



ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO



AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO SOBRE TRACTOR AGRÍCOLA

O sistema de levantamento do tractor agrícola e a determinação da profundidade de trabalho

Relatório do Trabalho de Fim de Curso

MAQUINARIA AGRÍCOLA

MIGUEL DESIDÉRIO MOREIRA DOS SANTOS

ÍNDICE

1 - APRESENTAÇÃO DOS ESTABELECIMENTOS	Pág.
1.1 - Apresentação da Escola Superior Agrária de Castelo Branco.....	10
1.2 - Apresentação do CEMAGREF.....	11
2 - CONTEXTO GERAL DO ESTÁGIO: A génese do projecto "Supervisor"	
(auxílio à tomada de decisões sobre tractor agrícola)	
2.1 - A situação actual.....	14
2.1.1 - Necessidade de uma informação ergonómica, para limitar a fadiga	14
2.1.2 - Definição do "Supervisor" (1ª geração).....	16
2.1.3 - Análise das informações e conselhos.....	16
2.1.4 - Conselhos antes do trabalho (tractor parado).....	17
2.1.5 - Conselhos durante o trabalho.....	17
2.1.6 - A segunda geração do "Supervisor", gestão de automatismos.....	18
2.1.7 - A terceira geração do "Supervisor", transferência de informações técnico-económicas, para os computadores da exploração.....	19
2.1.8 - Para que tipo de tractor, de agricultor e de exploração?.....	19
2.1.9 - Conclusão.....	20
2.2 - Interesse do controle sobre a profundidade de trabalho.....	21
3 - SISTEMA DE LEVANTAMENTO E ENGATE DO TRACTOR	
3.1 - O sistema de levantamento e de engate de alfaías, no tractor agrícola.....	22
4 - OS DIFERENTES SENSORES A CONSIDERAR.....	25
4.1 - Determinação da profundidade de trabalho por sensor ultra-som.....	26
4.2 - Determinação da profundidade de trabalho por sensor angular.....	31
4.2.1 - Sensor angular sobre braços inferiores do hidráulico.....	31
4.2.2 - Sensor angular sobre braço de levantamento.....	36
4.3 - Conclusão.....	37

5 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE LEVANTAMENTO ELECTRÓNICO. 38

5.1 - Os ensaios.....	38
5.1.1 - Protocolo dos ensaios.....	39
5.1.2 - Descrição do plano de instalação.....	39
5.1.3 - Descrição dos sensores utilizados.....	40
5.1.3.1 - Sensor de posição vertical.....	41
5.1.3.2 - Sensor angular.....	43
5.1.4 - Descrição da execução dos ensaios.....	49
5.1.4.1 - Número de ensaios.....	51
5.2 - Resultados dos ensaios.....	51
5.2.1 - As diferentes imprecisões.....	51
5.2.2 - Altura dos braços inferiores em função da numeração dos roletes.....	53
5.2.3 - Tensões do controlo de posição, em função da numeração dos roletes.....	55
5.2.4 - Altura média dos braços inferiores, em função do controlo de posição.....	55
5.2.5 - Imprecisões do sistema de levantamento.....	57
5.2.5.1 - Imprecisão do comando do controlo de posição pelos roletes.....	57
5.2.5.2 - Histerese.....	58
5.2.6 - Estudo de factores alteráveis, capazes de fazer variar a altura dos braços inferiores.....	60
5.2.6.1 - Influência das cargas aplicadas sobre os braços inferiores.....	60
5.2.6.2 - Influência do regime motor.....	63

6 - ESTUDO DE UM SENSOR SOBRE BRAÇOS DE LEVANTAMENTO, ACOPLADO AO SISTEMA DE LEVANTAMENTO ELECTRÓNICO

6.1 - Relação entre os valores do sensor angular e a altura dos braços inferiores.....	66
6.1.1 - Altura dos braços inferiores, em função das tensões do sensor angular.....	66
6.1.2 - Altura dos braços inferiores, em função do ângulo dos braços de levantamento.....	67

6.2 - Estudo sobre as possibilidades de automatização do sistema de levantamento (conclusão).....	68
7 - MODELAÇÃO GRÁFICA.....	70
7.1 - Resultados.....	71
7.2 - Modelação gráfica e resultados experimentais.....	73
7.2.1 - Comparação entre as rectas de regressão dos resultados, pelo método gráfico e resultantes dos valores obtidos nos ensaios.....	73
7.2.2 - Síntese das equações precedentes.....	76
7.3 - Conclusão.....	77
8 - MODELAÇÃO MATEMÁTICA	
8.1 - Determinação do ângulo dos braços inferiores, em função do ângulo dos braços de levantamento.....	78
8.2 - Comparação entre os resultados gráficos e matemáticos.....	79
9 - CONCLUSÃO	
9.1 - Interesse do estudo para o projecto "Supervisão".....	82
9.2 - Interesse da "Supervisão" para Portugal.....	85
9.2.1 - Caracterização técnica do parque de tractores agrícolas de Portugal.....	85
9.2.2 - Interesse do projecto "Supervisão".....	88

ANEXOS:

A - Resultados das medições

B - Resultados da modelização gráfica e fórmulas matemáticas

Resumo

O presente trabalho constitui o relatório do estágio de fim de curso do autor (aluno do curso de Maquinaria Agrícola da Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Castelo Branco) realizado em França, na divisão ELAN (Électronique et Intelligence Artificielle d'Antony) do CEMAGREF (Centre National du Machinisme Agricole du Génie Rural des Eaux et Forêts), durante sete meses, subordinado ao tema: O Sistema de Levantamento e Determinação da Profundidade de Trabalho, como meio de Auxílio à Tomada de Decisão sobre o tractor agrícola.

Através da utilização de um sistema electrónico, acoplado a um sistema de levantamento, de um tractor e a um sensor angular, é possível visualizar a profundidade de trabalho, da alfaia engatada. Com esse sistema, designado de carta electrónica de levantamento, estudámos a possibilidade de efectuar todos os comandos de forma automatizada. Vários sistemas foram testados, resultando a possibilidade de se escolher uma profundidade de trabalho, pela função "Controlo de Posição".

Vários sensores (sensores de posição vertical, de ultra-sons e angulares) foram utilizados durante os ensaios com o objectivo de medir a altura dos braços inferiores ao solo, assim como os ângulos dos braços de levantamento. Os sensores de ultra-sons não se revelaram eficientes para medir directamente a altura dos braços inferiores. O sensor angular, ainda que apresentando alguns inconvenientes (volume importante de dados a entrar, necessidade de corrigir o enterramento dos pneus, etc.) deu-nos uma indicação final sobre a posição do sistema de levantamento.

Atendendo aos resultados obtidos, estudámos também a aferição da posição do sistema de levantamento utilizando, em condições de trabalho, o sensor angular.

Os resultados obtidos apontam para a possibilidade de criação de um sistema de levantamento de comando completamente automático, no qual se pretende que o operador apenas insira, no computador de bordo, a profundidade à qual deseja trabalhar, para que o mecanismo respectivo se ponha em funcionamento e ajuste todos os componentes/mecanismos envolvidos.

Palavras chave: tractor, sistema de levantamento, automatização, profundidade de trabalho.