



APLICATIVO PARA O PROCESSAMENTO DE DADOS DE UMA MAQUETE DE TRANSMISSÃO DE VARIAÇÃO CONTÍNUA COM DIVISÃO DE POTÊNCIA**

Fernando Henrique Campos¹, Kléber Pereira Lanças² & Saulo Philipe Sebastião Guerra³

** este artigo foi escrito baseando-se nas teorias, equipamentos, maquete e figuras desenvolvidos pela Profa. Dra. Pilar Linares do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Politécnica de Madri, quando do programa de Bolsa Sanduiche de Doutorado do primeiro autor.

RESUMO: O presente trabalho se trata do desenvolvimento de um aplicativo para o processamento de dados gerados através de uma maquete de transmissão de variação contínua com divisão de potência. O aplicativo foi desenvolvido na *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (ETSIA)*, da *Universidad Politécnica de Madrid* e para o seu desenvolvimento foi utilizada a linguagem de programação Java através do Ambiente Integrado de Desenvolvimento (IDE) NetBeans 6.9.1, e como base de dados foi utilizado o banco de dados MySQL Server 5.5. O aplicativo realizou o processamento e armazenamento dos dados obtidos através de ensaios realizados com a maquete de forma correta e eficiente, possibilitando maior facilidade na análise e na comparação dos resultados de desempenho obtidos nos ensaios e também permitiu a criação e manutenção de uma base de dados com os resultados dos ensaios realizados através da maquete.

PALAVRAS-CHAVE: Transmissão de potência, desenvolvimento de software, Java.

DATA PROCESSING SOFTWARE FOR A CONTINUOUS VARIABLE POWER-SPLIT TRANSMISSION TEST MODEL

ABSTRACT: The present work deals with the development of software to process the data generated by a continuous variable power-split transmission test. The software was developed at the *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (ETSIA)*, of *Universidad Politécnica de Madrid*. The Java programming language through the Integrated Development Environment (IDE), NetBeans 6.9.1, was used for its development, together to the MySQL Database Server 5.5. The software correctly and efficiently processed and storage the data obtained, enabling an easy analysis and comparison of the results performed. In addition, allowed the creation and maintenance of a database with the results from the test model.

KEYWORDS: Power transmission, software development, Java.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Transmissão de variação contínua com divisão de potência (CVPST)

Conforme Márquez (2004a) o sistema de transmissão é o conjunto de elementos mecânicos que garantem a transmissão de potência do motor para os diferentes mecanismos a serem utilizados, como: o sistema hidráulico, a tomada de potência (TDP) e as rodas motrizes. A melhora de produtividade dos tratores modernos é em grande parte consequência da evolução das transmissões e, uma alternativa moderna que busca de forma automática o aproveitamento da potência do trator minimizando o

consumo de combustível, é o conceito CVT (*Continuously Variable Transmission*), conhecido na Espanha e no Brasil como transmissão de variação contínua (MÁRQUEZ, 2004b).

Para Viti (2007), se entende como transmissão de variação contínua (CVT) um sistema que permite variar as relações de transmissão, sendo que, com esta solução pode ser utilizado um número infinito de relação de transmissão entre um valor máximo e um mínimo determinado pelas características da construção da transmissão CVT. Teoricamente um câmbio CVT causaria menos fadiga do motor e produziria uma transmissão de energia mais confiável, pois as restrições das engrenagens fixas de cada marcha impostas pelo câmbio convencional ao motor, o obrigam a trabalhar em uma velocidade diferente da ideal. (MORI et al., 2001). Dentre as transmissões CVT disponíveis no mercado atualmente estão as CVT: mecânica, hidrodinâmica, elétrica e hidrostática, sendo somente esta última aplicada em tratores agrícolas devido a

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Professor Adjunto.

E-mail: fhcampos@utfpr.edu.br

² Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Professor Titular. E-mail: kplancas@fca.unesp.br

³ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Professor Assistente. E-mail: ssguerra@fca.unesp.br

suas características construtivas e de desempenho. Segundo Fox (2003), o CVPST (*Continuous Variable Power-Split Transmission*) é um sistema de transmissão que consiste em um variador e um ou mais conjuntos de engrenagens epicíclicas. O CVPST opera num circuito de alimentação de três eixos onde um dos eixos é a saída ou entrada da transmissão, e os outros dois eixos são ligados por um variador, que é então ligado à entrada ou saída da transmissão. A ideia básica é dividir a potência de entrada em duas partes, sendo que uma parte da potência é enviada através de um setor de relação variável hidrostática e a parte restante da potência enviada por um setor mecânico (Figura 1), atingindo maior eficiência. As duas partes da potência são então somadas em uma engrenagem diferencial mecânica ou engrenagem planetária (SUN, 2011).

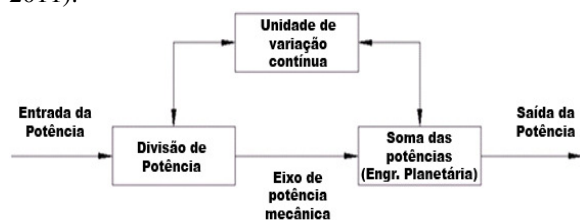


Figura 01 – Princípio da Transmissão de variação contínua com divisão de potência (Fonte: Sun, 2011).

1.2 Sistema planetário somador

As caixas com sistema planetário somador, utilizam uma combinação das transmissões hidráulica e mecânica, e possuem o sistema de engrenagens planetárias na saída em direção às rodas. Isto proporciona quatro etapas ou escalonamentos, reduzindo assim a porcentagem de potência transmitida hidrostaticamente, produzindo uma melhora da eficiência de transmissão em detrimento do aumento da complexidade da caixa de transmissão como um todo (MÁRQUEZ, 2002). O sistema planetário somador é também sinônimo de divisão de torque. O projeto do sistema planetário somador impõe que uma das unidades hidráulicas esteja ligada ao eixo de entrada. A divisão de torque refere-se ao torque de entrada que é dividido em duas partes e transmitido, via hidrostática e mecânica. As rotações UVC (Unidade de Variação Contínua) e da unidade mecânica são somadas ao planetário, e finalmente, transmitidas para o eixo de condução (SUN, 2011). A Figura 2 apresenta o esquema completo de transmissão de potência do sistema planetário somador.

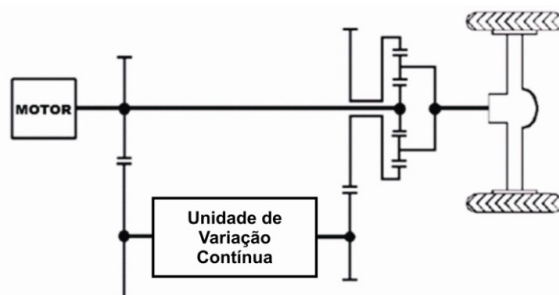


Figura 02 – Esquema completo de transmissão de potência do sistema planetário somador (Fonte: Monika, 2000 – modificado pelo autor).

1.3 Sistema planetário divisor

Segundo Márquez (2002), nas transmissões CVT com sistema planetário divisor, o conjunto de engrenagens planetárias encontra-se no eixo de entrada da potência transmitida a partir do motor e, deste sistema planetário saem duas linhas de potência, uma mecânica e a outra hidráulica, que se juntam no eixo de saída da caixa de transmissão para as rodas.

O sistema planetário divisor é sinônimo de divisão de velocidade e soma de torque. A disposição do sistema planetário divisor necessita que uma das unidades hidráulicas esteja ligada ao eixo de saída. A divisão de velocidade refere-se ao fato de que a velocidade de entrada é dividida em duas partes e transmitida por via hidrostática e mecânica (SUN, 2011). A Figura 3 apresenta o esquema completo de transmissão de potência do sistema planetário divisor.

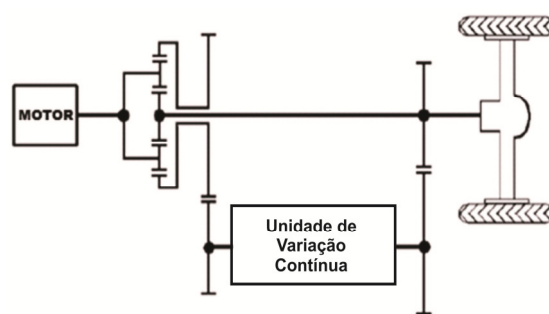


Figura 03 – Esquema completo de transmissão de potência do sistema planetário divisor (Fonte: Monika, 2000 – modificado pelo autor).

1.4 Linguagem de programação Java

Segundo Lins (2006), as linguagens de programação são codificações utilizadas para escrever programas, que podem ser utilizados por humanos ou máquinas. Assim como as linguagens humanas, as linguagens de computação possuem regras sintáticas, responsáveis pela sua forma e estrutura semântica que garantem sua correta definição. Diversas linguagens de programação foram criadas para os mais variados domínios de aplicação. Exemplos destes domínios são as aplicações científicas, aplicações comerciais, inteligência artificial, programação de sistemas e linguagens de propósitos especiais (SEBESTA, 2011). A linguagem de programação Java tem vantagens significativas sobre outras linguagens e outros ambientes que fazem sua utilização satisfatória para qualquer tarefa de programação em consequência disso tornou-se uma das linguagens de programação mais utilizadas atualmente (GOES, 2007).

1.5 Banco de dado MySQL

Machado e Abreu (2009) definem banco de dados como uma coleção de fatos registrados que refletem o estado de certos aspectos de interesse do mundo real. Um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) é um conjunto de programas que permitem aos usuários criar e manter um banco de dados. Entre os SGBD, o MySQL se destaca por ser um software de licença livre,

portável e compatível com diversas linguagens de programação e utiliza a linguagem SQL como interface. Sua interface permite manipular dados através de funções como recuperação de dados específicos, criação e atualização de tabelas, entre outras. O compartilhamento permite aos múltiplos usuários e programas acessar, de forma concorrente, o banco de dados (ELMASRI; NAVATHE, 2011). O MySQL foi escolhido para ser o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) por ser um banco de dados SQL, confiável, robusto, gratuito, estável, portátil para diferentes plataformas assim como a linguagem de programação Java e oferecer um alto nível de segurança (MYSQL, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do aplicativo e os ensaios para sua verificação e validação, foram realizados no Departamento de Engenharia Rural pertencente à *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (ETSIA)*, da *Universidad Politécnica de Madrid (UPM)*, localizada na cidade de Madrid, Espanha. A linguagem de programação escolhida para o desenvolvimento do aplicativo foi a linguagem Java utilizada a partir do ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) NetBeans versão 6.9.1 e o banco de dados utilizado como base de dados para o aplicativo foi o MySQL Server 5.5.

2.1 Maquete Didática de transmissão contínua (MDTC)

A MDTC (HERRANZ, 2005; ALMARZA DE JUAN, 2006; GONZALEZ, 2009; LLORENTE, 2009) foi criada pelo Departamento de Engenharia Rural da *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos*, através do grupo de pesquisa “Tractores y Laboreo”, com a finalidade de desenvolver uma maquete de caráter didático das transmissões de variação contínua (Figura 4).



Figura 04 – Maquete Didática de Transmissão Contínua.

A MDTC consiste na representação, em escala menor, do sistema de transmissão de potência de um trator agrícola equipado com uma transmissão CVT com divisão de potência (CVPST). A MDTC pode assumir o comportamento de quatro diferentes tipos de construções de uma transmissão CVT com divisão de potência (Tabela 1) sendo que cada um desses tipos de construção apresentam comportamento e eficiência diferentes.

Tabela 1 - Tipos de configuração da MDTC.

Config.	Posição Planetário	Posição Inversor
1	Somador	Esquerda
2	Somador	Direita
3	Divisor	Esquerda
4	Divisor	Direita

Através da MDTC foi possível realizar ensaios de bancada para verificar e entender o comportamento cinemático e dinâmico de cada um dos quatro tipos de construção da transmissão CVT, assim como avaliar os desempenhos e formas de transmissão, a potência (kW), rotação (rpm) e torque (N.m) em diferentes condições de trabalho. A Figura 5 apresenta a disposição de todos os componentes da MDTC para a melhor compreensão de sua estrutura e funcionamento.

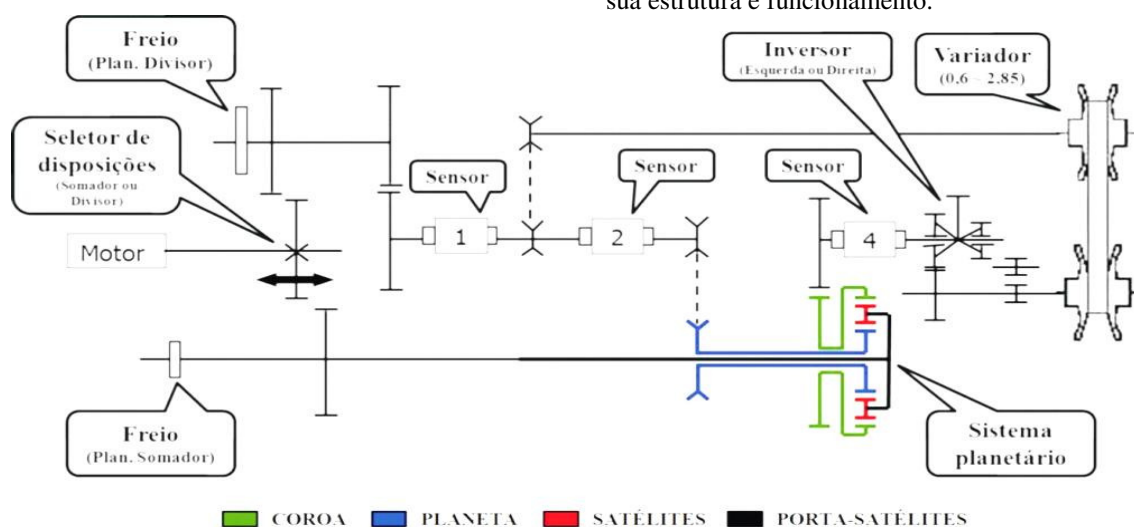


Figura 05 – Disposição dos componentes da maquete.

3.1 Aplicativo

O aplicativo desenvolvido recebeu o nome “MDTC – Folha de Cálculos”, e quando iniciado exibe o “Formulário de apresentação” (Figura 6), onde são exibidos seu nome e os logotipos da Universidade Politécnica de Madrid e do grupo “Tractores y Laboreo”.



Figura 06 – Formulário de apresentação do aplicativo.

Após a exibição do “Formulário de apresentação” é exibido o formulário “MDTC – Folha de Cálculos”, nesse formulário quando selecionado o menu “Arquivo” e na sequência a opção “Novo” é iniciada uma sequência lógica de procedimentos para a realização dos cálculos dos resultados de desempenho obtidos através de um ensaio com a MDTC. Sendo assim ao selecionar a opção “Novo”, é exibido o formulário “Dados do ensaio”.

O formulário “Dados do ensaio” (Figura 7) dispõe de campos para a inserção da descrição e da carga na qual o ou será realizado o ensaio. A data é informada automaticamente pelo aplicativo sendo esta obtida

através do sistema operacional instalado no microcomputador utilizado.

Figura 07 – Formulário “Dados do ensaio”.

O botão “Salvar” que quando pressionado salva os dados e habilita a opção “Continuar” possibilitando o prosseguimento do armazenamento dos dados. Ao pressionar o botão “Continuar”, é exibido o formulário “Disposição do planetário”. O formulário “Disposição do planetário” (Figura 8), exibe as disposições da MDTC na qual podem ser realizados os ensaios (Planetário Somador com Inversor à Direita, Planetário Somador com Inversor a Esquerda, Planetário Divisor com Inversor a Direita e Planetário Divisor com Inversor a Esquerda). A escolha da disposição é realizada através dos botões “Somador” e “Divisor” para a seleção do planetário e dos botões “Direita” e “Esquerda” para a escolha da posição do inversor. Cada vez que a disposição do sistema planetário ou do inversor é alterada, o aplicativo exibe o desenho esquemático da MDTC, além da disposição selecionada escrita por extenso para evitar qualquer tipo de engano por parte do usuário.

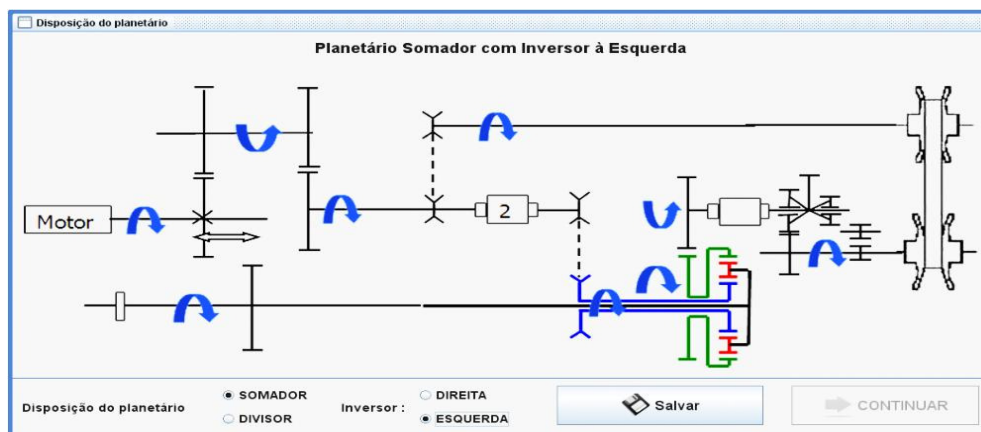


Figura 08 – Formulário “Disposição do planetário” quando selecionada a configuração planetário somador com inversor à esquerda.

Quando pressionado o botão “Salvar”, o aplicativo salva a escolha, e é exibido o formulário “Dados da transmissão” (Figura 9) onde são informados os dados relativos ao sistema planetário da MDTC. Estes dados são o número de dentes das engrenagens coroa e planeta (para a MDTC estes dados são 58 e 20 dentes, para as engrenagens coroa e planeta respectivamente).

Figura 09 – Formulário “Dados da transmissão”.

Após a informação dos valores, quando pressionado o botão “Salvar”, o aplicativo realiza os cálculos necessários e informa os valores restantes automaticamente (λ , Rtb, km, kf), salva os dados e também habilita o botão “Continuar” que ao ser pressionado exibe o formulário “Inserção de dados” (Figura 10). Nesse formulário o aplicativo disponibiliza uma tabela semelhante à encontrada em softwares como o Microsoft Excel, para possibilitar a inserção dos valores de freio (Ffreio), torque (Torque4, Torque2 e Torque1) e rotação (rpm1, rpm2 e rpm4), sendo que todos esses valores foram obtidos durante um ensaio, através dos sensores instalados na MDTC. Quando

pressionado o botão “Calcular” o aplicativo realiza os cálculos do desempenho da MTDC, salva os dados no seu banco de dados e habilita o botão “Visualizar”. No formulário “Visualização” (Figura 11) podem ser visualizados os dados de entrada (dados brutos referentes aos valores obtidos através do ensaio real com a MDTC) informados pelo usuário, assim como todos os cálculos relativos ao desempenho cinemático e dinâmico do ensaio. Os resultados são exibidos em tabelas semelhantes as do Microsoft Excel, sendo que cada coluna da tabela tem seu rótulo, e as linhas abaixo de cada rótulo representaram seu respectivo valor para cada variação do variador (condição do ensaio).

Variador	Ffreio	Torque4	rpm4	Torque2	rpm2	Torque1	rpm1
1	100	3,6	34	2,1	58	3,1	58
2	100	3,4	36	1,2	58	3,2	58
3	100	3,7	41	1,8	57	3,4	58
4	100	3,8	45	1,9	57	3,6	58
5	100	4,2	49	1,8	57	3,8	58
6	100	4,4	55	1,7	57	4,3	58
7	100	4,6	60	1,4	58	5,4	58
8	100	4,8	68	1,4	58	6,3	57
9	100	4,8	76	1,3	57	7,2	57
10	100	4,7	77	1,4	57	7,8	57
11	100	4,7	83	1,4	58	8,3	58
12	100	4,8	90	1,4	57	9,4	58
13	100	4,8	91	1,5	58	10	57
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Figura 10 – Formulário “Inserção de dados”.

Variador	Ffreio	Torqu...	rpm4	Torqu...	rpm2	np	nc	nps	nem	nf	nom	no	no'	Rf	Rv	Rt	Torque1	rpm1	n(1)	M(1)	Ne	η
1	100	3.6	34	2.1	58	58.0	-34.0	-11.89	58.0	-36.0	-10.41	-10.41	-10.41	-0.58	0.59	-0.17	3.1	58	58.0	3.1	18.83	
2	100	3.4	36	1.2	58	58.0	-36.0	-11.89	58.0	-36.0	-11.89	-11.89	-11.89	-0.62	0.63	-0.2	3.2	58	58.0	3.2	19.44	
3	100	3.7	41	1.8	57	57.0	-41.0	-15.87	57.0	-41.0	-15.87	-15.87	-15.87	-0.71	0.72	-0.27	3.4	58	58.0	3.4	20.66	
4	100	3.8	45	1.9	57	57.0	-45.0	-18.84	57.0	-45.0	-18.84	-18.84	-18.84	-0.78	0.79	-0.33	3.6	58	58.0	3.6	21.87	
5	100	4.2	49	1.8	57	57.0	-49.0	-21.82	57.0	-49.0	-21.82	-21.82	-21.82	-0.85	0.86	-0.38	3.8	58	58.0	3.8	23.09	
6	100	4.4	55	1.7	57	57.0	-55.0	-26.28	57.0	-55.0	-26.28	-26.28	-26.28	-0.96	0.97	-0.46	4.3	58	58.0	4.3	26.12	
7	100	4.6	60	1.4	58	58.0	-60.0	-29.74	58.0	-60.0	-29.74	-29.74	-29.74	-1.03	1.04	-0.51	5.4	58	58.0	5.4	32.8	
8	100	4.8	68	1.4	58	58.0	-68.0	-35.69	58.0	-68.0	-35.69	-35.69	-35.69	-1.17	1.18	-0.61	6.3	57	57.0	6.3	37.61	
9	100	4.8	76	1.3	57	57.0	-76.0	-41.89	57.0	-76.0	-41.89	-41.89	-41.89	-1.33	1.34	-0.73	7.2	57	57.0	7.2	42.98	
10	100	4.7	77	1.4	57	57.0	-77.0	-42.84	57.0	-77.0	-42.84	-42.84	-42.84	-1.35	1.36	-0.74	7.8	57	57.0	7.8	46.56	

Figura 11 – Formulário “Visualização”.

O Quando o usuário clica sobre qualquer coluna da tabela, é possível visualizar seu respectivo gráfico permitindo a comparação dos resultados de desempenho para cada condição ensaiada (Figura 12). Além disso, o gráfico exibe também a equação utilizada para a realização do cálculo. Ainda na tela “Visualização”, ao ser pressionado o botão “Relatório” o aplicativo gera um relatório do ensaio no formato PDF (Portable Document

Format) ou XLS (Excel Spreadsheet). Na Figura 13, é apresentado um exemplo do relatório salvo no formato PDF. No formulário “Visualização”, quando pressionado o botão “Fechar” o aplicativo exibe um formulário de confirmação da finalização e retorna ao seu corpo principal oferecendo novamente a opção de iniciar um novo ensaio.

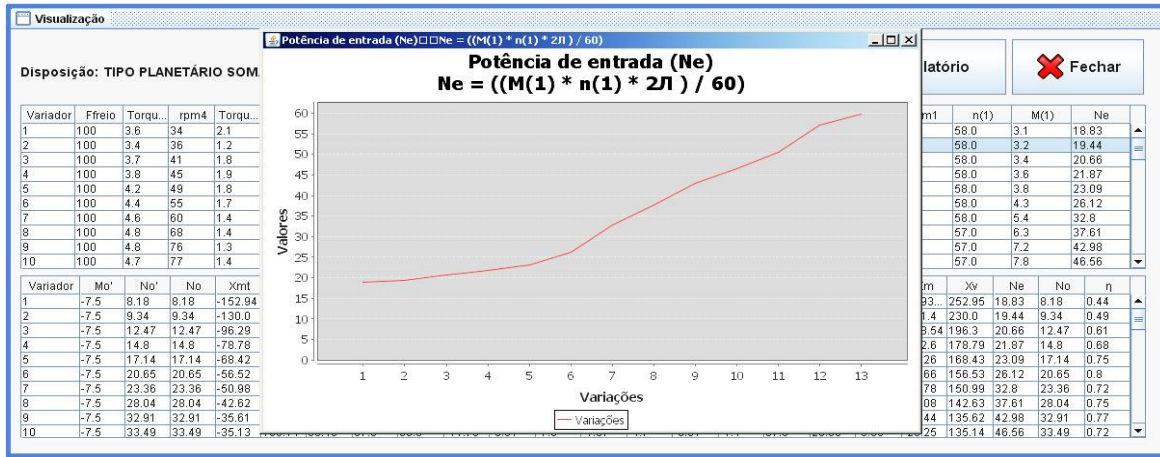


Figura 12 – Formulário “Visualização” exibindo um gráfico.

MDTC - MAQUETE DOCENTE DE TRANSMISSÃO CONTÍNUA

Descrição: 2013-01-16_SD100_ENSAIO_TSESE_1 INVERSOR: Data: 2013/01/16

Dados de transmissão: TIPO PLANETÁRIO SOMADOR Direita

Zc: 58 Zp: 20 Lambda: 2.9 Rtb: 0.26 km: 0.26 kt: 0.74 r: 0.075

Variação	Ffreno	Torque	rpm4	Torque	rpm2	np	nc	ngs	nm	nf	nom	no	no'	Rf	Rv	Rt	Torque	rpm1	n(1)	M(1)	Ne
1	100	3.6	34	1.2	58	58.0	34.0	-10.41	58.0	34.0	110.41	104.41	0.58	0.38	-0.17	5.1	58	58.0	3.1	18.83	18.83
2	100	3.4	36	1.2	58	58.0	36.0	-11.86	58.0	36.0	111.86	111.86	-0.02	0.33	-0.2	3.2	58	58.0	3.2	19.44	19.44
3	100	3.7	41	1.8	57	57.0	41.0	-15.87	57.0	41.0	115.87	115.87	-0.71	0.72	-0.27	3.4	58	58.0	3.4	20.66	20.66
4	100	3.8	45	1.9	57	57.0	45.0	-18.84	57.0	45.0	118.84	118.84	-0.78	0.78	-0.33	3.6	58	58.0	3.6	21.87	21.87
5	100	4.2	49	1.8	57	57.0	49.0	-21.82	57.0	49.0	121.82	121.82	-0.85	0.86	-0.38	3.8	58	58.0	3.8	23.09	23.09
6	100	4.4	55	1.7	57	57.0	55.0	-26.28	57.0	55.0	126.28	126.28	-0.96	0.97	-0.46	4.3	58	58.0	4.3	26.12	26.12
7	100	4.6	60	1.4	58	58.0	60.0	-29.74	58.0	60.0	129.74	129.74	-1.03	1.04	-0.51	5.4	58	58.0	5.4	32.8	32.8
8	100	4.8	68	1.4	58	58.0	68.0	-35.06	58.0	68.0	135.06	135.06	-1.17	1.18	-0.61	6.3	57	57.0	6.3	37.61	37.61
9	100	4.8	76	1.3	57	57.0	76.0	-41.89	57.0	76.0	141.89	141.89	-1.33	1.34	-0.73	7.2	57	57.0	7.2	42.98	42.98
10	100	4.7	77	1.4	57	57.0	77.0	-42.64	57.0	77.0	142.64	142.64	-1.35	1.36	-0.74	7.8	57	57.0	7.8	46.56	46.56
11	100	4.7	88	1.4	58	58.0	88.0	-48.84	58.0	88.0	148.84	148.84	-1.43	1.44	-0.8	8.5	58	58.0	8.5	50.48	50.48
12	100	4.8	90	1.4	57	57.0	90.0	-52.3	57.0	90.0	152.3	152.3	-1.57	1.58	-0.91	9.4	58	58.0	9.4	57.1	57.1
13	100	4.8	91	1.5	58	58.0	91.0	-52.79	58.0	91.0	152.79	152.79	-1.56	1.57	-0.91	10	57	57.0	10.0	58.7	58.7

Figura 13 – Exemplo de relatório gerado pelo aplicativo no formato PDF.

3.2 Validação do aplicativo

Para validar o aplicativo no processamento e armazenamento dos dados obtidos através de ensaios com a MDTC, foi realizado um ensaio com a MDTC nas condições apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Condições do ensaio de validação do aplicativo.

Disposição		Frenagem (kgf)	Nº de variações do variador
Planetário	Inversor		
Somador	Esquerda	100	13
Somador	Direita	100	13
Divisor	Esquerda	100	13
Divisor	Direita	100	13

Os dados gerados através desse ensaio foram inseridos nas planilhas eletrônicas utilizadas anteriormente para a

realização do processamento dos dados conforme descrito e utilizado por Llorente (2009). Na Figura 14 é possível observar a planilha utilizada para os cálculos da disposição planetário somador com inversor a esquerda.

Os mesmos dados obtidos através do ensaio realizado também foram inseridos no aplicativo desenvolvido e através da comparação dos resultados obtidos para ambos foi realizada a validação do aplicativo. Para a comparação dos resultados obtidos foram selecionados de forma aleatória 6 variáveis apresentadas nos resultados finais da planilha eletrônica e do aplicativo, sendo estes valores comparados para cada condição. A comparação foi realizada para as 4 disposições possíveis de ensaio: planetário somador com inversor à esquerda, planetário somador com inversor à direita, planetário divisor com inversor à esquerda e planetário divisor com inversor à direita. Nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 são apresentadas as comparações dos resultados para cada disposição ensaiada.

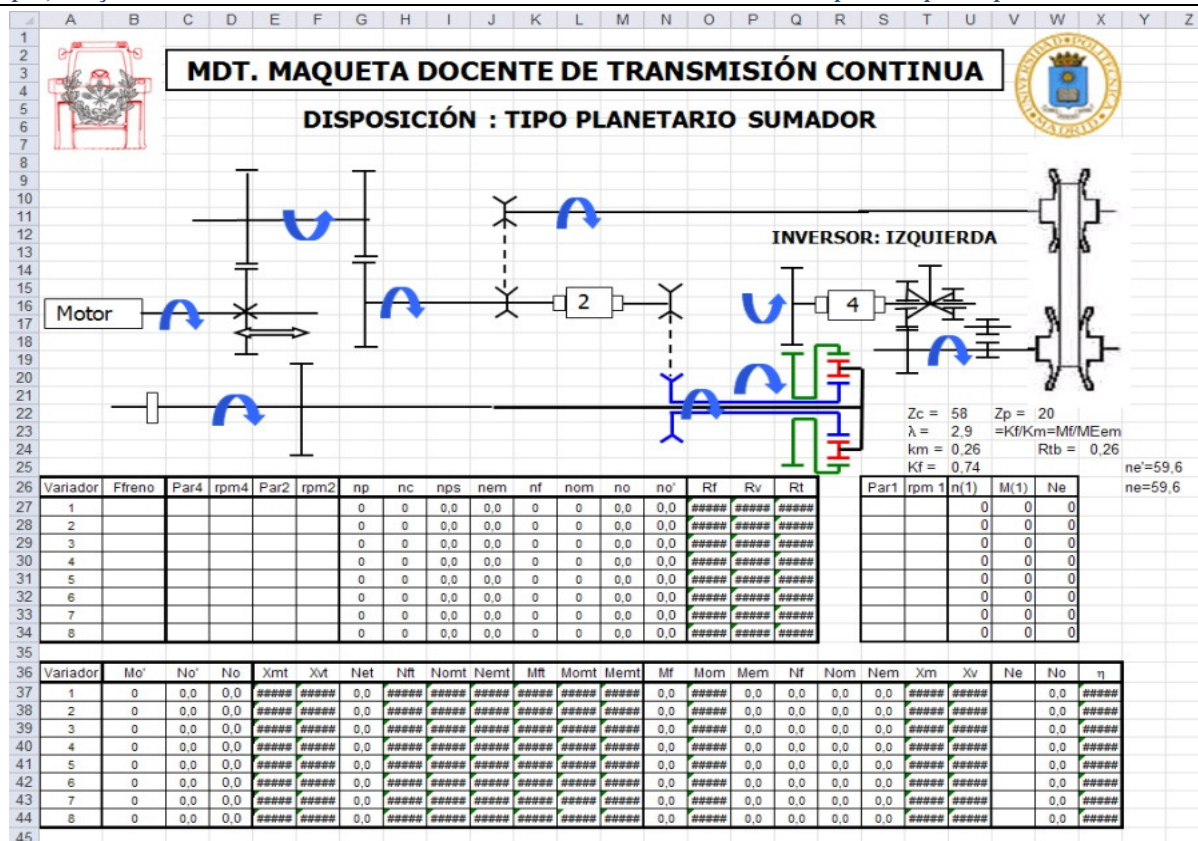


Figura 14 – Planilha utilizada anteriormente para o processamento dos dados na disposição planetários somador com inversor à esquerda (fonte: LLORENTE, 2009).

Tabela 3 - Resultados obtidos através da planilha eletrônica anteriormente utilizada e pelo aplicativo para a disposição planetário somador com inversor à esquerda.

Cond.	Planilha Eletrônica						Aplicativo					
	n_p	n_{om}	R_t	N_o	M_{om}	N_e	n_p	n_{om}	R_t	N_o	M_{om}	N_e
1	58	41,6	0,72	32,7	7,2	37,0	58	41,65	0,72	32,72	7,23	37,05
2	57	42,1	0,74	33,0	7,4	37,0	57	42,13	0,74	33,09	7,43	37,05
3	57	45,8	0,81	36,0	7,1	37,6	57	45,85	0,81	36,02	7,15	37,66
4	57	48,0	0,85	37,7	7,1	38,2	57	48,08	0,85	37,77	7,13	38,21
5	58	52,8	0,92	41,4	7,0	41,3	58	52,80	0,92	41,47	7,07	41,31
6	58	58,0	1,00	45,5	6,8	43,7	58	58,00	1,00	45,56	6,81	43,74
7	58	60,9	1,06	47,9	6,8	47,3	58	60,98	1,06	47,90	6,81	47,38
8	58	63,9	1,11	50,2	6,9	50,4	58	63,95	1,11	50,23	6,90	50,48
9	58	66,1	1,15	51,9	6,8	54,9	58	66,18	1,15	51,98	6,81	54,92
10	57	75,5	1,33	59,3	6,8	60,8	57	75,59	1,33	59,37	6,82	60,89
11	57	84,5	1,49	66,3	6,8	71,0	57	84,52	1,49	66,39	6,82	71,04
12	58	87,0	1,50	68,3	6,9	80,7	58	87,00	1,50	68,33	6,94	80,79
13	58	89,2	1,54	70,0	6,9	89,2	58	89,24	1,54	70,09	6,94	89,29

Tabela 4 - Resultados obtidos através da planilha eletrônica anteriormente utilizada e pelo aplicativo para a disposição planetário somador com inversor à direita.

Cond.	Planilha Eletrônica						Aplicativo					
	n_{em}	n_o'	$M_{(1)}$	N_{et}	M_{omt}	X_m	n_{em}	n_o'	$M_{(1)}$	N_{et}	M_{omt}	X_m
1	58	-10,4	3,1	8,1	-7,5	-159...	58	-10,41	3,1	8,18	-7,51	-159...
2	58	-11,8	3,2	9,3	-7,5	-131,4	58	-11,89	3,2	9,34	-7,50	-131,40
3	57	-15,8	3,4	12,4	-7,5	-208,5	57	-15,87	3,4	12,47	-7,50	-208,54
4	57	-18,8	3,6	14,8	-7,5	-172,6	57	-18,84	3,6	14,80	-7,51	-172,60
5	57	-21,8	3,8	17,1	-7,5	-99,2	57	-21,82	3,8	17,14	-7,50	-99,26
6	57	-26,2	4,3	20,6	-7,5	-66,6	57	-26,28	4,3	20,65	-7,50	-66,66
7	58	-29,7	5,4	23,3	-7,5	-41,7	58	-29,74	5,4	23,36	-7,51	-41,78
8	58	-35,6	6,3	28,0	-7,5	-33,0	58	-35,69	6,3	28,04	-7,50	-33,08
9	57	-41,8	7,2	32,9	-7,5	-25,4	57	-41,89	7,2	32,91	-7,50	-25,44
10	57	-42,6	7,8	33,4	-7,5	-28,2	57	-42,64	7,8	33,49	-7,50	-28,25
11	58	-46,8	8,3	36,7	-7,5	-26,2	58	-46,84	8,3	36,79	-7,50	-26,26
12	57	-52,3	9,4	41,0	-7,5	-22,6	57	-52,30	9,4	41,08	-7,50	-22,63
13	58	-52,7	10,0	41,4	-7,5	-24,8	58	-52,79	10,0	41,47	-7,50	-24,86

Tabela 5 - Resultados obtidos através da planilha eletrônica anteriormente utilizada e pelo aplicativo para a disposição planetário divisor com inversor à esquerda.

Cond.	Planilha Eletrônica						Aplicativo					
	n_c	R_v	X_{vt}	N_{emt}	N_{om}	η	n_c	R_v	X_{vt}	N_{emt}	N_{om}	η
1	-54,0	0,84	70,1	78,3	19,7	0,88	-54,0	0,84	70,13	78,3	19,74	0,88
2	-56,0	0,89	71,4	75,8	17,8	0,89	-56,0	0,89	71,43	75,89	17,82	0,89
3	-58,0	0,99	73,5	71,0	16,6	0,91	-58,0	0,99	73,51	71,08	16,69	0,91
4	-59,0	1,08	75,3	66,2	15,5	0,93	-59,0	1,08	75,33	66,25	15,56	0,93
5	-61,0	1,22	77,6	60,2	13,0	0,90	-61,0	1,22	77,67	60,24	13,09	0,90
6	-63,0	1,4	79,7	54,2	10,8	0,85	-63,0	1,4	79,75	54,22	10,8	0,85
7	-63,0	1,54	81,3	49,3	9,4	0,83	-63,0	1,54	81,30	49,39	9,45	0,83
8	-64,0	1,65	82,3	46,9	8,5	0,82	-64,0	1,65	82,34	46,98	8,58	0,82
9	-65,0	1,72	82,8	45,7	8,3	0,81	-65,0	1,72	82,86	45,78	8,36	0,81
10	-64,0	1,83	83,9	42,1	6,9	0,82	-64,0	1,83	83,90	42,17	6,97	0,82
11	-66,0	2,13	85,7	37,3	5,8	0,73	-66,0	2,13	85,72	37,35	5,85	0,73
12	-67,0	2,24	86,2	36,1	5,3	0,76	-67,0	2,24	86,24	36,14	5,35	0,76
13	-69,0	2,66	88,3	31,3	4,0	0,69	-69,0	2,66	88,32	31,35	4,09	0,69

Tabela 6 - Resultados obtidos através da planilha eletrônica anteriormente utilizada e pelo aplicativo para a disposição planetário divisor com inversor à direita.

Cond.	Planilha Eletrônica						Aplicativo					
	n _{ps}	R _f	N _{omt}	M _{emt}	N _f	N _{em}	n _{ps}	R _f	N _{omt}	M _{emt}	N _f	N _{em}
1	-60,4	1,89	-46,6	-18,0	317,5	220,0	-60,4	1,89	-46,64	-18,0	317,56	220,07
2	-55,5	1,88	-40,6	-17,6	235,2	164,9	-55,5	1,88	-40,68	-17,6	235,25	164,94
3	-56,5	1,86	-38,8	-17,0	201,2	141,4	-56,5	1,86	-38,88	-17,0	201,22	141,41
4	-58,5	1,82	-33,1	-15,5	180,9	130,4	-58,5	1,82	-33,10	-15,5	180,94	130,48
5	-57,1	1,77	-26,7	-14,0	161,8	120,7	-57,1	1,77	-26,70	-14,0	161,83	120,79
6	-57,2	1,72	-20,2	-12,2	143,6	110,4	-57,2	1,72	-20,22	-12,2	143,68	110,47
7	-57,2	1,68	-16,5	-11,0	129,6	102,0	-57,2	1,68	-16,51	-11,0	129,69	102,05
8	-56,8	1,66	-14,1	-10,3	115,1	92,7	-56,8	1,66	-14,19	-10,3	115,18	92,75
9	-56,6	1,63	-11,6	-9,3	106,9	87,6	-56,6	1,63	-11,65	-9,3	106,94	87,68
10	-56,1	1,63	-11,2	-9,2	101,0	83,1	-56,1	1,63	-11,25	-9,2	101,02	83,12
11	-58,1	1,57	-7,2	-7,3	92,3	78,4	-58,1	1,57	-7,29	-7,3	92,35	78,41
12	-58,2	1,55	-6,1	-6,7	85,7	74,0	-58,2	1,55	-6,16	-6,7	85,77	74,03
13	-57,4	1,54	-5,1	-6,2	82,0	71,6	-57,4	1,54	-5,13	-6,2	82,02	71,64

Conforme observado nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 os valores apresentados tanto pela planilha eletrônica quanto pelo aplicativo são os mesmos sendo que a única diferença apresentada foi que em alguns campos os valores apresentados pelo aplicativo possuem uma casa decimal a mais.

4 CONCLUSÃO

O aplicativo desenvolvido atingiu os objetivos propostos realizando efetivamente o processamento e armazenamento dos dados gerados através do ensaio de bancada com a MDTC.

O aplicativo proporcionou aos alunos e pesquisadores usuários da MDTC maior organização e facilidade no registro dos dados obtidos durante o ensaio além de simplificar a realização dos cálculos e geração de relatórios para a posterior análise dos resultados obtidos e também permitiu a criação e manutenção de uma base de dados com os resultados dos ensaios realizados através da MDTC.

Através da análise e comparação dos relatórios gerados pelo aplicativo tanto para o ensaio MDTC foi possível identificar precisamente as diferenças entre os comportamentos cinemáticos e desempenhos operacionais de cada tipo de transmissão CVT ensaiada.

5 REFERÊNCIAS

ALMARZA DE JUAN, A. **Construcción y puesta a punto de una maqueta CVT con ramificación mecánica-mecánica de la potencia**. 2006. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)-Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2006.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Sistemas de banco de dados**. 6. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2011. 808 p.

FOX, A. **Design and Analysis of a Modified Power Split Continuously Variable Transmission**. 2003. 100 f. Dissertation (Master of Science in Mechanical Engineering)-Faculty of the College of Engineering and Mineral Resources, West Virginia University, Morgantown, 2003.

GOES, E. G. **Reconstrução tri-dimensional de imagens obstétricas de ultra-som utilizando linguagem computacional Java e OpenGL**. 2007. 137 f. Tese (Doutorado em Processamento de Sinais e Instrumentação)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

GONZALEZ, D. **Evaluación y análisis de la maqueta de transmisión docente (M.T.D) del departamento de ingeniería rural de la UPM**. 2009. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)-Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2009.

HERRANZ, G. G. **Diseño del prototipo de una transmisión CVT con ramificación mecánica-mecánica de la potencia**. 2005. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)-Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2005.

LINS, H. W. C. **Especificação e implementação de uma linguagem para transformação de modelos MOF em repositórios dMOF**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Telemática)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

LLORENTE, J. A. G. **Evaluación y análisis de la maqueta de transmisión docente (M.T.D) del departamento de ingeniería rural de la UPM.** 2009. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)-Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2009.

MACHADO, F. N. R.; ABREU, M. P. **Projeto de banco de dados: uma visão prática.** 16. ed. São Paulo: Érica, 2009. 320 p.

MÁRQUEZ, L. Las transmisiones: el escalonamiento de las marchas. **Agrotécnica**, Madrid, n. 10, p. 55-62, 2004a.

MÁRQUEZ, L. Las transmisiones: el secreto de las cajas sin escalones (CVT). **Agrotécnica**, Madrid, n. 12, p. 35-41, 2004b.

MÁRQUEZ, L. Luces y sombras de las transmisiones CVT. **Agrotécnica**, Madrid, n. 9, p. 51-59, 2002.

MONIKA, I. Power split drive technology: trends & requirements. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC FORUM IN FLUID POWER CONTROL OF MACHINERY AND MANIPULATORS, 2., 2000, Cracow, Poland. **Abstract books:** Cracow: 2nd International Scientific Forum, 2000.

MORI, H. et al. A study on the layout and ratio change characteristics of dual-cavity half-toridal CVT. **Journal of Society of Automotive Engineers of Japan**, Tokyo, v. 22, p. 299-303, 2001.

MYSQL. Mysql 5.5 Reference Manual. Redwood City, 2012. Disponível em: <<http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/>> Acesso em: 25 mar. 2012.

SEBESTA, R. W. **Conceitos de linguagens de programação.** 9. ed. São Paulo: Bookman, 2011. 792 p.

SUN, C. **Hydrostatic-mechanical power split CVT.** 2010. 58 f. Dissertation (Master's Degree Program in Machine Automation)-Tampere University of Technology, Tampere, 2011.

VITI, A. **Modellistica e controllo di un cambio CVT per motoveicolo.** 2007. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Engenharia de Automação)-Facoltà di Ingegneria, Università di Pisa, Pisa, 2007.