

automação
controlo
instrumentação



número 94 | 1.º trimestre de 2014 | Portugal 9.50€

ARTIGO CIENTÍFICO

- Controlo de Sistemas Pneumáticos
- Terrestrial Intelligent General-purpose Robotic Explorer

COLUNA: EMPREENDER E INOVAR

- A Ferramenta Universidade para o Empreendedorismo em Portugal: Estamos Preparados para Prever Juntos o Futuro?

FICHA PRÁTICA DE ELETRÓNICA

- Amplificador Operacional

DOSSIER: SISTEMAS DE CONTROLO NA INDÚSTRIA

- Tecnologia Híbrida para Medição de Interface
- Visão Artificial: do Controlo de Qualidade à Participação nos Processos de Produção
- Utilização de Conversores de Frequência na Indústria
- Sistemas de Controlo Seguros

CASE STUDY

- Sistema de Análise de Cor para Têxtil Automóvel com Variação de Cor Equivalente ao do Sistema de Visão Humano
- Guia para a Ligação de Dispositivos de Automação a Redes Industriais
- *Plug and Play* para a Indústria
- POWER MONITOR da Weidmüller

REPORTAGEM

- "Rittal – The System on Tour"
Mais um Sucesso na sua 6.ª Edição

ENTREVISTA

- "RS e o seu Conjunto de Recursos de Desenho Online Aceleram o Caminho entre a Conceção e a Produção"

Soluções Avançadas de Automação e Robótica



www.tropimatica.com

DIRETOR

J. Norberto Pires, Departamento de Engenharia Mecânica,
Universidade de Coimbra, jnp@robotics.dem.uc.pt

CORPO EDITORIAL

A. Loureiro, DEM UC; A. Traça de Almeida, DEE ISR UC;
C. Couto, DEI U. Minho; J. Dias, DEE ISR UC;
J.M. Rosário, UNICAMP; J. Sá da Costa, DEM IST;
J. Tenreiro Machado, DEE ISEP; L. Baptista, E. Náutica, Lisboa;
L. Camarinha Matos, CRI UNINOVA; M. Crisóstomo, DEE ISR UC;
P. Lima, DEE ISR IST; V. Santos, DEM U. Aveiro

COLABORAÇÃO REDATORIAL

J. Norberto Pires, Adriano A. Santos, Alfredo Martins,
Guilherme Amaral, André Dias, Carlos Almeida, José Almeida,
Eduardo Silva, Filipe E. Antunes, Paula Domingues, João Dias,
Miguel Malheiro, Luís Reis Neves, Nuno Guedes, Rui Orfão,
Claus Hilger, José Meireles, Bernd Hantsche, Roberto Fonte,
Tiago Rita, Carlos Pinto, Jorge Martins, João Reis,
Carlos Cardeira, Mário Campos, Manuel João Ferreira,
Teresa Martins, Ricardo Sá e Silva e Helena Paulino

COORDENADOR EDITORIAL

Ricardo Sá e Silva
Tel.: +351 225 899 628
r.silva@robotica.pt

DIRETOR COMERCIAL

Júlio Almeida
Tel.: +351 225 899 626
j.almeida@robotica.pt

CHEFE DE REDAÇÃO

Helena Paulino
Tel.: +351 220 933 964
h.paulino@robotica.pt

DESIGN

Luciano Carvalho
l.carvalho@publindustria.pt

WEBDESIGN

Ana Pereira
a.pereira@cie-comunicacao.pt

ASSINATURAS

Tel.: +351 220 104 872
assinaturas@engebook.com · www.engebook.com

REDAÇÃO, EDIÇÃO E ADMINISTRAÇÃO

CIE - Comunicação e Imprensa Especializada, Lda.®
Grupo Publindústria
Tel.: +351 225 899 626/8 · Fax: +351 225 899 629
geral@cie-comunicacao.pt · www.cie-comunicacao.pt

PROPRIEDADE

Publindústria - Produção de Comunicação Lda.®
Empresa Jornalística Reg. n.º 213 163
Praça da Corujeira, 38 · Apartado 3825
4300-144 Porto
Tel.: +351 225 899 620 · Fax: +351 225 899 629
geral@publindustria.pt · www.publindustria.pt

REPRESENTAÇÃO EM ESPANHA

ANUNTIS INTEREMPRESAS, S.L.
Tel. +34 936 802 027 · Fax +34 936 802 031
mluna@interempresas.net · www.metalunivers.com

PUBLICAÇÃO PERIÓDICA

Registo n.º 113164
Depósito Legal n.º 372907/14
ISSN: 0874-9019 · ISSN: 1647-9831
TIRAGEM: 5000 exemplares

Os trabalhos assinados são da
exclusiva responsabilidade dos seus autores.

2 DA MESA DO DIRETOR

Objetivos Estratégicos, Seletividade, Avaliação e Responsabilidade

4 ARTIGO CIENTÍFICO

- [4] Controlo de Sistemas Pneumáticos
- [8] Terrestrial Intelligent General-purpose Robotic Explorer

16 COLUNA EMPREENDEDOR E INOVAR

A Ferramenta Universidade para o Empreendedorismo em Portugal: Estamos Preparados para Prever Juntos o Futuro?

18 ESPAÇO ELETRÓNICA INDUSTRIAL

Eletrónica Digital

20 FICHA PRÁTICA DE ELETRÓNICA

Amplificador Operacional

22 SECÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO

Instrumentação Industrial: as Válvulas de Controlo, um Importante "Instrumento"
(5.ª Parte)

26 NOTÍCIAS DA INDÚSTRIA**42 DOSSIER DE SISTEMAS DE CONTROLO NA INDÚSTRIA**

- [44] Tecnologia Híbrida para Medição de Interface
- [48] Visão Artificial: do Controlo de Qualidade à Participação nos Processos de Produção
- [52] Utilização de Conversores de Frequência na Indústria
- [56] Sistemas de Controlo Seguros

60 INFORMAÇÃO TÉCNICO-COMERCIAL

- [60] ABB, S.A.: cpmPlus OEE
- [64] Axpo Iberia, S.L.: Centro de Geração e Medição de Energia em Tempo Real
- [66] EPL – Mecatrónica & Robótica: Os Motores Lineares Reduzem os Custos de Aplicação de Antibióticos na Aquicultura
- [70] Fagor Automation S. Coop – Sucursal Portuguesa, Lda.: Sistemas de Controlo na Indústria
- [72] HARTING Iberia, S.A.: "Indústria Integrada": a HARTING já está em Execução
- [74] LusoMatrix – Novas Tecnologias de Eletrónica Profissional: ELA Innovation S.A.
- [76] M&M Engenharia Industrial, Lda.: EEC One, Automatização da Documentação Aumenta a Eficiência da Engenharia
- [78] RS Components Reafirma o seu Contínuo Compromisso com a Inovação Apresentando a nova Versão de DesignSpark PCB
- [80] RUTRONIK Elektronische Bauelemente GmbH: RFDuino – Muito Mais do que um Computador Minúsculo com Bluetooth 4.0
- [82] Schneider Electric Portugal: Controlo: a Base para a Eficiência e Sucesso Industrial
- [84] Weidmüller – Sistemas de Interface, S.A.: Fontes de Alimentação de Modo Comutado PROeco
- [86] Zeugma – TSI, S.A. e IDMEC/LAETA: Gestão Energética e Automação Industrial
- [90] igus, Lda.: Rolam e Rolam - Rolamentos de Longa Duração para Rolos de Transportadores

92 CASE STUDY

- [92] ENERMETER – Sistemas de Medição, Lda.: Sistema de Análise de Cor para Têxtil Automóvel com Variação de Cor Equivalente ao do Sistema de Visão Humano
- [96] F.Fonseca, S.A.: Guia para a Ligação de Dispositivos de Automação a Redes Industriais
- [100] HARTING Iberia, S.A.: Plug and Play para a Indústria
- [102] Weidmüller – Sistemas de Interface, S.A.: POWER MONITOR

104 REPORTAGEM

"Rittal – The System on Tour": Mais um Sucesso na sua 6.ª Edição

106 ENTREVISTA

Ana Belda, RS Components: "RS e o seu Conjunto de Recursos de Desenho Online Aceleram o Caminho entre a Conceção e a Produção"

110 BIBLIOGRAFIA**112 PRODUTOS E TECNOLOGIAS****129 CALENDÁRIO DE EVENTOS**

Feiras, Seminários e Conferências

130 EVENTOS E FORMAÇÃO**136 LINKS**

ISA
PT Robotics: a robótica e eletrónica ao seu alcance
Automação Industrial



www.robotica.pt

Aceda ao link através
deste QR code.

f /revistarobotica

Jorge Martins, João Reis, Carlos Cardeira
 IDMEC / LAETA
 Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa
 (jorgemartins, joao.c.reis, carloscardeira@tecnico.ulisboa.pt)

Roberto Fonte, Tiago Rita, Carlos Pinto
 Zeugma - TSI, S.A.
 (roberto fonte, tiago.rita, carlos.pinto@zeugma-tsi.pt
 Tel.: +351 261 861 270 - Fax: +351 261 861
 www.zeugma.pt)

Gestão Energética e Automação Industrial

BiNOVA – Doctor Machine

A Zeugma é uma empresa de engenharia que desenvolve e produz soluções industriais, nomeadamente máquinas, equipamentos e sistemas para diversas indústrias: do papel, embalagem, automóvel, espacial, eletrónica, entre outras. A Zeugma alcançou, ao longo dos anos, notoriedade internacional em algumas das áreas referidas.

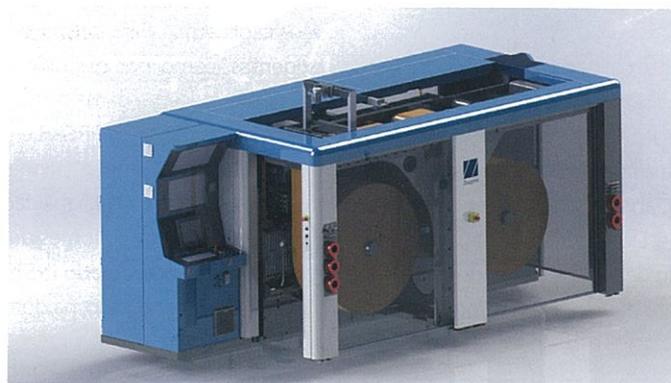


Figura 1. BiNOVA Machine.

Atualmente as empresas têm a inovação, a par com a Investigação e Desenvolvimento, como a alavanca fundamental de diferenciação e competitividade. Fatores críticos de sucesso como o aumento do desempenho, da produtividade e a eficiência energética dos produtos são também conseguidos através de uma abordagem de melhoria contínua. Uma das indústrias cujos padrões de qualidade são mais elevados é a indústria alimentar. Destacam-se, por exemplo, os níveis de exigência no embalamento dos produtos alimentícios. Nalguns processos, o material utilizado no embalamento é fornecido às empresas alimentares em bobinas, cujo processo de enrolamento tem de obedecer a elevados padrões de qualidade.

1. BiNOVA MACHINE

O projeto BiNOVA MACHINE tem como objetivo o desenvolvimento de uma nova geração de máquinas destinadas a bobinar e inspecionar bandas de vários materiais: filmes flexíveis, complexos à base de papel, complexos à base de carbonato de cálcio, entre outros.

Doctor Machine é um equipamento constituído basicamente por um bobinador, composto por um enrolador e desenrolador que são responsáveis por controlar a velocidade e tensão durante todo o processo de bobinagem em função do tipo de material e defeitos do mesmo. O conceito de *Doctoring surge* da necessidade de recuperar um produto defeituoso.

A nova geração de máquinas BiNOVA MACHINE (Figura 1) apresentará uma estrutura construída sobre um novo conceito e por módulos funcionais que permitirão, separadamente ou em conjunto, executar as funções de *Doctoring* e *Salvage*:

- › *Doctoring*: permitirá a recuperação de material com defeitos dentro do processo de produção;
- › *Salvage*: recuperação de bobinas deformadas geometricamente.

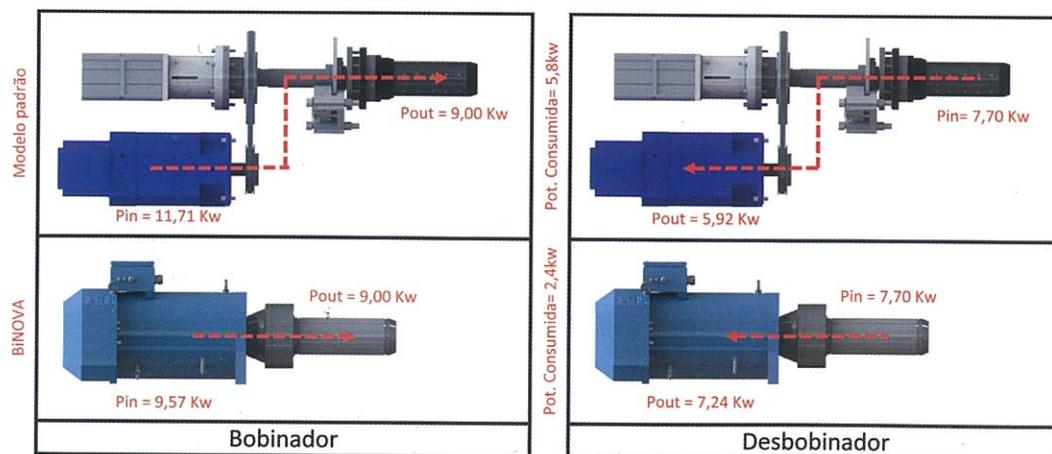


Figura 2. Potência gerada versus consumida (velocidade constante e tensão na linha 450 N).

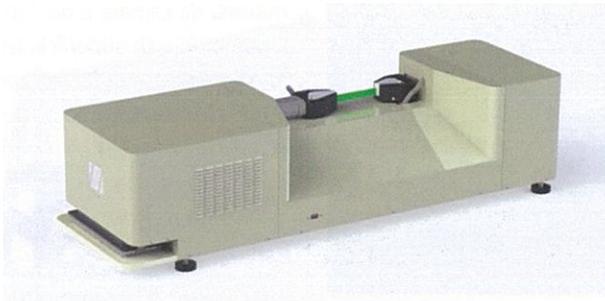


Figura 3. Unidade de determinação das propriedades do substrato.

A Zeugma, através da cooperação entre a equipa de I&D interna e o IST (Instituto Superior Técnico), desenvolveu uma solução alicerçada em conceitos e métodos de vanguarda, que se reflete nos avanços referidos de seguida.

2. CONTROLO ADAPTATIVO & EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Melhorar a eficiência energética e o desempenho, comparativamente às máquinas de mercado, a partir do desenvolvimento de um conceito de acionamento direto regenerativo: "Direct Drive". Tratando-se de um enrolador e de um desenrolador, este último assegura a tensão mecânica da banda através do funcionamento como travão, ou seja gerando energia que é injetada no barramento DC e fornecida diretamente ao motor do enrolador. Em situações de desaceleração, o sistema devolve à rede a energia produzida, ou seja funcionamento regenerativo. A par da elevada eficiência energética conseguida com este conceito, a máquina funciona com algoritmos avançados que permitem realizar um pré-controlo de forma adaptativa, em suma um controlo ativo em contrapartida com os algoritmos convencionais de funcionamento reativo.

a. Eficiência energética

Como é possível observar na Figura 2, os ganhos de eficiência são muito elevados: o sistema de acionamento direto necessita de uma potência de 2,4 KW enquanto o sistema convencional necessita de uma potência de 5,8 KW para realizar o mesmo trabalho.

b. Propriedades do Substrato

A Figura 3 apresenta um protótipo de uma máquina de ensaios que permite efetuar o corte de provetes e a realização de ensaios de tração segundo o conceito de identificação estática do módulo de

elasticidade, que pressupõe a tração do material e a medição do alongamento do mesmo. O processo de corte e a identificação das propriedades mecânicas são efetuados de acordo com a Norma ISO 1924-3, estando o protótipo dimensionado para realizar ensaios a provetes de 15.0 ± 0.1 mm. Este equipamento tem uma resolução de 0,153 N (erro máximo da célula de carga 0,013%) na medição da força e de $3,025 \times 10^{-5}$ mm na medição do alongamento. Este permite ainda a medição de espessura durante o processo de corte com uma resolução de 1 μ m. O objetivo é, através da identificação das propriedades mecânicas do substrato, ajustar os parâmetros da *Doctor Machine* para valores ótimos, nomeadamente o controlo da velocidade e tensão de enrolamento da bobina.

3. CONTROLO DE QUALIDADE DO PROCESSO – QUALIDADE DO ENROLAMENTO

O objetivo do *Doctoring* é corrigir as imperfeições de enrolamento. Estas imperfeições podem ocorrer devido à variação natural das fibras da banda e aditivos utilizados, bem como aos defeitos de fabricação das bobinas nas máquinas de transformação primária em secundária. Defeitos de enrolamento podem originar problemas geométricos nas bobinas, problemas de compactação, problemas de tensão do

enrolamento e qualidade do guiamento, nomeadamente o alinhamento das sucessivas voltas da bobina que provocam um desenrolamento oscilante.

Neste âmbito foi desenvolvido um sistema que permite a análise da qualidade do enrolamento de uma forma rápida e automática que permite, com fiabilidade e de um modo simples, a deteção de defeitos no processo de enrolamento. Trata-se de um sistema de avaliação, que pode ser utilizado *online* ou *offline*, baseado em triangulação laser. Este é constituído fundamentalmente por uma câmara 3D (sensor de imagem CMOS) com resolução 2048 x 1088, com um processador FPGA (*Field-Programmable Gate Arrays*) interno e a respetiva lente, e por um laser adequado à aplicação.

Os tipos de defeito que habitualmente são suscetíveis de surgir num rolo durante o processo de enrolamento são os seguintes:

- > *Offsets* entre camadas do rolo, que correspondem a deslocamentos localizados de uma camada do substrato no perfil do rolo. O resultado final é uma superfície lateral do rolo irregular;
- > Efeito de telescopia do enrolamento, correspondente ao surgimento de uma curvatura na superfície lateral do rolo, traduzindo-se numa superfície lateral côncava ou convexa;
- > Desalinhamento do perfil em relação ao eixo do rolo.

A solução desenvolvida tem a capacidade de analisar filmes de diferentes espessuras, permitindo manter uma relação de píxel por milímetro adequada ao erro máximo pretendido. Pequenos desalinhamentos na ordem de 0,1 mm são facilmente detetados pelos sistemas.

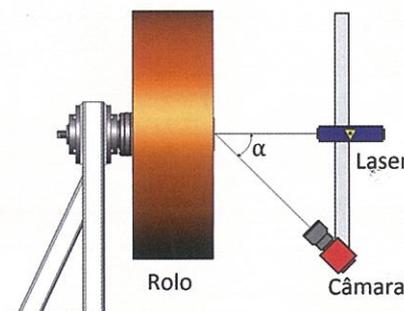
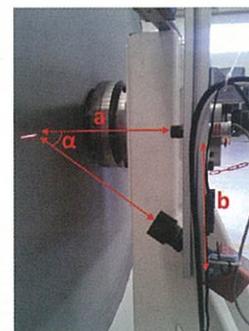


Figura 4. Esquema da triangulação utilizada.



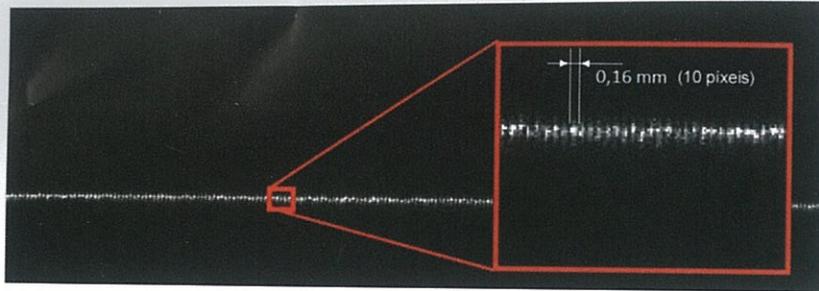


Figura 5. Imagem captada com evidência do perfil das camadas do rolo (2048 x 1086 pixels).

a. Triangulação laser

Existem várias configurações que são usadas em aplicações de triangulação laser. A configuração que é usada numa aplicação é determinada pela dispersão/reflexão do material a ser inspecionado. Há parametrizações adequadas a materiais altamente refletivos e outras para superfícies muito pouco refletoras. Para uma medição precisa, outros efeitos perturbadores como a reflexão do objeto, ou até a iluminação ambiente, têm de ser suprimidos por filtros óticos e por uma seleção adequada do comprimento de onda do laser. A precisão do sistema de triangulação é determinada pelo algoritmo de extração do feixe, configuração ótica, parâmetros de qualidade do gerador de feixe laser e parâmetros da lente. A configuração utilizada nesta aplicação está representada na Figura 4. A distância de montagem ao rolo (a), a distância entre a câmara e o laser (b) e o ângulo entre estes (α) são calibrados de forma a obter uma boa relação entre a resolução da imagem adquirida, quantidade de camadas de filme captadas e o comprimento do feixe laser, refletido na superfície, que permita obter com precisão os desvios entre camadas.

Para uma espessura mínima de 0,16 mm do material enrolado, a resolução da câmara e a calibração dos parâmetros de montagem do esquema de triangulação permitem uma precisão de 10 píxeis por camada (Figura 5).

A câmara contém um detetor de feixe laser muito preciso que extrai informações 3D em tempo real. Os sinais de saída do detetor laser são as coordenadas da localização do feixe laser, largura do feixe e o maior valor de cinza dentro do feixe, cuja distribuição de intensidade tem uma forma gaussiana. O algoritmo do detetor de picos da câmara 3D aplica técnicas de interpolação não-linear, onde 64 pontos de dados são calculados entre dois píxeis dentro do feixe laser gaussiano. Esta técnica é superior a outras técnicas de deteção tipicamente usadas, tais como a deteção da intensidade do pico de um píxel ao longo de todo o feixe laser (resultando na precisão do píxel), ou o *threshold* da Gaussiana e cálculo da média (que resulta na precisão do sub-píxel). Através das posições dos picos em cada camada, e de uma calibração adequada, adquire-se a informação dos *offsets* reais das várias camadas do rolo. A taxa de aquisição

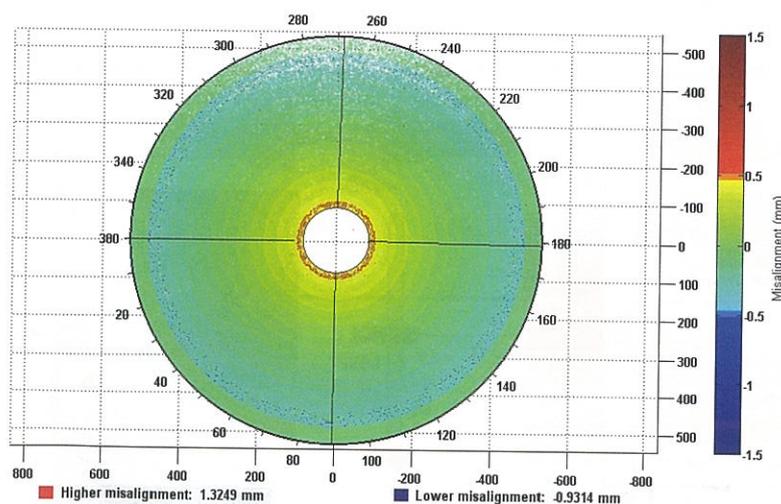


Figura 6. Representação do levantamento da superfície lateral de um rolo.

máxima da câmara é de 330 linhas/seg. O varrimento da superfície lateral de um rolo completo é então compilado numa forma gráfica que traduz, de forma clara, as zonas do rolo com desfasamentos mais pronunciados entre camadas, como se observa na Figura 6.

4. CONTROLO DE QUALIDADE DO EQUIPAMENTO - ALINHAMENTO 3D

Os desalinhamentos entre rolos de passagem nas *Doctor Machines* podem provocar vários problemas, como redução da qualidade dos rolos de material bobinado, manutenção em excesso ou, até mesmo, danos no equipamento. Para que se garanta o bom desempenho da BiNOVA MACHINE, na fase de montagem, o desalinhamento entre rolos de passagem não deve ser superior a 0,1 milímetros por metro. O protótipo do braço articulado desenvolvido prevê corresponder a este nível de exigência (Figura 7). Este braço cai assim na categoria dos AACMM (*Articulated Arm Coordinate Measuring Machine*) devido, evidentemente, ao seu propósito de efetuar medições de elevada precisão. A função desta unidade é, portanto, dispor à equipa de montagem uma ferramenta robusta, fiável e de fácil interação, contribuindo diretamente na qualidade e desempenho da BiNOVA MACHINE.

a. Características do equipamento

O braço articulado possui 7 graus de liberdade (7 juntas), sendo cinematicamente redundante, o que lhe confere uma maior flexibilidade de utilização. Trata-se de um braço passivo, sem atuadores nas juntas, destinado a ser manipulado manualmente.

A precisão do braço de medição depende essencialmente dos seguintes fatores:

- › Dimensões, em especial o comprimento desde a base ao elemento terminal;
- › Coeficiente de expansão térmica dos materiais que constituem o braço;
- › Precisão dos *encoders* de junta;
- › Folgas mecânicas do equipamento.

O braço tem cerca de 2,1 m o que permite aceder a todos os rolos de passagem da BiNOVA MACHINE sem ser necessário realocar a base. Devido a estas dimensões, quaisquer desvios na montagem,

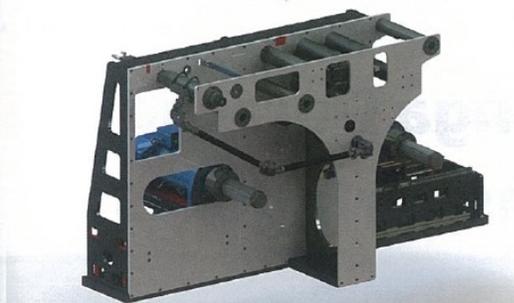


Figura 7. Braço articulado de medição.

folgas e expansão do material, são amplificados até à extremidade do equipamento. Para minimizar estes problemas utiliza-se fibra de carbono nos troços de maior comprimento, devido ao seu baixo coeficiente de expansão térmica (entre $-0,4 \times 10^{-6}$ e $14,4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$). As restantes peças de maquinaria são fabricadas em alumínio, com um toleranciamento dimensional e geométrico apertado de forma a minimizar as folgas na montagem.

O equipamento calcula a posição e orientação do elemento terminal através do modelo cinemático do braço articulado. As posições de junta são adquiridas através de *encoders* óticos absolutos de elevada precisão de ± 2 arcsec. Esta precisão nos *encoders* de cada uma das 7 juntas resulta num erro máximo de medição na posição do elemento terminal inferior a 0,04 mm

e na orientação de 0,05 mm/m, assumindo uma temperatura ambiente constante garantindo, desta forma, um alinhamento entre rolos dentro da especificação de 0,1 mm/m.

5. CONCLUSÃO

Com estes avanços a Zeugma irá conseguir apresentar uma solução diferenciada para o mercado de *Doctoring*, possível graças às atividades de Investigação e Desenvolvimento e Inovação realizadas. Neste sentido, a Zeugma disporá no seu portefólio de soluções competitivas e tecnologicamente avançadas, reforçando a sua posição global no fornecimento de *Doctor Machines*.

6. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de manifestar o nosso sincero agradecimento ao apoio no âmbito do Sistema de Incentivos à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico nas empresas QREN, através do Programa Operacional Regional de Lisboa, Projeto n.º 2011/18453, e a todos os parceiros, colaboradores, e amigos, que nos honram com a sua confiança e apoio, com o desejo que continuemos no futuro, em conjunto, a fazer do vosso também o nosso sucesso. 🙏



New. Fast. Precise. KR AGILUS.

KUKA small robot KR AGILUS – the new masters of speed. With the KR AGILUS series, KUKA is presenting a comprehensive small robot family. The performance of the KR AGILUS series is unique in its payload category. All KR AGILUS models are operated uniformly with the service-proven KR C4, the universal control technology for all KUKA robot models. KR AGILUS: Unparalleled functionality and reliability made by KUKA.



Find out more about the new
KR AGILUS series from
www.kuka-robotics.com