

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/279201720>

# Evolução e interdisciplinaridade da mecatrónica

Article · April 2013

CITATIONS

0

READS

187

3 authors:



**Luis Alcino Conceicao**

Instituto Politécnico de Portalegre

92 PUBLICATIONS 32 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Pilar Barreiro**

Universidad Politécnica de Madrid

287 PUBLICATIONS 3,335 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Constantino Valero**

Universidad Politécnica de Madrid

192 PUBLICATIONS 1,757 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



mechatronics in precision agriculture [View project](#)



OLEAVALOR - Valorização das Variedades de Oliveira Portuguesas, financiado pelo ALENTEJO2020 [View project](#)

# Evolução e aplicação da mecatrónica em máquinas agrícolas

Luís Alcino Conceição . Escola Superior Agrária de Elvas, Instituto Politécnico de Portalegre

Pilar Barreiro, Constantino Valero . Escola Técnica Superior de Engenheiros Agrónomos, Universidade Politécnica de Madrid

**Em Ciências Agrónomas, a constante adoção de novas tecnologias, faz com que cada vez mais se alargue o conhecimento em torno de novas áreas técnicas e científicas. Hoje, a incorporação de sistemas mecatrónicos na arquitetura de conceção de tratores e máquinas agrícolas, além de tornar a máquina mais amiga do operador, tem permitido a otimização da sua utilização e rentabilidade de operação. O significado de Mecatrónica e algumas considerações sobre a sua aplicação em máquinas agrícolas são descritas neste artigo.**

## Evolução e interdisciplinaridade da mecatrónica

Longe vai o tempo em que no posto de condução de uma máquina agrícola apenas existiam alavancas e pedais de funcionamento meramente mecânico em que a força de atuação e rigor dependiam integralmente do operador. A adoção de comandos assistidos tornou o trator um instrumento de trabalho mais cómodo, seguro e preciso. Pode mesmo afirmar-se que o aumento desta funcionalidade permitiu não só o aumento de horas de trabalho em prestadores de serviço como o leque de utilizadores em empresas familiares. Para isso contribuiu a tecnologia mecatrónica. Mecatrónica é um termo que surge no Japão na década de 60 do século passado e resulta da combinação de diferentes áreas da engenharia, fundamentalmente: mecânica, eletrónica e informática ao nível dos sistemas de controlo computadorizados. Na figura 1 é possível ver um resumo do processo evolutivo do conceito de mecatrónica a partir de um sistema mecânico e a interdisciplinaridade que o constitui. Em 1970 é incorporada a teoria de controlo, a eletrónica e os microprocessadores, na década de 80 os sistemas de desenho assistido por computador e os princípios de diagnóstico de falhas, na década de 90 a internet e os sistemas de transmissão de dados sem fio (wireless) e a partir de 2000 o processamento digital de sinal em sistemas embebidos e as tecnologias de informação.

Numa máquina agrícola a mecatrónica é hoje determinante para o controlo e ou automati-

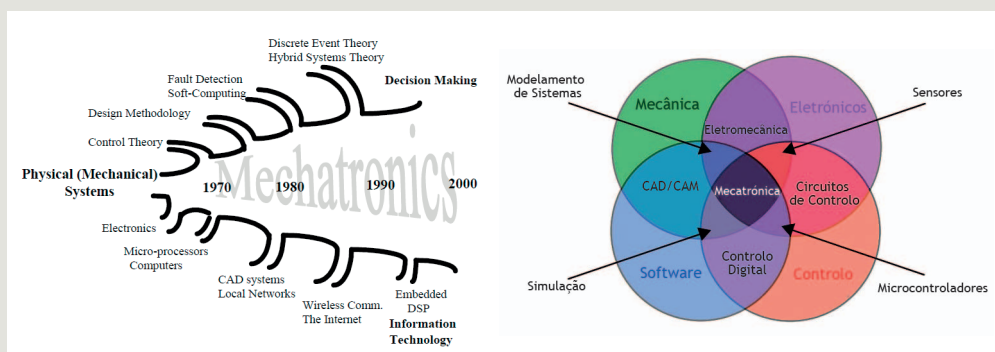


Figura 1 – Evolução histórica e interdisciplinaridade do conceito de mecatrónica

zação das operações. A introdução desta tecnologia iniciou-se pela utilização de componentes assistidos eletricamente, como seja a assistência elétrica dos comandos eletro-hidráulicos de um sistema de transmissão ou da tomada de força em tratores agrícolas. Posteriormente surgem os componentes assistidos e controlados por computador, os componentes controlados de forma remota e por ultimo o desenvolvimento de máquinas completamente autónomas – robotização. Exemplo da assistência por computador é o controlo de um débito ou densidade proporcional a velocidade de avanço presente

em máquinas de distribuição; o controlo remoto por wireless é hoje o que permite a transmissão de informação do peso medido pelas células de carga instaladas no eixo de um reboque unifeed e o respetivo monitor de comando instalado no interior da cabine do trator e os robots de ordenha um exemplo de máquinas completamente autónomas. A partir de 2008 praticamente todos os equipamentos automotrizes dispõem de controladores eletrónicos do motor, requisito indispensável para que sejam cumpridas as metas de emissões poluentes cada vez mais rígidas e atualmente regulamentados pelas

normas TIER IV.

Em 1991 a ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers) publica a Norma EP455 que estabelece as condições ambientais em que devem ser avaliados os componentes eletrónicos aplicados a máquinas agrícolas de modo a garantir a sua adequação e fiabilidade. De acordo com esta Norma, a severidade do efeito ambiental é rela-

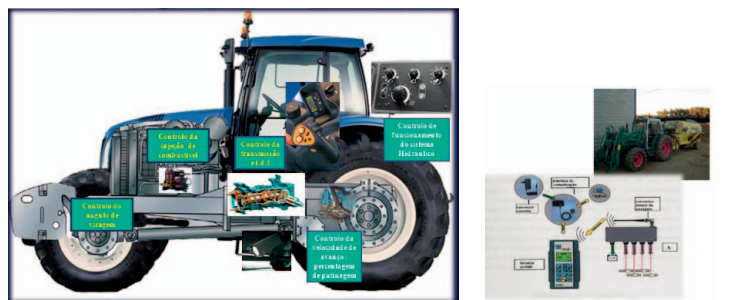
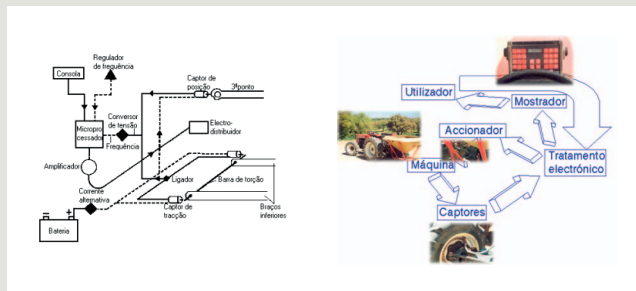


Figura 2 – Exemplos de aplicação da tecnologia mecatrónica no comando de funções num trator agrícola e esquema da possível transmissão de dados por wireless do sistema de pesagem de um reboque unifeed

cionada com a localização do componente eletrónico na máquina, sendo o ensaio realizado sob condições extremas ambientais de temperatura, altitude, poeira, radiação solar, imersão, humidade, vibração, compatibilidade eletromagnética, entre outros fatores, em tudo idêntico à de componentes instalados em equipamento militar. Por este facto o nível de proteção internacional (IP) dos equipamentos eletrónicos instalados em máquinas agrícolas é frequentemente o de IP67 correspondente a um nível de proteção total contra o pó e imersão até 1 m de profundidade.

### Sensores, atuadores e sistemas de controlo aplicados a máquinas agrícolas

São vários os sistemas que recorrem à utilização de sensores ou captadores para o seu funcionamento (figura 3). Ao nível do utilizador, em tratores são exemplos os sistemas de controlo da taxa de patinagem das rodas motrizes, do controlo do funcionamento dos sistemas de transmissão e do controlo



**Figura 3** – Diagrama de funcionamento do sistema hidráulico de um trator com regulação eletrónica e representação do sistema de controlo de um distribuidor pendular com distribuição proporcional à velocidade de avanço

e automatização do funcionamento do sistema hidráulico; em máquinas um exemplo clássico é o do controlo de distribuição de produtos sólidos ou líquidos. Genericamente entende-se por sensor, um dispositivo capaz de interpretar o meio externo, geralmente constituído por um sensor primário, um transdutor e um condicionador de sinal. Uma vez detetada uma magnitude física pelo sensor primário, o transdutor transforma-a numa grandeza elétrica e o condicionador de sinal converte o sinal elétrico

em voltagem ou intensidade. A partir daqui, e de acordo com uma calibração pré-estabelecida a informação é tratada por um micro controlador e é originada uma resposta enviada a um atuador. De acordo com o princípio de transdução, os sensores analógicos podem classificar-se como resistivo, capacitivo, indutivo ou eletromagnético. Atualmente é frequente a

utilização de sensores digitais cuja principal vantagem relativamente aos analógicos é a sua maior imunidade ao ruído elétrico. A avaliação do comportamento estático e dinâmico de um sensor com base nas suas diferentes características, nomeadamente, a sua amplitude de medida, compatibilidade com outros componentes associados, imunidade ambiental e precisão, determina a sua escolha. No caso de máquinas agrícolas, por exemplo, a precisão dos sensores utilizados é habitualmente de 0,05 a 1%. Os atua-

PUB

# PUBLICIDADE

## 1/2 página

dores podem ter diferentes princípios de funcionamento, sendo os mais comuns os elétricos, hidráulicos e pneumáticos.

Os sistemas de automação e os sistemas de controlo têm como objetivo supervisionar uma determinada tarefa sem a intervenção humana. A criação de um sistema de controlo é determinada em função de um objetivo principal:

- conferir precisão, exatidão e qualidade ao procedimento, nomeadamente quando há repetibilidade do mesmo, como é o caso do controlo de débitos e densidades de distribuição;
- melhorar o conforto de operação em tarefas monótonas, como é o caso dos sistemas de condução assistida por GPS;
- assegurar condições de segurança eliminando riscos, por exemplo pela ativação de sinal sonoro em trabalhos em planos declivosos;
- controlar potenciais desperdícios energéticos por otimização da performance do motor de unidades automotrizes;
- desenhar sistemas que sem um controlo automatizado não seriam viáveis, como é o caso dos sistemas que recorrem às tecnologias de aplicação de taxa variável conhecidas por VRT (Variable Rate Technology) em agricultura de precisão.

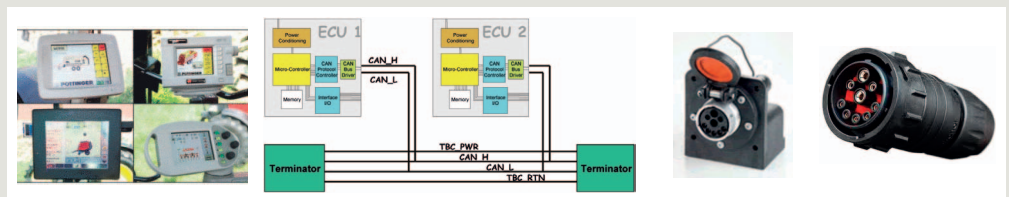
Normalmente distinguem-se dois tipos de processos, contínuos como é o caso de um sistema de *cruise control* numa máquina de colheita e discretos como é exemplo a automação da sequência de operações realizada numa cabeceira por um trator: “baixar rotação do motor — levantar alfaia — revirar alfaia — baixar alfaia — acelerar rotação do motor”. No primeiro exemplo utilizam-se sensores analógicos ou digitais de alta resolução e atuadores contínuos, no segundo exemplo é frequente a utilização de autómatos programáveis do tipo PLC (Programmable Logic Controller). Contribuindo para o conforto da operação, os sistemas de controlo permitem uma rápida intervenção de calibração ou reparação pelos mecanismos de deteção de falhas que incorporam. Em caso de avaria de conceção ou operação, os sistemas de diagnóstico de falhas registam as ocorrências numa centralina cuja leitura pode ser feita posteriormente por via remota ou por ligação física da mesma a um leitor de diagnóstico.

### A norma ISO 11783

Talvez que o mais recente passo da mecatrónica em máquinas agrícolas seja a ado-

ção da norma ISO 11783 ou ISOBUS. O objetivo inicial da tecnologia de dados ISOBUS é padronizar a comunicação estabelecida entre tratores e alfaias, ao mesmo tempo que se assegura a compatibilidade total de transferência de dados entre sistemas móveis e software de gestão da exploração, neste caso pela criação de ficheiros em formato XML. A utilização deste protocolo de comunicação permite a troca de informação entre trator e máquina que lhe esteja acoplada, sendo particularmente importante para a utilização de sistemas de agricultura de precisão. Deste modo, um único terminal ISOBUS substitui vários terminais específi-

tornaram-se mais ágeis o comando de funções e a automatização de operações, antes difíceis de conseguir com as clássicas arquiteturas mecânicas de construção. Ainda assim, pena é, que o ciclo de vida dos componentes eletrónicos não acompanhe em regra o de uma máquina agrícola (10 000 horas para um trator e 3000 para uma alfaia) e assim a necessidade tantas vezes de fornecer suplentes 15 a 20 anos depois de terem terminado os respetivos ciclos. Esta pode ser uma situação a rever na logística de muitos fabricantes se pensarmos que na arquitetura de construção de uma ceifeira debulhadora podem existir mais de vinte



**Figura 4** – Exemplos de terminais, ligação entre centralinas e conectores ISOBUS: ligação das centralinas e atuadores dada pelos 4 pinos superiores em forma de cruz e transferência de informação pelos 5 pinos inferiores alinhados

cos para cada alfaia no trator, permite a sua utilização como monitor de barra de luzes em condução assistida por GPS e a utilização de máquinas com tecnologias de aplicação de taxa variável ou mesmo a ligação de câmaras de vídeo para monitorização de imagens. Na prática a utilização desta norma estabelece o protocolo necessário para que as caixas de controlo eletrónico ou centralinas entre dois ou mais equipamentos ligados possam transferir dados entre sensores, atuadores, controladores, sistemas de armazenamento de informação e monitores de rendimento. Torna-se assim possível ao agricultor ou prestador de serviço partilhar equipamentos de diferentes fabricantes sem ocorrerem os tradicionais problemas de compatibilidade. Do ponto de vista técnico, um aspeto importante na constituição deste tipo de ligação é o facto de prever um conjunto de 4 cabos para alimentação tanto das centralinas como dos atuadores que permite salvaguardar o funcionamento das segundas no caso de uma avaria dos primeiros. Terminais no posto de condução de tratores de diferentes fabricantes, o esquema de ligação entre duas centralinas (ECU) e os respetivos conectores ISOBUS são mostrados na figura 4.

Em resumo pode dizer-se que a incorporação de sistemas mecatrónicos na arquitetura de conceção de uma máquina agrícola é hoje uma realidade à qual não devemos ser alheios na sua utilização. Desta forma

centralinas de comando com centenas ou milhares de componentes eletrónicos. Pela importância que a mecatrónica assume hoje na constituição e funcionamento de tantos sistemas mecanizados em Ciências Agrárias e pela sua constante evolução, última nota, para a necessidade de maior complementaridade na formação destas duas áreas de conhecimento tanto ao nível da formação de operadores como dos currícula das respetivas licenciaturas. ☺

### Bibliografia

- ASABE. 1996-2011. AE50 annual awards on outstanding innovations. <http://www.asabe.org/resource/ae5011-entry.html>
- ASABE. 2008. Environmental considerations in development of mobile agricultural electrical/electronic components. ANSI/ASAE DEC 1990 (R2008).
- Barreiro, P. & M.Ruiz-Altisent. 2002. Bio-mecatrónica. VIDA RURAL n.º 161 50-53.
- B.P. (1982). Tracteurs de grande puissance. La documentation agricole 138: 1-24.
- CEMAGREF (1991). Les tracteurs agricoles. Antony. CEMAGREF.
- Conceição, L.A. & Dias S. (2010). Novas Tecnologias em Mecanização. Agri – Revista de Agricultura. Nº1. Confederação dos Jovens Agricultores e do Desenvolvimento Rural.
- Is ISOBUS Really Plug and Play. <http://www.agcanada.com/grainews/2009/04/20/is-isobus-really-plug-and-play/> consultado em 10/02/2013.
- Tomizuka, M. (2002). “Mechatronics: from the 20<sup>th</sup> to 21<sup>st</sup> century.” Control Engineering Practice 10(8): 877-886.