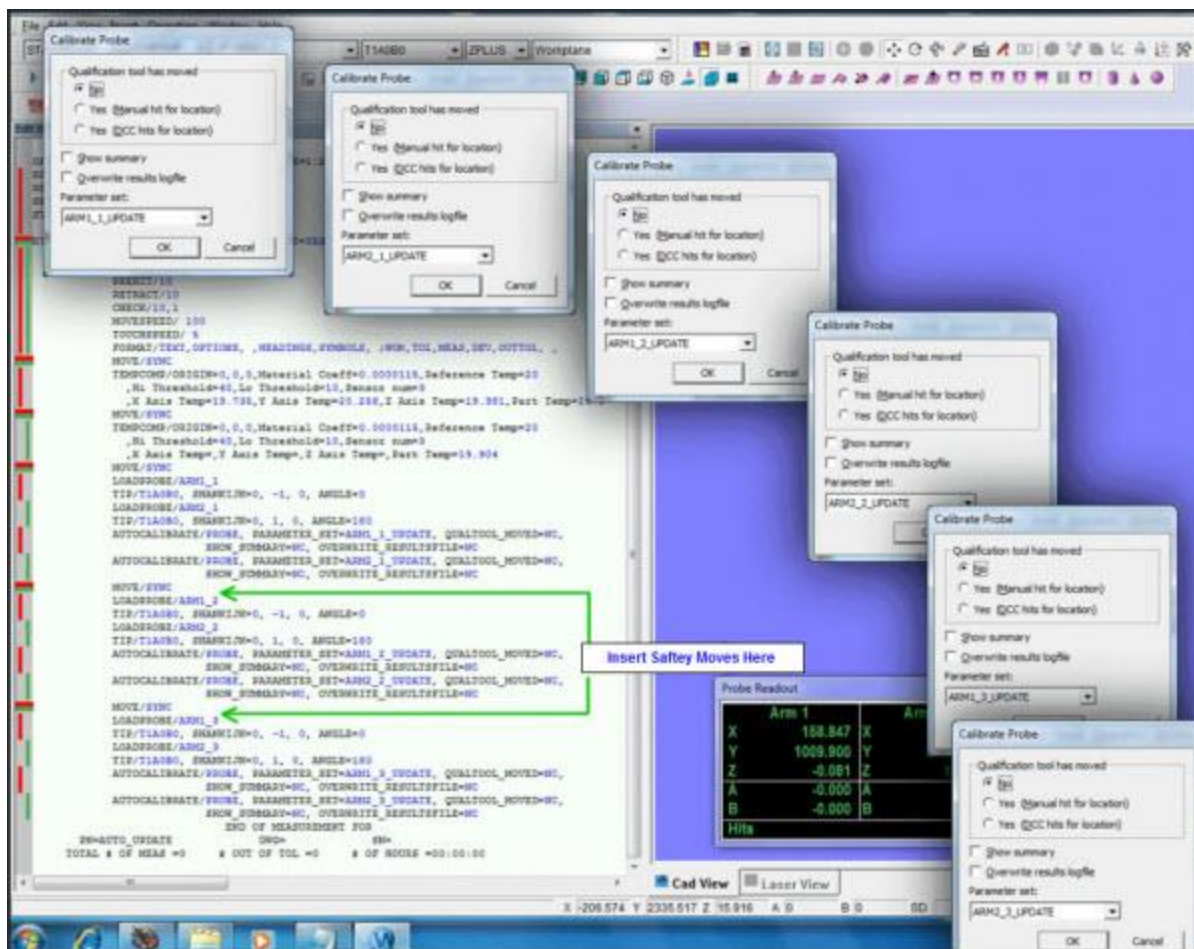
Uso do modo Vários braços



Exemplo de criação de conjunto de parâmetros

7. Após cada conjunto de comandos **CARREGARSONDA**, insira dois comandos **CALIBRAÇÃOAUTOMÁTICA** que correspondam aos conjuntos de parâmetros para as sondas carregadas.
8. Insira um comando **MOVER/SINC** após cada par de **CALIBRAÇÃOAUTOMÁTICA**.
9. Entre cada par de **CALIBRAÇÃOAUTOMÁTICA**, após o comando **MOVER/SINC**, insira alguns comandos de movimento seguros para prevenir possíveis falhas quando os braços se deslocam para colocar e tirar as sondas do trocador de sonda.

A rotina de medição deve agora estar organizada desta maneira:



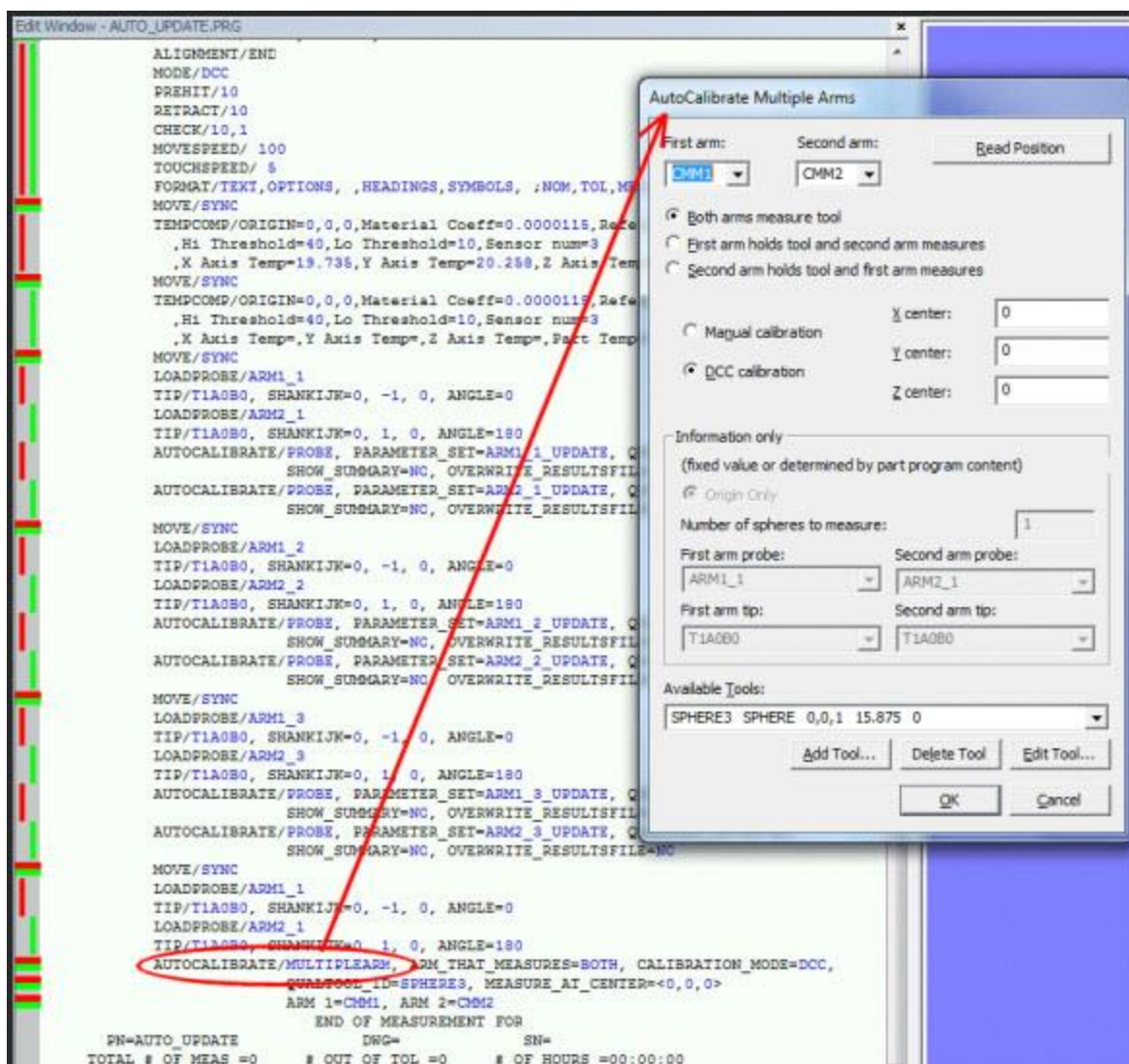
Exemplo de rotina de medição AUTO_UPDATE.PRG

Continue, adicionando os seguinte comandos:

1. Vá até o final da rotina de medição, adicione um comando **CARREGARSONDA** para o **BRAÇO1_1** e o **BRAÇO2_1**.
2. Insira um comando **CALIBRAÇÃOAUTOMÁTICA/VÁRIOSBRAÇOS** e pressione F9. A caixa de diálogo **Calibração automática de vários braços** será exibida.
3. Para **Primeiro braço**, selecione CMM1. Para **Segundo braço**, selecione CMM2.
4. Selecione **Os dois braços medem a ferramenta**.
5. Selecione **Calibração DCC**.
6. Selecione **ESFERA3** na **lista de ferramentas disponíveis**.

A última parte faz com que a extensão curta em ambos os braços meça a **ESFERA3** para ajustar uma última vez a relação entre os braços 1 e 2. Geralmente, você precisa usar somente este comando final após cerca de um mês de uso da máquina (ou após várias medições) para ajustar ocasionalmente o deslocamento e melhorar a precisão.

Uso do modo Vários braços



Caixa de diálogo Calibração automática de vários braços

Antes de executar essa parte final da rotina de medição, certifique-se de posicionar as esferas de calibração (ESFERA1, ESFERA2 e ESFERA3) de volta na mesa.

Notas sobre o uso do AUTO_UPDATE.PRG

Você executaria esta rotina de medição para atualizar o mapeamento de uma ponta específica nestas instâncias:

- Sempre que for preciso ajustar a precisão da máquina.
- Sempre que você quiser ajustar uma ponta ou adicionar uma nova.

Essa rotina de medição é usada mais frequentemente do que a AUTO_MAPS.PRG.

Um comando `CALIBRAÇÃOAUTOMÁTICA` típico, com parâmetros atualizados e extensão 1, pode ser feito usando-se um comando Executar bloco.

Executar a rotina de medição inteira para todas as extensões de sonda e usar o nove ângulos recomendados leva cerca de 30 minutos.