

Diseño conceptual de una aplicación para diseño de tecnologías de soldadura por arco con electrodo metálico revestido

Conceptual design of a software for designing shielded metal arc welding technologies

Ramón Quiza^a, Alexey Laguardia Ibáñez^b, Marcelino Rivas Santana^a

a) Grupo de Investigación en Fabricación Avanzada y Sostenible (GIFAS), Universidad de Matanzas, Autopista a Varadero km 3½, Matanzas 44740, Cuba.

Web: <http://gifas.umcc.cu>, Teléf.: +(53)45261432,

Email: ramon.quiza@umcc.cu, marcelino.quiza@umcc.cu

b) EMPET División Matanzas, Zona Industrial km 4½, Matanzas, Cuba.

Email: alexey@divmtzas.empet.cupet.cu

Resumen

Este trabajo presenta el diseño conceptual de una aplicación informática para el diseño de tecnologías de soldadura con electrodo metálico revestido. En enfoque propuesto incluye no sólo el algoritmo de la metodología utilizada sino también el diseño de la interfaz gráfica de usuario, compuesta por una ventana principal y un grupo de cuadros de diálogo. Se expusieron, también, las funcionalidades deseadas para cada uno de estos elementos. Se establecieron como entradas de la aplicación la geometría de la unión, el metal base y la máquina de soldadura. También deberían entrarse los datos para el llenado del cajetín. La interfaz gráfica de usuario incluyó, además, facilidades para la selección de la preparación de bordes y de los electrodos a utilizar. Se estableció como salida de software una carta tecnológica, de acuerdo con las normativas de uso más común en este campo.

Palabras claves: Aplicación informática; Soldadura con electrodo metálico revestido; Tecnología

Abstract

This work presents the conceptual design of an application for designing shielded metal arc welding technologies. The proposed approach included not only the algorithm of the used methodology but also the design of the graphical user interface, composed by a main window and a set of dialogs. The desired functionalities of these items were also depicted. The joint

geometry, the base material and the welding machine were established as the software inputs. Also, the title block data should be entered. Facilities for selecting the joint preparation and used electrode were also included in the graphical user interface. The outcome of the software was also established in the form of a technology specification, according to the commonly used standards in this field.

Keywords: Software, Shielded metal arc welding, Technology

1 Introducción

La soldadura manual por arco eléctrico (*shielded metal arc welding*, SMAW) es uno de los procesos tecnológicos más difundidos para la unión de piezas y componentes metálicos, especialmente, de aceros. Aunque el diseño de tecnologías de SMAW no es excesivamente complejo (especialmente si se compara con otros procesos, como el maquinado), al tener que aplicarse, normalmente, a un grupo grande de costuras, se vuelve una tarea tediosa y repetitiva, propensa a errores humanos (Cary 1998).

Teniendo en cuenta lo anterior, el diseño de tecnologías de SMAW es susceptible de ser automatizado utilizando técnicas informáticas. Aunque existen productos de software con este propósito, su costo es elevado y no siempre se adaptan a los requerimientos de la industria cubana. Por otro lado, otros productos desarrollados en Cuba, tal como Soldasoft se han quedado obsoletos tanto por los algoritmos y datos que utiliza como por su compatibilidad con los sistemas operativos contemporáneos.

El desarrollo de una aplicación con este propósito está lejos de ser trivial, ya que no sólo reviste alta complejidad desde el punto de vista computacional, sino que los propios algoritmos y expresiones de cálculos están dispersas en las diversas normativas vigentes en Cuba o de uso común a nivel internacional y en la literatura especializada (AWS D1.1/D1.1M 2015).

En el presente trabajo, se propone el diseño conceptual de una aplicación informática para la elaboración de tecnologías de soldadura manual por arco eléctrico para aceros, que recoja las normativas vigentes en Cuba.

2. Algoritmización de la metodología

El algoritmo general del diseño de tecnología de SMAW, consiste en cinco etapas fundamentales. La primera etapa (Fig. 1, líneas 02...04) consiste en la entrada de los datos

requeridos para diseñar la tecnología: la geometría de la unión, las propiedades del metal base y las características de la máquina de soldadura a utilizar.

```
01: INICIO ALGORITMO
02:   ENTRAR: Datos de la unión
03:   ENTRAR: Datos del metal base
04:   ENTRAR: Datos de la máquina de soldadura
05:   SELECCIONAR: Preparación de bordes
06:   DETERMINAR: Esquema de soldadura
07:   PARA Cada tipo de pasada (raíz, relleno y sellado)
08:     SELECCIONAR: Electrodo
09:   FIN PARA
10:   CALCULAR: Número de pasadas
11:   PARA Cada pasada
12:     CALCULAR: Intensidad de la corriente
13:     CALCULAR: Consumo de electrodo
14:     CALCULAR: Consumo de energía eléctrica
15:     CALCULAR: Tiempo tecnológico
16:   FIN PARA
17:   CALCULAR: Temperatura de precalentamiento
18:   CALCULAR: Tratamiento térmico posterior
19:   CALCULAR: Tiempo total
20:   CALCULAR: Costos
21:   SELECCIONAR: Equipamiento auxiliar
22: FIN ALGORITMO
```

Figura 1 Algoritmo para el diseño de tecnología de SMAW

En la segunda etapa (Fig. 1, líneas 05...06), se selecciona la preparación de bordes a utilizar y se determina el esquema de soldadura para la costura (es decir, si se utilizarán pasadas de raíz, de relleno y de sellado). En la tercera etapa (Fig. 1, líneas 07...10), se seleccionarán los electrodos a utilizar en cada una de las etapas y se calculará el número de pasadas. En la cuarta etapa (Fig. 1, líneas 11...16), para cada uno de los cordones a realizar, se selecciona el electrodo a utilizar y se calculan los parámetros tecnológicos (intensidad de la corriente, consumo de electrodos y de energía eléctrica, y costos del proceso). Finalmente, en la quinta etapa (Fig. 1, líneas 17...21), se determina parámetros tecnológicos comunes para toda la costura y se selecciona el equipamiento auxiliar.

Una descripción más completa del algoritmo a utilizar ha sido dada previamente por Laguardia y coautores (2016).

3. Interfaz gráfica de usuario

La aplicación, que llevará por título Opifex Spark/SMAW, cuenta con una ventana principal (Fig. 2) donde se muestra la carta tecnológica del proceso de soldadura.

The screenshot shows the main window of the 'Opifex Spark/SMAW' application. The window title is 'Opifex Spark/SMAW []' and it has a standard menu bar with 'Archivo', 'Datos', 'Tecnología', and 'Ayuda'. Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations and technical drawing functions. The main area contains a complex form for a welding technical card, organized into several sections:

- DATOS:** Includes fields for 'GEOMETRÍA DE LA UNIÓN', 'TIPO DE UNIÓN', 'POSICIÓN', 'DIMENSIONES' (thickness and length), 'MATERIAL BASE', 'NORMA', 'MARCA', 'TIPO DE MATER.', 'MÁQUINA DE SOLDADURA', 'MARCA/MODELO', 'RANGO CORR.', and 'TIPO DE CORR.'.
- ELECTRODOS:** Includes 'PASADAS DE RÁZ', 'PASADAS DE RELLENO', and 'PASADAS DE SELLADO'.
- RÉGIMEN DE SOLDADURA:** A table with columns for 'DE RÁZ', 'PASADAS DE RELLENO', 'DE SELLADO', 'TOTAL', and 'UNIDAD'. Rows include 'CANTIDAD DE PASADAS', 'INTENSIDAD DE CORRIENTE', 'POLARIDAD', 'CONSUMO DE ELECTRODO', 'CONSUMO DE ELECTRICIDAD', 'TIEMPO TECNOLÓGICO', 'TIEMPO AUXILIAR', 'TIEMPO DE SERVICIO', 'TIEMPO DE DESCANSO', and 'TIEMPO TOTAL'.
- COSTURA:** Includes 'PREPARACIÓN DE BORDES', 'CÓDIGO', 'NORMA', and 'CROQUIS'.
- PRECALENTAMIENTO:** Fields for 'TEMPERATURA' and 'TRATAMIENTO TÉRMICO POSTERIOR' (temperature and time).
- REQUERIMIENTOS TECNOLÓGICOS:** Fields for 'TEMPERATURA' and 'TIEMPO DE PERMANENCIA'.
- COSTOS:** Fields for 'COSTO DE ELECTRODO', 'COSTO DE MANO DE OBRA', 'COSTO DE ELECTRICIDAD', and 'COSTO TOTAL', each with a 'CUP' unit.
- EQUIPAMIENTO AUXILIAR:** Fields for 'PORTAELECTRODO', 'CABLE', and 'FILTRO VISUAL'.
- PROCESO:** 'SOLDADURA MANUAL CON ELECTRODO REVESTIDO'.
- PERSONAL:** Fields for 'TECNÓLOGO', 'SOLDADOR', 'SUPERVISOR', and 'RESPONSABLE', each with sub-fields for 'NOMBRE', 'FIRMA', and 'FECHA'.
- LOGOS:** Includes the 'CEFA' logo and 'CENTRO DE ESTUDIOS DE FABRICACIÓN AVANZADA Y SOSTENIBLE'.
- OBJETO:** Fields for 'OBJETO' and 'COSTURA'.

Figura 2 Ventana principal de la aplicación

La misma ha sido elaborada a partir de las recomendaciones de la ASME BPVC.IX (2015) y se irá llenando según se van entrando los datos correspondientes y realizando los cálculos necesarios para determinar los parámetros del régimen de soldadura.

La ventana principal, además, contará con un menú y una barra de herramienta que permita ejecutar las diversas opciones de entrada de datos y cálculos requeridos por el programa.

Para la entrada de datos del cajetín se utilizará otro cuadro de diálogo (Fig. 3), donde se establecerán el código del documento (carta tecnológica) y el nombre del artículo, así como el

código de la costura. También se establecerán el nombre del tecnólogo, el soldador, el supervisor y el responsable de la elaboración de la costura, además de las respectivas fechas, si corresponde.

Código del documento:	T12-180		
Nombre del artículo:	TANQUE 12/180		
Código de la costura:	129		
Tecnólogo:	A. BENÍTEZ	<input checked="" type="checkbox"/>	2017.07.14
Soldador:	C. DÍAZ	<input checked="" type="checkbox"/>	2017.07.14
Supervisor:	E. FLORES	<input checked="" type="checkbox"/>	2017.07.14
Responsable:	G. HUERTA	<input type="checkbox"/>	2017.07.14

Figura 3 Diálogo para la entrada de datos del cajetín

Tipo de junta: A tope

Posición

- Plana (PA)
- Horizontal-vertical (PB)
- Horizontal (PC)
- Horizontal-bajo techo (PD)
- Bajo techo (PE)
- Vertical ascendente (PF)
- Vertical descendente (PG)

Posición

Espesor de la plancha: 8 mm

Longitud de la costura: 680 mm

Figura 4 Diálogo para la entrada de datos de la geometría de la unión

En el cuadro de diálogo de entrada de datos de la geometría de la unión (Fig. 4), se establecerán el tipo de junta, la posición, el espesor de la chapa a soldar y la longitud de la costura. Para lo anterior, se cumplirá con lo establecido en la NC ISO 6947 (2004).

El cuadro de diálogo de entrada de datos del material base (Fig. 5) se introducirán el tipo, marca y norma del acero a utilizar y las propiedades mecánicas (tensión de rotura) y composición química.

Figura 5 Diálogo para la entrada de datos del material base

Se dará la opción de cargar las propiedades del material de una base de datos (Fig. 6) que contiene los aceros más comunes en varias de las normativas más utilizadas a nivel mundial.

Figura 6 Diálogo para cargar el material base de la base de datos

El diálogo de entrada de la máquina de soldadura (Fig. 7) permitirá establecer el modelo y fabricante de la misma. También, el tipo y el rango de corriente que suministra.

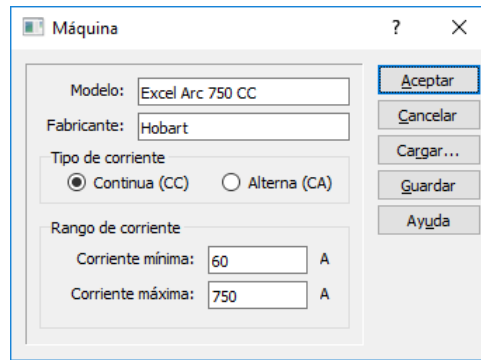


Figura 7 Diálogo para la entrada de datos de la máquina de soldadura

La selección de la preparación de bordes se hará cumpliendo lo estipulado en la NC ISO 9692-1 (2011). En el correspondiente cuadro de diálogo (Fig. 8) se seleccionará la preparación dentro de aquellas que la norma recomienda para el espesor de chapa dado y se establecerán los valores de las dimensiones de sus elementos según los rangos especificados por dicha norma.

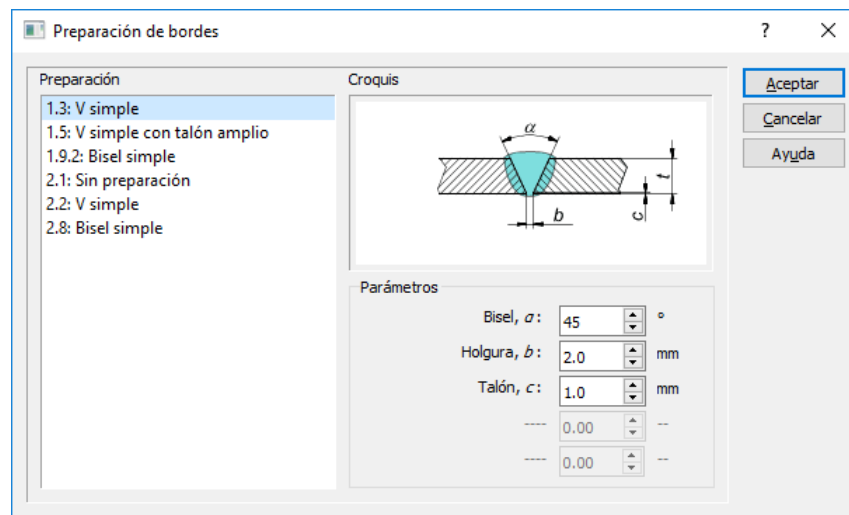


Figura 8 Diálogo para la selección de la preparación de bordes

La selección de los electrodos se realizará a través del cuadro de diálogo correspondiente (Fig. 9). En el mismo, los electrodos se escogerán de una base de datos, teniendo en cuenta las recomendaciones para las condiciones de soldadura dada (material base, espesor de la plancha, aplicación, posición de soldadura, etc.) (Burgos Sola 1987; Justel Ramos 2011).

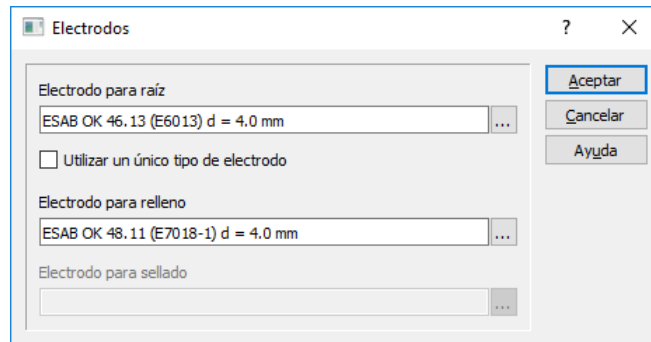


Figura 9 Diálogo para la selección de electrodos

4. Conclusiones y desarrollo futuro

Como resultado del presente trabajo, se ha llevado a cabo el diseño conceptual de una aplicación informática para el diseño de tecnologías de soldadura manual por arco eléctrico con electrodo metálico revestido.

Para la misma, se definió el algoritmo de cálculo basado en las recomendaciones encontradas en la literatura especializada. También se diseñó la interfaz gráfica a utilizar, compuesta por una ventana principal y un grupo de cuadros de diálogo, estableciendo las principales funcionalidades de la misma.

Como desarrollo futuro del presente trabajo, se prevé la implementación de la aplicación. La misma se llevará a cabo utilizando el lenguaje C++ y la plataforma de desarrollo Qt. Esto permitirá lograr un producto de software libre y multiplataforma, adecuado para las necesidades de la industria cubana y acorde con la estrategia de informatización e independencia tecnológica de Cuba.

Referencias

- ASME BPVC.IX (2015). *Boiler and pressure vessel code. Section IX: Qualification standard for welding and brazing procedures, welders, brazers, and welding and brazing operators.* New York (USA): The American Society of Mechanical Engineers.
- AWS D1.1/D1.1M (2015): *Structural welding code - Steel.* Miami, FL (USA): American Welding Society.
- Burgos Sola, J. (1987). *Tecnología de soldadura.* La Habana (Cuba): Pueblo y Educación.
- Cary, H.B. (1998). *Modern welding technology.* 4th Ed. Upper Saddle River, NJ (USA): Prentice-Hall, ISBN 0-13-241803-7

- Justel Ramos, M.A. (2012). *Soldadura: Manual para operarios y técnicos*. La Habana (Cuba): Editorial Científico-Técnica, ISBN 978-959-05-0654-3.
- Laguardia, A; López, O; Pérez, J.E.; Quiza, R (2016). “Algoritmización de la metodología para el diseño de tecnologías de soldadura manual por arco eléctrico con electrodo revestido de aceros”, *CD de Monografías 2016*, Universidad de Matanzas, Matanzas (Cuba), ISBN 978-959-16-3242-5
- NC-ISO 6947 (2004). *Soldaduras - Posiciones de trabajo - Definición de los ángulos de pendiente y de rotación*. La Habana (Cuba): Oficina Nacional de Normalización.
- NC-ISO 9692-1 (2011). *Soldadura y procesos afines - Recomendaciones para la preparación de la unión. Parte 1: Soldadura por arco con electrodos revestidos, soldadura por arco protegido con gas y electrodo de aporte, soldadura por llama, soldadura por arco con gas inerte y electrodo de wolframio y soldadura por haz de alta energía de aceros*. La Habana (Cuba): Oficina Nacional de Normalización.