

DESENVOLVIMENTO DE UMA NOVA GERAÇÃO DE PROGRAMAS PARA A ANÁLISE ESTATÍSTICA DA SOLDAGEM A ARCO

⁽¹⁾ Hélio Luchtenburg Jr.

⁽²⁾ Carlos Eduardo Iconomos Baixo

⁽³⁾ Jair Carlos Dutra

RESUMO

Este trabalho descreve o desenvolvimento de um aplicativo para a análise da transferência metálica por curto-circuito no processo MIG/ MAG. Através do processamento estatístico dos sinais de tensão e corrente, o programa calcula parâmetros característicos que podem ser associados a estabilidade da transferência. Por utilizar a filosofia da programação orientada a objetos, o programa permite agilizar o processo de análise da transferência, tanto no processamento dos dados, quanto no trabalho de reconfiguração as funções de cálculo desejadas.

Palavras-Chaves: MIG/ MAG, Transferência por Curto-Circuito, Estabilidade do Arco.

ABSTRACT

This paper describes the development of a software to analyze GMAW short-circuiting transfer. Grounded on welding voltage and current statistic analyzing procedures, the software calculate parameters that could be associated to short-circuiting transfer stability. Due to the use of Object Oriented Program (OOP) tecnichs and Window Libraries it was possible create a software that reduce the time of experiments analyzing and the codification of new parameters.

Key-Words: GMAW, Short-Circuiting Transfer, Arc Stability

(1) Grad. Ciência da Computação, LABSOLDA

(2) M. Eng. Mecânico, LABSOLDA

(3) Prof. Dr. Eng. Mecânico, LABSOLDA

LABSOLDA - Laboratório de Soldagem e Mecatrônica do Dpto. de Eng. Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Fpolis - SC, Cxp. 476, CEP 88.040-900, fax: (048) 2346516, e-mail: labsolda@emc.ufsc.br

1 - INTRODUÇÃO

Apesar da imagem negativa que muitas vezes lhe é impingida, a soldagem MIG/MAG com transferência por curto-circuito ainda constitui a maior parcela de aplicação deste processo. A falta de critérios bem definidos para a análise e comparação de resultados tem produzido discussões que muitas vezes perdem o seu sentido, por falta de elementos que permitam estabelecer esta análise de forma quantitativa ou, pelo menos, qualitativa.

Para produzir depósitos com geometria uniforme e com mínima produção de salpicos é fundamental a obtenção de uma combinação de parâmetros e variáveis de soldagem que resulte em uma transferência estável. A estabilidade pode ser traduzida como a regularidade na formação e na separação das gotas metálicas. Esta regularidade na formação e destacamento

O aplicativo DATSOLTE pode ser visto como um desdobramento do programa MIGMAG, incorporando novos elementos de análise e, principalmente, seguindo uma filosofia de programação que viabiliza alterações, sempre que necessário, de uma maneira mais rápida e segura. Partindo de um programa já existente, aproveitou-se sua funcionalidade para criar um programa seguindo esta nova abordagem de programação. O desenvolvimento do aplicativo foi direcionado no sentido de atender as exigências frequentes do LABSOLDA de identificar novos parâmetros que sirvam de base para auxiliar a análise da regularidade na transferência metálica por curto-circuito.

2 - Programa MIGMAG

O programa MIGMAG foi desenvolvido com o objetivo de servir como uma ferramenta de auxílio à análise da regularidade da transferência metálica por curto-circuito. Mediante rotinas de comunicação com uma placa de aquisição de sinais, acoplada a transdutores para a medição dos sinais de tensão e corrente de soldagem, o programa MIGMAG fornece ao usuário informações gráficas e quantitativas que permitem avaliar a regularidade da transferência metálica por curto-circuito [1]. As informações gráficas são apresentadas na forma de:

- oscilogramas simples, como de tensão vs. tempo e corrente vs. tempo, ou oscilogramas combinados, como os de resistência vs. tempo, potência vs. tempo, ou tensão vs. corrente (fig. 1);
- histogramas, que correspondem a figuras, de onde é possível avaliar a regularidade da transferência através da sua forma geométrica (fig 2). Por este método é possível avaliar a regularidade de parâmetros como períodos de transferência, períodos de curto-circuitos, corrente e potência no instante da reignição.

Além de fornecer estas informações gráficas, que permitem uma análise qualitativa da regularidade da transferência, o programa calcula parâmetros numéricos que podem ser associados a regularidade da transferência. No programa MIGMAG,

este parâmetro é definido com base no desvio-padrão, que caracteriza a regularidade do processo da transferência, relacionando-se, com isto, com a estabilidade do processo de soldagem.

3 - O Programa DATSOLTE

Em sua concepção, o programa DATSOLTE foi idealizado como uma ferramenta adicional de análise da transferência por curto-circuito. O desenvolvimento do programa teve por objetivo criar uma ferramenta compacta para a análise simultânea de um conjunto de ensaios gerados a partir dos programas MIGMAG e OSCILOS, permitindo, assim, a comparação conjunta de vários ensaios de soldagem. A maior particularidade do programa reside na possibilidade do usuário selecionar o grupo de arquivos em que deseja executar a análise comparativa. Esta seleção é feita a partir da especificação de faixas de valores, para as grandezas numéricas como velocidade de alimentação do arame ou tensão, ou características, como tipo de gás de proteção ou posição de soldagem. Na figura 3 é apresentada uma representação da tela disponível para a definição dos critérios de procura de arquivos. Com base nos valores inseridos nos campos referentes a faixa de valores e características, o programa identifica, dentre todos os arquivos de ensaios armazenados, aqueles que se enquadram na tabela de requisitos e somente sobre estes executa o processamento. Este procedimento de seletividade reduz tempo de processamento e agiliza o trabalho de análise dos dados, uma vez que os resultados de uma procura podem ser armazenados como um arquivo. Com isto, caso se torne necessário uma nova consulta sobre os resultados da análise da transferência, estes podem ser resgatados mediante a simples leitura de um único arquivo, dispensando, com isto, um novo tempo para o reprocessamento dos dados.

4 - DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA DATSOLTE

Devido ao desejo de criar um aplicativo de fácil readaptação, decidiu-se pela utilização do ambiente Windows como plataforma de trabalho do programa. Com isto, tornou-se possível fazer uso de características deste ambiente, tais como:

- desenvolvimento de um programa multitarefa, permitindo executar mais de um programa simultaneamente. Desta forma, enquanto o programa DATSOLTE faria a análise dos ensaios, outros aplicativos de uso geral poderiam ser utilizados pelo usuário.
- facilidade de comunicação com o usuário através da criação de interfaces de fácil identificação. Fazendo uso das *janelas do Windows* como interface, já conhecidas pela maioria dos usuários de micros compatíveis com IBM-PC, o usuário tem maior facilidade em aprender os comandos e a funcionalidade do sistema.
- adaptabilidade do programa a uma gama maior de periféricos, como vídeo e impressora, entre outros. Como a maioria dos fabricantes destes periféricos já disponibilizam *drivers* para o ambiente Windows, o programa não se torna dedicado a um ou outro modelo de equipamento. Isto dispensa a necessidade de implementar um novo *driver* para cada tipo de periférico, tornando o programa adaptável ao equipamento do usuário, sem a necessidade de modificações.

Mesmo sendo experiente na programação para o ambiente Windows, dominar as técnicas que permitem colocar a disposição do usuário recursos como multitarefa ou janelas com facilidades não é uma tarefa fácil. Isto criou a necessidade de encontrar uma ferramenta de programação em ambiente Windows adequada as necessidades/ limitações existentes. Dentre as ferramentas de programação Windows disponíveis, identificou-se como a de maior viabilidade a utilização de uma biblioteca de objetos construída com a linguagem de programação C++. Com essa escolha, o programa não se tornaria excessivamente lento no processamento dos ensaios, em virtude do alto desempenho conseguido com esta linguagem de programação. Além disto, a programação *Orientada a Objetos* permite criar um programa que suporta com maior facilidade a introdução de novas funções ou a sua adaptação às necessidades do usuário, de forma mais rápida e com menores custos.

5 - FUNÇÕES INCORPORADAS AO PROGRAMA DATSOLTE

A aplicabilidade do programa DATSOLTE tem se dado de duas formas. A primeira, por ter agilizado a análise de resultados de baterias de ensaios devido a redução do tempo de processamento, que passa a se executar em bloco. Além deste fato, a introdução de novas funções pôde ser feita de forma mais rápida, sempre que se julgou necessário verificar a existência de correlações ainda não claramente demonstradas na literatura técnica. Toma-se como exemplo os parâmetros incorporados para viabilizar a pesquisa objetivando desenvolver metodologias de controle para a transferência por curto-circuito. Para esta pesquisa, segmentou-se os parâmetros de análise da transferência em três grupos. Os dois primeiros grupos correspondem aos dos parâmetros extraídos exclusivamente durante as fases de arco e de curto-circuito. O terceiro grupo, denominado de Parâmetros Gerais da Transferência, engloba parâmetros que não estão associados especificamente as fases de arco ou de curto-circuito, mas refletem o comportamento geral da transferência. Agrupadas desta forma, as funções incorporadas ao programa são:

- Parâmetros Gerais da Transferência: compreendem as variáveis corrente média (I_m), tensão média (U_m), período modal de transferência (MPT) e corrente de pico (I_P).
- Parâmetros da Fase de Arco: correspondem aos parâmetros corrente média de arco (I_{ma}), tensão média de arco (U_{ma}), período modal da fase de arco (mPa) e taxa de decrescimento da corrente (I_{td});
- Parâmetros da Fase de Curto-Circuito: compreendem corrente média de curto-circuito (I_{mc}), tensão média de curto-circuito (U_{mc}), período modal da fase de curto-circuito (MPC) e taxa de crescimento da corrente (I_{ts}).

De forma semelhante ao programa MIGMAG, o programa DATSOLTE também fornece indicativos da regularidade da transferência com base no cálculo do desvio-padrão das grandezas de tempo (transferência, arco e curto-circuito) e amplitude (pico de corrente). A verificação dos resultados pode ser feita diretamente na tela do microcomputador ou através de um relatório impresso, conforme apresentado na figura 4.

Com base nos parâmetros gerados a partir do programa, está se buscando verificar a viabilidade de caracterizar, com base em valores médios, a forma de onda da corrente na transferência por curto-circuito (fig. 5). Partindo do conceito de circuito-equivalente e dos valores de tensão e corrente medidos durante a soldagem, define-se uma forma de onda representativa dos valores assumidos pela corrente durante o curto-circuito e o arco voltaico (fig. 6). Através desta representação, cria-se um instrumento didático para comparar os efeitos produzidos pelos parâmetros e variáveis de soldagem sobre a forma de onda da corrente e seu efeito sobre os depósitos. Esta representação ainda está sob análise, pois é imperativo o conhecimento dos seus limites de aplicação. No presente momento procura-se criar mecanismos que permitam definir os limites onde a representação é válida, uma vez que em situações de grande instabilidade a representação perde a sua funcionalidade.

6 - CONCLUSÃO

A análise comparativa de ensaios de soldagem por curto-circuito feita pelo programa DATSOLTE tem se mostrado um instrumento ágil na análise da transferência por curto-circuito, por permitir identificar, de uma única vez, os resultados de baterias de ensaios, acompanhando isoladamente as mudanças que ocorrem nos parâmetros de soldagem. O conceito de programação adotado tem demonstrado sua valia por ter reduzido o tempo necessário para incorporar novas funções. Como a transferência por curto-circuito ainda é um assunto pouco explorado, é frequente a necessidade de verificar a existência de correlação entre parâmetros. Apesar da exigência de um maior esforço para dominar as técnicas de programação, a maior flexibilidade é a grande vantagem que pode se obter a partir da utilização de uma filosofia de programação baseada em biblioteca de objetos.

7. - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] - BAIXO, C.E., DUTRA, J.C., OLLÉ, L. F. e GOHR, R., Instrumentação para o estudo da transferência metálica em soldagem MIG/MAG por curto-circuito, XXI ENTS, Caxias do Sul, 1985, p.: 867-888.

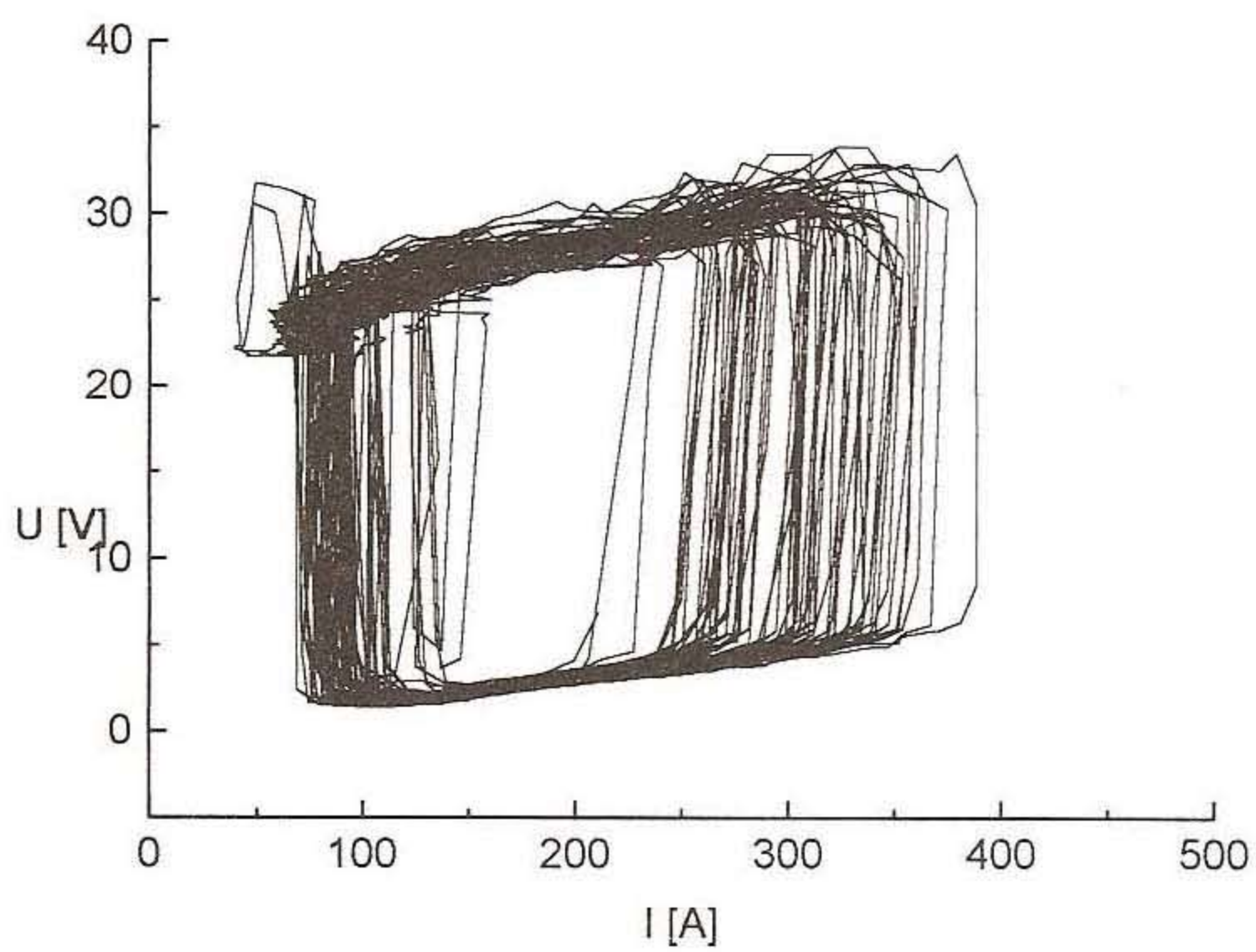


Figura 1 - Oscilograma de tensão vs. corrente

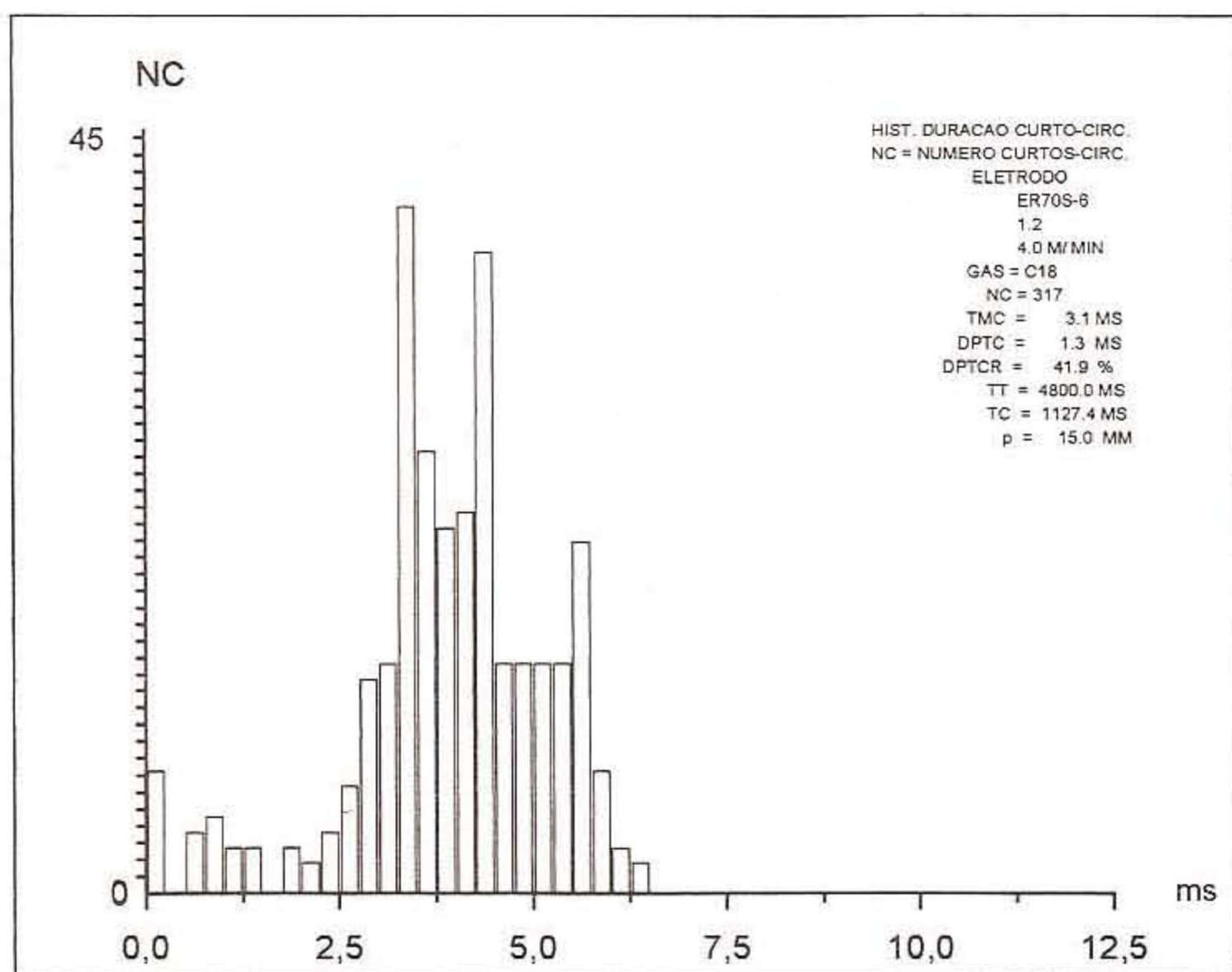


Figura 2 - Histograma de períodos de curto-circuito.

Critérios para procura de arquivos

A procura de ensaios será feita no seguinte diretório:

Diretório...
D:\USR\HELIO\DATSOLTE

Aqui você pode escolher os critérios para procura de arquivos:

Efeito Indutivo	Todos	↓
Posição de Soldagem	Todos	↓
Gás de Proteção	Todos	↓
Material de Base	Todos	↓
Classificação do Eletrodo	Todos	↓
Velocidade do Arame	Faixa (min, max)	1 100
Diâmetro do Eletrodo	Faixa (min, max)	0.1 2.3
Distância Contato-Obra	Faixa (min, max)	0.1 30.0
Tensão de Comando	Faixa (min, max)	1 200
Velocidade de Soldagem	Faixa (min, max)	1 100

Procurar...
Fechar
Cancelar

Figura 3 - Tela de entrada de dados para definir os requisitos de procura de ensaios para análise

DATSOLTE - Relatório de Análise de ensaio(s) do MIGMAG

Local dos ensaios: D:\USR\HELIO

Ensaio(s):	NPT	MPT	ms	ms	MPA	ms	UMC	V	IMA	A	IMP	mOhm	RMA	A/ms	ITS	A/ms	ITD	ms	DPT	ms	DPA	DPI
	Nro	ms	ms	ms	ms	ms	V	V	A	A	A	mOhm	mOhm	A/ms	A/ms	A/ms	A/ms	ms	ms	ms	ms	A
mt012233.dad	324	15.3	4.62	10.5	2.14	170	17.3	145	264	25.7	186	34.3	-27.2	5.8	1.8	4.4	54.8					
mt022233.dad	300	16.3	4.62	11.7	2.23	173	17.4	140	263	48.5	442	35.3	-26.9	7.4	1.9	5.9	58.7					
mt032255.dad	147	32.2	8.24	23.7	3.04	185	18.8	131	272	201	1.46e	34.6	-16.2	24	5.9	19	96.6					
mt042433.dad	340	14.3	3.42	10.7	2.5	171	17.8	153	251	27.2	131	37.7	-23.2	4.9	0.99	4.2	30.6					
mt052455.dad	234	19.9	4.62	15.1	2.49	165	18	150	232	26	141	22.4	-12.8	11	2.1	9.5	40.4					
mt062453.dad	273	17.7	5.23	12.3	2.2	173	17.7	149	249	32.2	350	24.1	-23	8.7	2.5	7	53.7					
mt072435.dad	195	24.9	4.02	20.7	2.37	172	18.1	146	260	26.8	147	37.1	-18.1	8.7	1	8.2	24.8					
mt082633.dad	191	25.3	3.82	21.3	2.61	185	18.1	142	279	26.3	145	40.1	-20.1	9.6	0.99	8.9	32.4					

Unidades:

Nro = número de transferências, ms = milissegundos,

mOhm = miliohm, A = ampères, V = volts, A/ms = ampères por milissegundo.

Símbolos:

NPT = Períodos de Transferência, MPT = Média dos Períodos de Transferência,

MPC = Média dos Períodos de Curto-Circuito, MPA = Média dos Períodos de Arco,

UMC = Tensão Média no Curto-Circuito, IMC = Corrente Média no Curto-Circuito,

UMA = Tensão Média no Arco, IMA = Corrente Média no Arco, IMP = Média dos Picos de Corrente,

RMC = Resistência Média em Curto-Circuito, RMA = Resistência Média em Arco,

ITS = Taxa de Crescimento da Corrente, ITD = Taxa de Decrescimento da Corrente,

DPT = Desvio-padrão dos Períodos de Transferência, DPC = Desvio-padrão dos Períodos de Curto-Circuito,

DPA = Desvio-padrão dos Períodos de Arco, DPI = Desvio-padrão dos Picos de Corrente.

Opções Avançadas:

Porcentagem da tensão média na procura de Períodos de Transferência (%): 80

Porcentagem da tensão média na procura de Picos de Tensão (%): 100

Porcentagem da corrente média na procura de Picos de Corrente (%): 115

Duração mínima de curto-circuito considerado nos cálculos (ms): 0.7

Figura 4 - Modelo de impressão do relatório de saída emitido pelo programa.

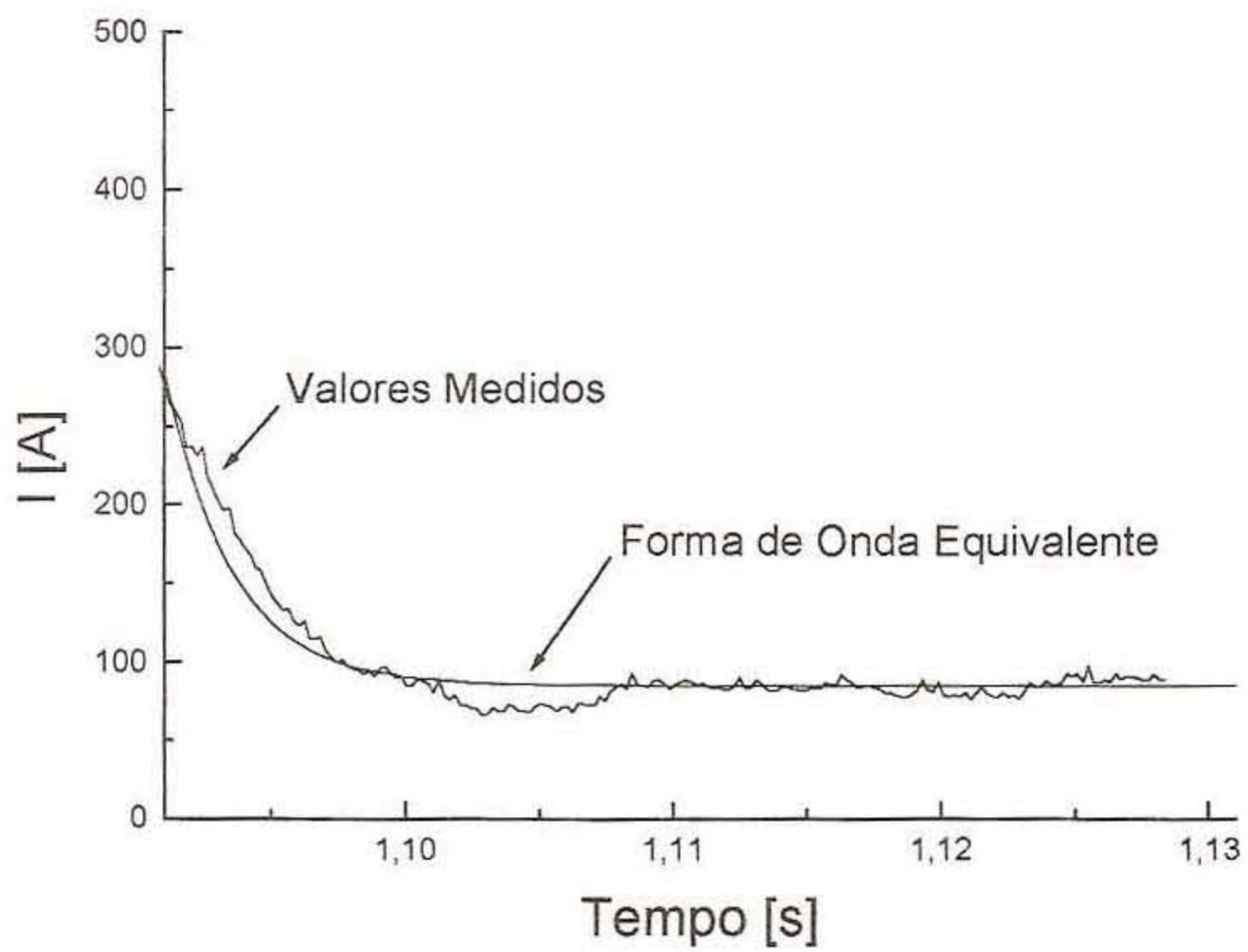


Figura 5 - Relação entre corrente de soldagem, medida durante a soldagem, e a forma de onda da equivalente.

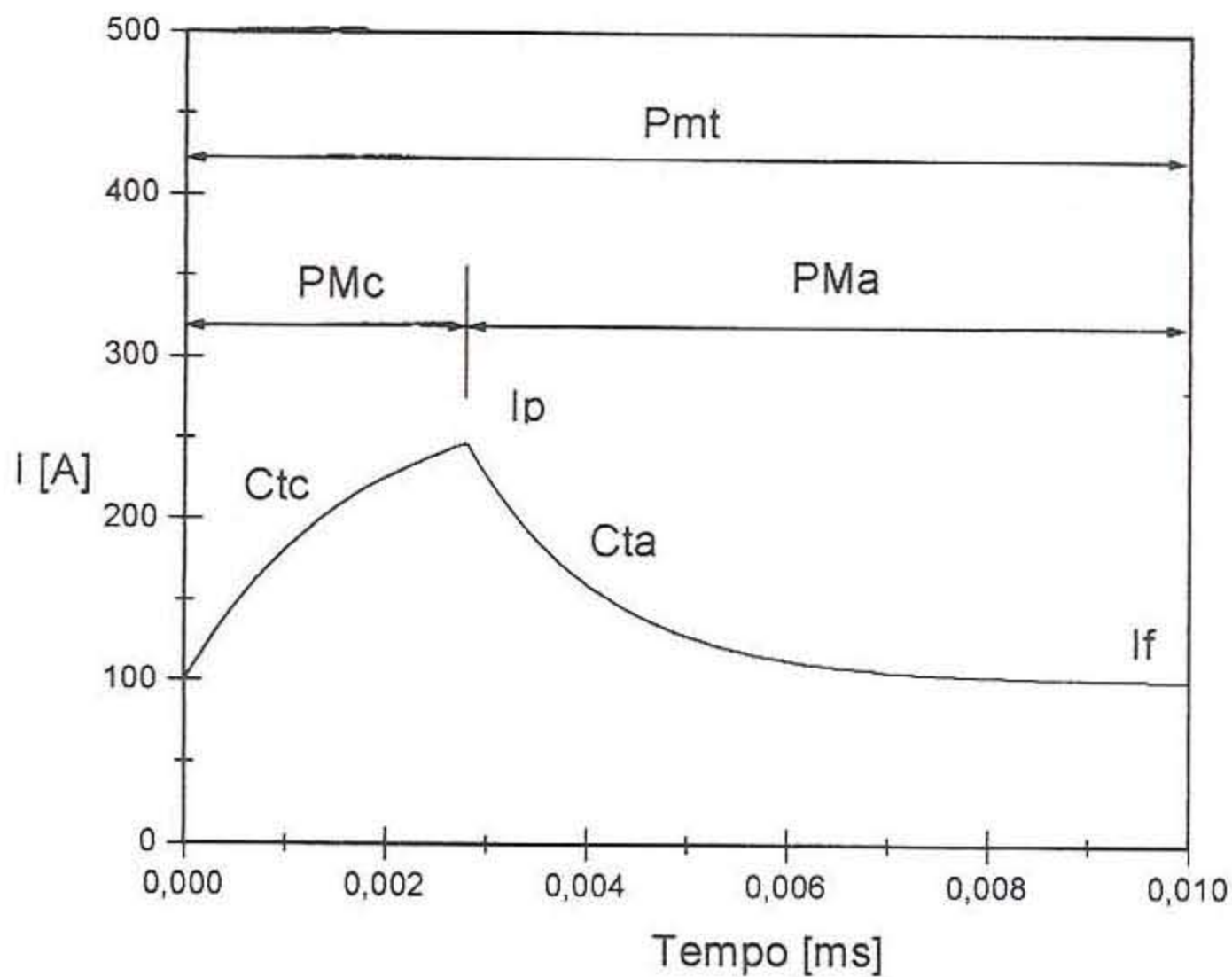


Figura 6 - Proposta para caracterizar a forma de onda da corrente na transferência por curto-circuito. I_p : Corrente de Pico; I_f : Corrente Final; C_{ta} : Constante de Tempo Equivalente - Fase de Arco; C_{tc} : Constante de Tempo Equivalente - Fase de Curto-Circuito; P_{ma} : Período de Arco; P_{mc} : Período de Curto-Circuito. P_{mt} : Período de transferência.