

STANDPUNKTE

del Saber



facet

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

N° 5

Año 2015

Revista propiedad de la
Facultad de Ciencias Exactas y
Tecnología U.N.T.

DIRECTORES

Ricarda Hirte
Manuel E. Budeguer

EDITORES

Ricarda Hirte
Manuel E. Budeguer

ISSN: 1853-2470

EDITORIAL

Editorial ECO – UNT
Asociación Cooperadora
FACET
Av. Independencia 1800
San Miguel de Tucumán

COMISIÓN EDITORIAL

Dra. R. Hirte
Ing. Mec. M.E. Budeguer

DISEÑO

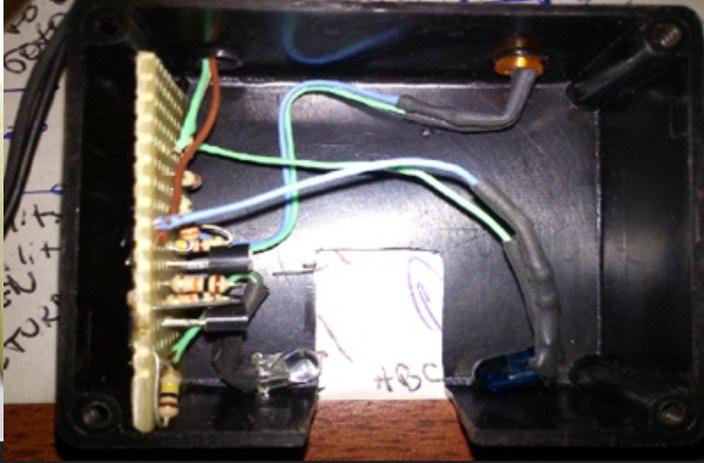
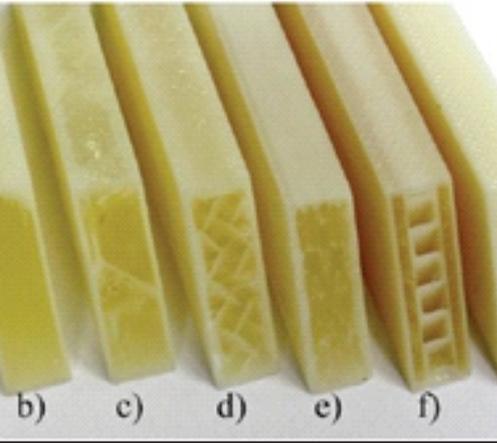
C. Luis Paliza

COMISIÓN ASESORA

Docentes e Investigadores
de la Universidad Nacional
de Tucumán de varias
Facultades.

CORREO ELECTRÓNICO

sds@herrera.unt.edu.ar



Indice/Inhaltsverzeichnis

Cuantificación del patinamiento mediante el uso de sensores infrarrojos en maquina pulverizadora autopropulsada con tracción hidrostática. / Quantifizierung des Rutschens durch den Gebrauch von Infrarotsensoren bei hydrostatisch selbstangetriebenen Sprühanlagen.

05

Bases y consideraciones para el diseño de robots industriales/ Grundlegendes und Emphelungen für das Design von Industrierobotern

16

Generación de tensiones residuales en estructuras de acero soldadas y montajes in-situ / Die Entstehung der Eigenspannung bei der Montage von geschweißten Stahlstrukturen

23

PRESENTACIÓN DE LA REVISTA

PRÄSENTATION DER ZEITSCHRIFT

En las ediciones tenemos como editores el agrado de dirigirnos a la comunidad universitaria para presentar la revista Standpunkte del Saber y a su Consejo de Dirección.

Esta publicación surge, en un primer momento, como una inquietud planteada por la Cátedra de Alemán de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán para establecer un vínculo entre los estudiantes del Idioma Moderno Alemán y la Lengua, poner en práctica sus conocimientos adquiridos y a su vez trabajar en proyectos de investigación relacionados con las actividades interdisciplinarias que se realizan en las facultades de la Universidad. Además la dirección editorial se puso como meta difundir internacionalmente la labor científica-académica que se desempeña en nuestra institución y hacerla llegar a otros círculos académicos.

La Universidad Nacional de Tucumán es la tercera más importante de Argentina, situado en el noroeste del País. Nos gustaría, como los editores, dar a conocer la Universidad a lo largo de las ediciones de esta revista y no solamente difundir en los países de habla castellana sino también establecer un nexo con los países de habla alemán. Por éste motivo la revista se presenta en ambos idiomas, castellano y alemán.

Standpunkte del Saber tiene por finalidad la difusión de trabajos de investigación y actividades académicas y sociales que se desarrollan en el entorno universitario.

In den Ausgaben der Zeitschrift Standpunkte del Saber möchten wir, die Herausgeber, uns an die universitäre Gemeinschaft wenden, um die Zeitschrift wie die Herausgeber vorzustellen.

Den Anstoß eine Zeitschrift zu kreieren gab der Lehrstuhl für Deutsch in der Technologischen Fakultät der Nationalen Universität von Tucumán, um eine Verbindung zwischen den Studenten und der Sprache herzustellen. Erster Gedanke war, dass die Studenten ihr erlerntes Wissen in der Deutschen Sprache praktisch umsetzen und ihre Arbeiten aus interdisziplinären Forschungsprojekten, die in den verschiedenen Fakultäten der Universität realisiert werden, vorzustellen. Der zweite Gedanke des Herausgeberteams war, durch die Zeitschrift die wissenschaftlichen Austausch anzuregen.

Die Nationale Universität von Tucumán ist die drittgrößte Argentinien und liegt im Nord-Westen des Landes. Wir als Herausgeber würden uns freuen, wenn die Universität durch die verschiedenen Ausgaben dieser Zeitschrift bekannter würde und nicht nur im spanischsprachigen Raum Verbreitung findet, sondern auch eine Verbindung zum Deutschen Sprachraum geschaffen wird. Aus diesem Grund präsentiert sich die Zeitschrift in beiden Sprachen, in Spanisch und Deutsch.

Standpunkte del Saber möchte einen Beitrag leisten, die Forschungsarbeiten und die akademischen wie sozialen Aktivitäten der Universität zu verbreiten.

En orden para cumplir con nuestro propósito, la revista abarca cuatro áreas temáticas:

- Tecnología, Diseño y construcción;
- Salud y Medio Ambiente;
- Cultura, Pensamiento y Política;
- Producción y Economía.

Cada una de estas áreas consta a su vez de artículos, reseñas y opiniones, que serán presentados ante un Consejo Científico. Los artículos serán originales referidos a una investigación, las reseñas consistirán en una valoración crítica de los libros y/o otras publicaciones y las opiniones, en cambio tienen un carácter más amplio en el sentido socio-cultural.

Todas las contribuciones versan sobre los temas de las áreas de la revista
Standpunkte del Saber.

El Consejo Directivo se constituye por miembros de la UNT de las distintas Facultades:

- **Ing. Mec. Manuel E. Budeguer**
Director de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la FACET;
- **Dra. Ricarda Hirte**
Cátedra de Alemán
del Departamento de Mecánica de la FACET.

Um dieses Ziel zu erreichen besitzt die Zeitschrift vier thematische Rubriken:

- Technologie, Design und Konstruktion;
- Gesundheit und Umwelt;
- Kultur, Philologie und Politik;
- Produktion und Wirtschaft.

Jeder dieser Rubriken besteht aus Artikeln, Rezensionen und Meinungen, die vor einem wissenschaftlichen Komitee präsentiert werden. Die Artikel sind Originale, die auf einer Forschungsarbeit beruhen, die Rezensionen sind kritische Bemerkungen über Bücher und/oder andere Publikationen und die Meinungen beziehen sich auf soziale und kulturelle Themen, haben somit einen offeneren Charakter.

Jeder Beitrag bezieht sich auf eine Rubrik der Zeitschrift Standpunkte del Saber in der erscheinen soll.

Das Herausgaberteam besteht aus Dozenten und Studenten aus verschiedenen Fakultäten der UNT:

- **Ing. Mec. Manuel E. Budeguer**
Direktor des Studiengangs Allgemeiner Maschinenbau der FACET;
- **Dra. Ricarda Hirte**
Lehrstuhl für Deutsch,
Fachbereich Allgemeiner Maschinenbau der FACET.

Con frecuencia se suele citar a nuestra nación como "El Granero del Mundo" en virtud de las grandes exportaciones agro industriales que se realizaron principalmente en los últimos treinta años del siglo XIX y hasta mediados del siglo XX principalmente hacia Europa y que le proveyera de un significativo caudal de divisas que permitieron una suerte de "belle époque", prueba de ello puede observarse en la arquitectura que ha llegado hacia nuestros días, donde se destaca la exquisitez de las formas y de su ornamentación.

El aprovechamiento de esta ventaja comparativa, llevó a nuestro país a ocupar un destacado lugar dentro del concierto de las naciones, sin embargo diversas razones que exceden el alcance de estas líneas, hicieron que tal posicionamiento y su base económica se erosionaran significativamente.

En su obra "La Ventaja Competitiva de las Naciones" de 1990, Michael Porter actualiza la teoría clásica de Adam Smith sobre como generan riqueza las naciones, la cual estaba fundada en la preponderancia de los factores tradicionales de esa riqueza: tierra, recursos naturales y el trabajo. Porter indica en su trabajo que entre otros factores la globalización y el veloz incremento de la competitividad no aseguran ya por sí mismos la creación de valor genuino y sustentable en las economías de los países. Dando como ejemplo economías de países con escasos recursos naturales, pero altísimo grado de tecnificación, que impulsaron que estos alcancen lugares envidiados dentro del contexto mundial tal como Japón y Finlandia

Bajo el pensamiento que el desarrollo económico y social se basa principalmente en generar un modelo de educación acorde a las necesidades que nos plantea la segunda década del siglo XXI, más precisamente en cuanto a la formación de capacidades y

Oft wird unsere Nation als die "Kornkammer der Welt" bezeichnet, sich auf die immensen landwirtschaftlichen Exportationen stützend, die die letzten 30 Jahre des 19. Jahrhunderts bis hin zur Mitte des 20. Jahrhunderts zeichneten. Exportziel war vor allem Europa und bescherte durch die so erzielten Divisen eine "belle époque", deren Ergebnisse sich in der Architektur mit ihren reichen Verzierungen und den hervorragenden Formen, abbilden lassen, Zeugen dessen, die bis in unsere heutigen Tage hineinreicht.

Die Ausnutzung dieses vergleichenden Vorteils, brachte unser Land an einen hervorragenden Platz innerhalb des Konzerts der Nationen, allerdings wurde aus verschiedenen Gründen, die in diesen Linien nicht weiter angeführt werden können, diese Positionierung und ihre wirtschaftliche Grundlage bedeutend erschüttert.

In seinem Werk "La Ventaja Competitiva de las Naciones" von Michael Porter aus dem Jahr 1990, wird die klassische Theorie, erstellt von Adam Smith, in wie fern eine Nation ihren Reichtum erstellt, sich auf die traditionellen Faktoren stützend wie: Land, Bodenschätze und Arbeit.

Porter weist in seiner Arbeit darauf hin, dass nicht allein Faktoren der Globalisierung und des ansteigenden Wettbewerbskampfes ausreichen, um eine inländische Wirtschaft zu gewähren. Als Beispiel seien hier Länder anzuführen, die über wenige oder fast keine Bodenschätze verfügen, aber einen hohen Technisierungsgrad besitzen und diese einen neidvollen Platz im globalen Kontext einnehmen, wie Japan oder Finland.

Getreu der Idee, dass die wirtschaftliche und soziale Entwicklung sich auf die Schaffung eines Bildungsmodells stützt, das gemäß den Bedürfnissen, die sich uns im zweiten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts stellen, anpasst oder anders ausgedrückt, die Ausbildung der technisch-wissenschaftlichen Kapazitäten und des Wettbewerbs im Dienst der Gesellschaft operieren, gewinnt die Rolle der Fakultät für

competencias científica tecnológicas para la sociedad, es que cobra relevancia el rol de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán en dicho modelo.

Si bien datos oficiales estiman que existen alrededor de 200.000 estudiantes de ingeniería en nuestro país, esta cifra aún resulta insuficiente para las necesidades que se plantean en el ámbito industrial y social cada vez más tecnificado.

Es por ello que el Estado en todos sus estadios debe continuar e intensificar una política sustentable de formar profesionales científico tecnológicos a fin de crear a través de las competencias de éstos una ventaja competitiva para la Nación.

Dentro de ese contexto, la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología debe lograr mayor número de ingresantes, evitar el desgranamiento de sus alumnos y fortalecer el perfil de sus graduados con el propósito de que éstos sean su ventaja competitiva frente a otras instituciones educativas.

El Desafío es elevado, sin embargo, de lograr sus objetivos, toda una Nación se verá beneficiada.

Exakte Wissenschaften und Technologie der Universidad Nacional de Tucumán in diesem Modell Wichtigkeit.

Auch wenn die offiziellen Daten der Ingenieurstudenten in unserem Land von 200.000 Studenten ausgeht, reicht die Zahl gemäß den Bedürfnissen nicht aus, die von der Industrie und der immer mehr technologisierten Gesellschaft gebraucht werden.

Daher ist es wichtig, dass der Staat in allen seinen Stadien eine kontinuierliche und intensive Politik verfolgt, um die Ausbildung wissenschaftlicher Professioneller zu gewährleisten, mit dem Ziel die Wettbewerbsfähigkeit der Nation zu erhöhen.

In diesem Kontext muss die Fakultät für Exakte Wissenschaften und Technologie eine höhere Erstsemesterstudentenzahl erreichen, die Zahl der Studienunterbrecher reduzieren und das Profil der Studienabsolventen stärken, mit dem Ziel, dass diese einen Vorteil im allgemeinen Wettbewerb vor anderen ausbildenden Einrichtungen haben.

Eine hohe Herausforderung, um die Ziele zu erreichen im Namen der Nation.



Ing. Carlos A. Rodríguez (MSc)
Secretario de Gestión y Extensión
FACET



**CUANTIFICACIÓN DEL PATINAMIENTO
MEDIANTE EL USO DE SENSORES
INFRARROJOS EN MAQUINA
PULVERIZADORA AUTOPROPULSADA CON
TRACCIÓN HIDROSTÁTICA.**

**QUANTIFIZIERUNG DES RUTSCHENS DURCH
DEN GEBRAUCH VON INFRAROTSSENSOREN
BEI HYDROSTATISCH
SELBSTANGETRIEBENEN SPRÜHANLAGEN.**

Saleme, PM1; Rosales, F2; Villagra, PI3; Fernandez, M3; Ozores, R3
1-INTA FAMAILLA, 2 UNT-FAZ, CATEDRA MAQUINARIA AGRICOLA, 3 UTN-FRT

Introducción:

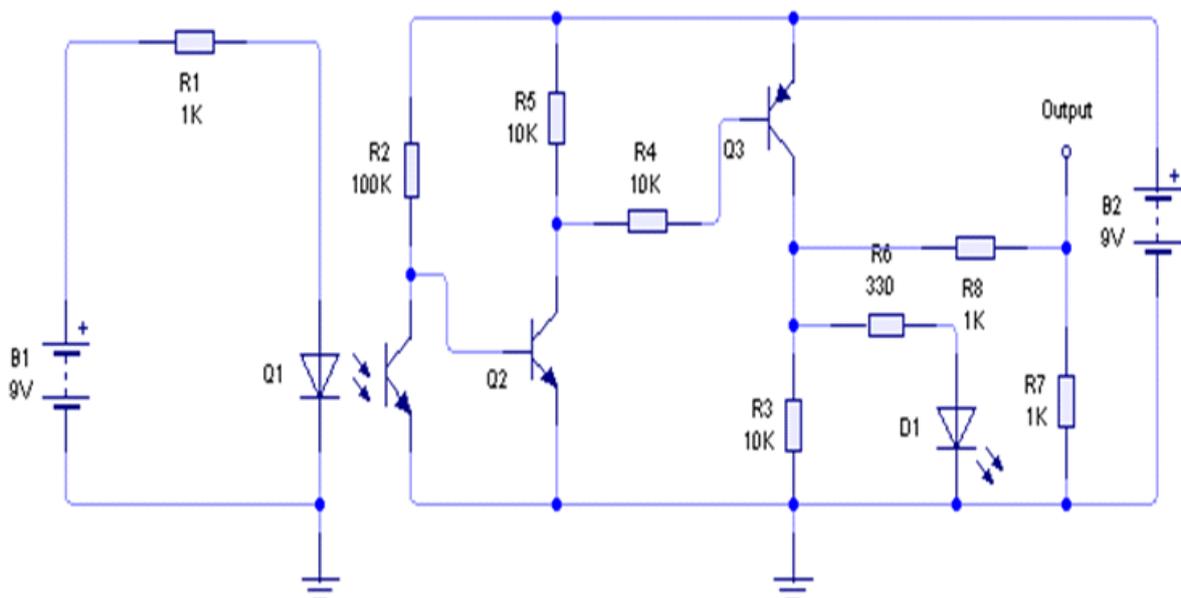
El proyecto consiste en un sistema electrónico que mide la cantidad de vueltas que recorren las ruedas de una maquina pulverizadora hidrostática (CASE 350) empleando un sensor infrarrojo que produce un haz que es cortado por pequeñas planchuelas adheridas a las ruedas (10 por vuelta). La señal producida por los mismos es enviada a una placa principal colocada en la cabina del conductor, en la que se puede visualizar la lectura de 2 ruedas simultáneamente por medio de un display.

Los ensayos se realizan alterando algunas variables como ser: la cantidad de agua en tanque de pulverización (tanque vacío, medio tanque y tanque lleno), la disposición de los sensores (en ruedas paralelas o cruzadas) y las rpm del motor de combustión de la máquina, para posteriormente efectuar los cálculos requeridos y determinar el patinamiento de las mismas en distintas operaciones de trabajo.

Diseño y construcción del circuito electrónico:

Para la realización de este proyecto se utilizaron dos barreras infrarrojas y una placa principal encargada de capturar la señal proveniente de los sensores, procesarla y posteriormente mostrarla a través de un LCD alfanumérico.

Se optó por utilizar las barreras infrarrojas debido a su bajo costo y fácil aplicación (Las mismas solo se utilizan para realizar el ensayo y extraer los datos necesarios de la maquina pulverizadora, es decir que no fueron construidas para instalarlas de forma permanente en la maquina). La misma consta de un transmisor y un receptor infrarrojo, entre estos dos elementos existe un haz de luz invisible, el cual al ser interrumpido por algún objeto, permite que el circuito receptor genere una señal que es enviada a la placa principal, la cual cuenta la cantidad de veces que se cortó el haz. En este caso se sacó la rueda de la maquina hidrostática y se colocó el sensor en su chasis interior y en las bridas de la misma se soldaron planchuelas para cortar el haz y contar la cantidad de vueltas que gira la rueda. En la figura siguiente se presenta el esquema eléctrico:

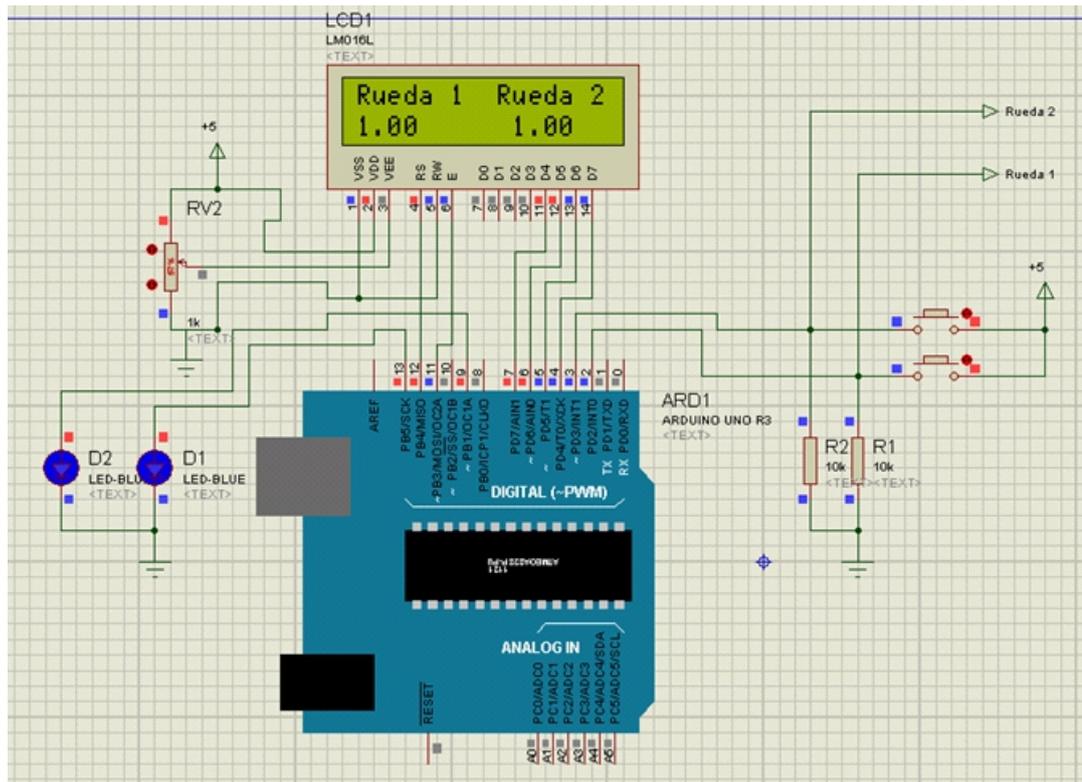


Montaje de la barrera infrarroja en un gabinete



La placa principal está constituida por una tarjeta Arduino Uno que es la encargada de recibir los pulsos provenientes de los sensores infrarrojos, procesarlos y posteriormente enviar la información hasta el LCD alfanumérico de 16x2, que es el encargado de visualizar la cantidad de vueltas que giró cada rueda. Cabe destacar que este circuito es alimentado por una batería recargable de 9 V y posteriormente se usa un regulador de tensión 7805 para alimentar la tarjeta Arduino.

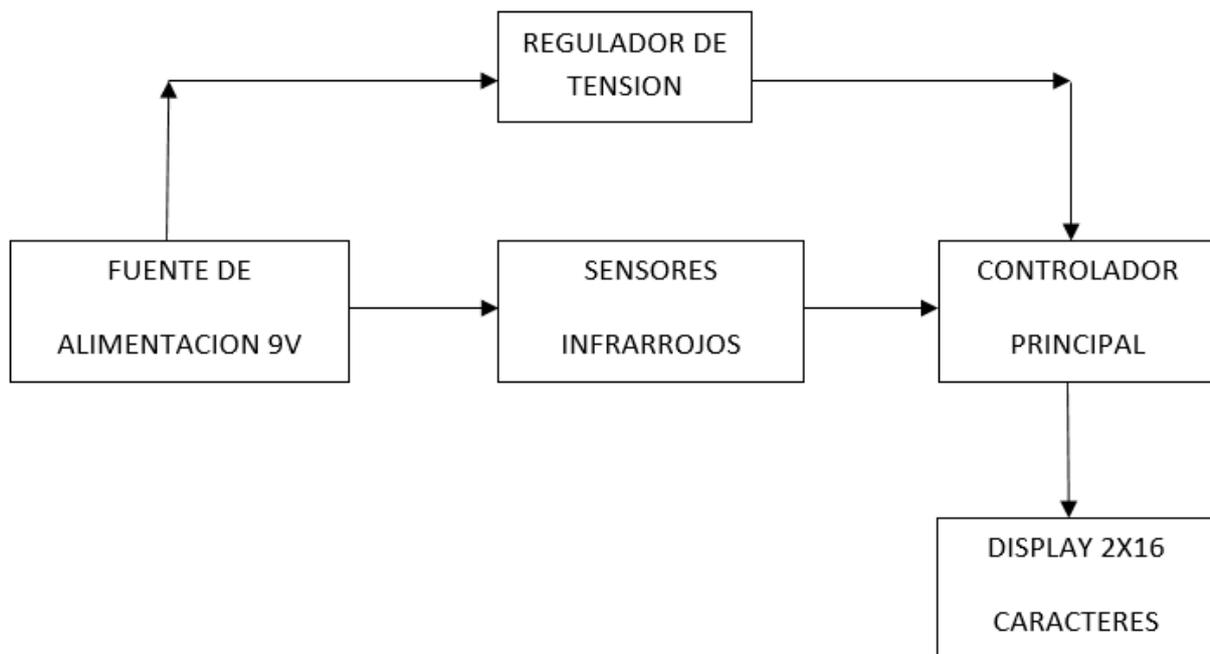
El esquemático de la placa principal es la siguiente:





Esquema general de conexión del dispositivo

El siguiente esquema consta de una fuente de alimentación de 9 V, siendo la misma una batería recargable que alimenta a los sensores y mediante un regulador de tensión (7805) se adapta la alimentación para el micro controlador a 5 V, y por último se alimenta al display con esta misma tensión.



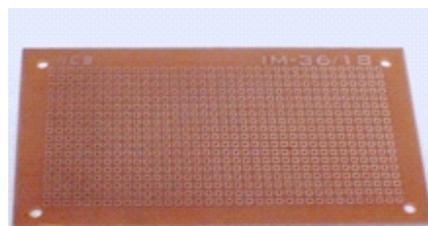
Listado de materiales utilizados:

En la siguiente tabla se muestra el listado de materiales:

Componentes	Cantidad
Plaquetas	2
Resistencias	20
<u>Bateria</u>	1
Fotodiodos TX/RX	4
<u>Display 2x16</u>	1
Tarjeta <u>arduino</u>	1
Pulsadores	3
Transistores	4
Diodos <u>leds</u>	4
Cables	10 m
Otros(<u>estaño, silicona, etc</u>)	

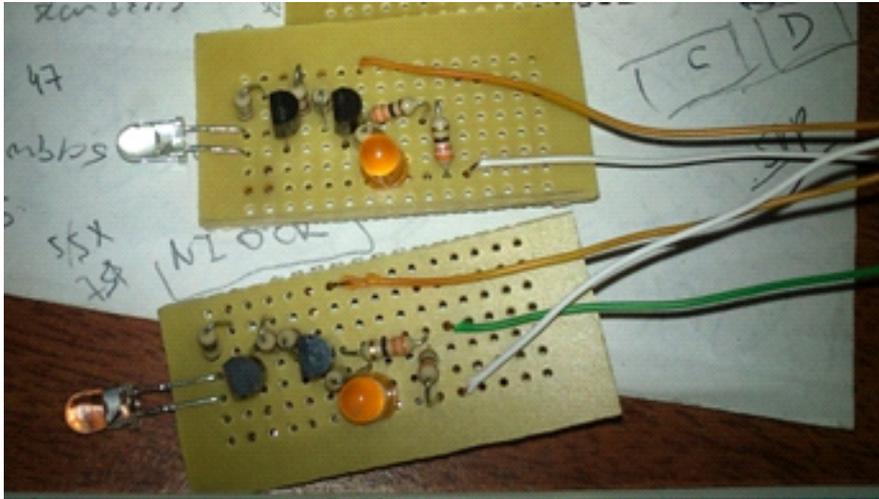
Diseño de plaqueta y soldado de componentes:

Para el circuito se compró plaqueta universal, de manera que solo se soldó los componentes a la misma uniendo las conexiones con estaño.



Plaqueta universal

En la siguiente imagen se ve el circuito armado en la plaqueta universal con las conexiones ya listas y funcionando:



Prueba eléctrica y detección de errores:

El circuito fue probado con una alimentación de 9 v, y verificado su funcionamiento; se realizó una revisión visual de que la soldadura fuera correcta y la salida fue adaptada para que al ser cortada la barrera envíe un pulso de 4,7 v a 5 v para ser leído por la tarjeta de adquisición.

En la instalación de los sensores en las ruedas se verificó que el cableado transmitiera sin interferencia la señal, usando 10m como máximo de cable para cada sensor hasta la cabina en donde se colocó la tarjeta de adquisición y el display. En la figura siguiente se muestra la placa principal y en el display el resultado de la medición de cada sensor.

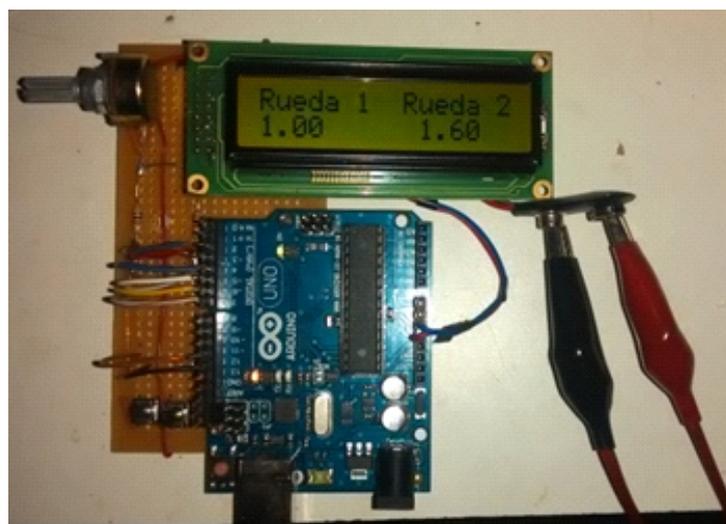
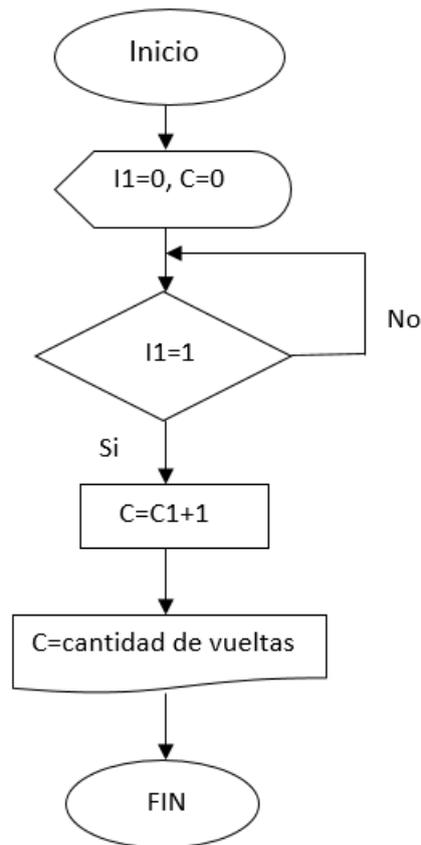


Diagrama de Flujo del Firmware



Ensayo y prueba de funcionamiento de la placa

Se realizaron varios ensayos de los sensores, ya que se hicieron de distintas formas; primero unos sensores chicos en un encapsulado de 5x5 cm, luego se realizó uno de mayor tamaño de 15x15cm y la última fue realizada de tal forma que su distancia entre emisor y receptor fuera variable mediante una varilla roscada, pero fue desestimada ya que en el ensayo no tendría mucha firmeza por las vibraciones de la máquina y por ende se la dejo de lado. Al final al ver la máquina y con los ingenieros que estaban a cargo en el taller se llegó a la conclusión de que la mejor opción eran los sensores de 5x5 cm ya que su encapsulado era más rígido y cómodo para el ensayo.

Prototipos: en las siguientes imágenes se ven los tres sensores desarrollados para los ensayos y determinar cuál sería más factible para las mediciones de campo. Como se dijo anteriormente el escogido fue el primero por su rigidez y la facilidad por su tamaño para ubicarlo en el interior entre el chasis y la rueda de la maquinas hidrostática.



Optimización y ajustes finales

Antes de instalar los sensores en la maquina se selló bien el encapsulado del mismo y se protegió los fotodiodos con una capa de plástico transparente, para evitar que se ensuciaran y produjeran mediciones erróneas y se eliminó un problema que había en el firmware del dispositivo, ya que producían falsas lecturas, posteriormente se procedió a instalar y a realizar las mediciones.

Ensamblaje en gabinete

En el apartado anterior se hizo énfasis en el armado del gabinete o encapsulado para los sensores, se procedió a instalar en su ubicación final el sensor, luego de instalar el sensor se procedió a hacer el cableado del mismo que llegaba hasta la cabina de la máquina para que el operario pudiera visualizar las mediciones. Para que sea más fácil de montar y desmontar se realizó una conexión con la ficha plug 3.5 macho y hembra para mayor practicidad tanto en el sensor como en la tarjeta de adquisición.

Características técnicas

Arduino UNO:



Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Microcontrolador Atmega 328

- 32KB de memoria flash para programación,
- Tamaño de datos RAM: 2KB
- Interfaz: 2-wire, SPI, USART
- Velocidad: 20MHz
- Puertos de entrada/salida programables: 23
- Temporizadores: 3
- Canales de ADC: 6 canales de 10 bits,
- Empaquetado: PDIP-28



Conclusión:

El análisis de varianza demuestra que el modelo elegido es el correcto, y que es independiente de las revoluciones medidas.

El análisis demostró que el patinamiento fue afectado significativamente por la carga del tanque ($p = 0,038$) y la ubicación de la rueda ($p = 0,002$). Sin embargo no se detectó influencia de las revoluciones del motor sobre el patinamiento. La comparación de medias permitió dilucidar que no hubo diferencias significativas entre tanque lleno y tanque vacío, siendo estos los de mayor número de vueltas, sin embargo el tanque con media carga presentó significativamente menor número de vueltas y por lo tanto menor patinamiento respecto a las demás cargas. Esto podría deberse a que es probable que exista una carga de tanque óptima donde se optimice el rodamiento y el patinamiento sea menor.

Si analizamos la ubicación del sensor, se observa que no hay diferencias significativas entre las ruedas, 1, 3 y 4, todas ellas delanteras (1 y 3 el sensor está ubicado en la misma rueda) pero si hay diferencia significativa entre estas y la rueda 2. La rueda 2 correspondiente al eje trasero mostró significativamente mayor número de vueltas que las demás, indicando que el patinamiento podría darse mayormente en las ruedas traseras que en las delanteras.

Por último, el trabajo realizado brindo información valiosa de mediciones sobre la diferencias de vueltas que se producen entre las ruedas de una maquina pulverizadora hidrostática marca CASE 350 que servirá para sacar importantes conclusiones respecto del desempeño de la misma en el campo de trabajo.

Agradecimientos:

A la empresa GRUPO BUDEGUER, en particular a sus dueños, que nos facilitó el uso de todas sus instalaciones y maquinas sin ninguna restricción.

Al Señor Cesar Jorge quien nos brindó todo el apoyo, colaboración y asesoramiento en la colocación del sensor.

A Felipe Jorge, Juan Carlos Zantucho, Fernando Cajal, Jose Serrano, Rubén Cansino quienes no escatimaron esfuerzo y resignaron y postergaron los tiempos de entrega de sus trabajos y responsabilidades por ayudarnos a lograr y concretar el ensayo.

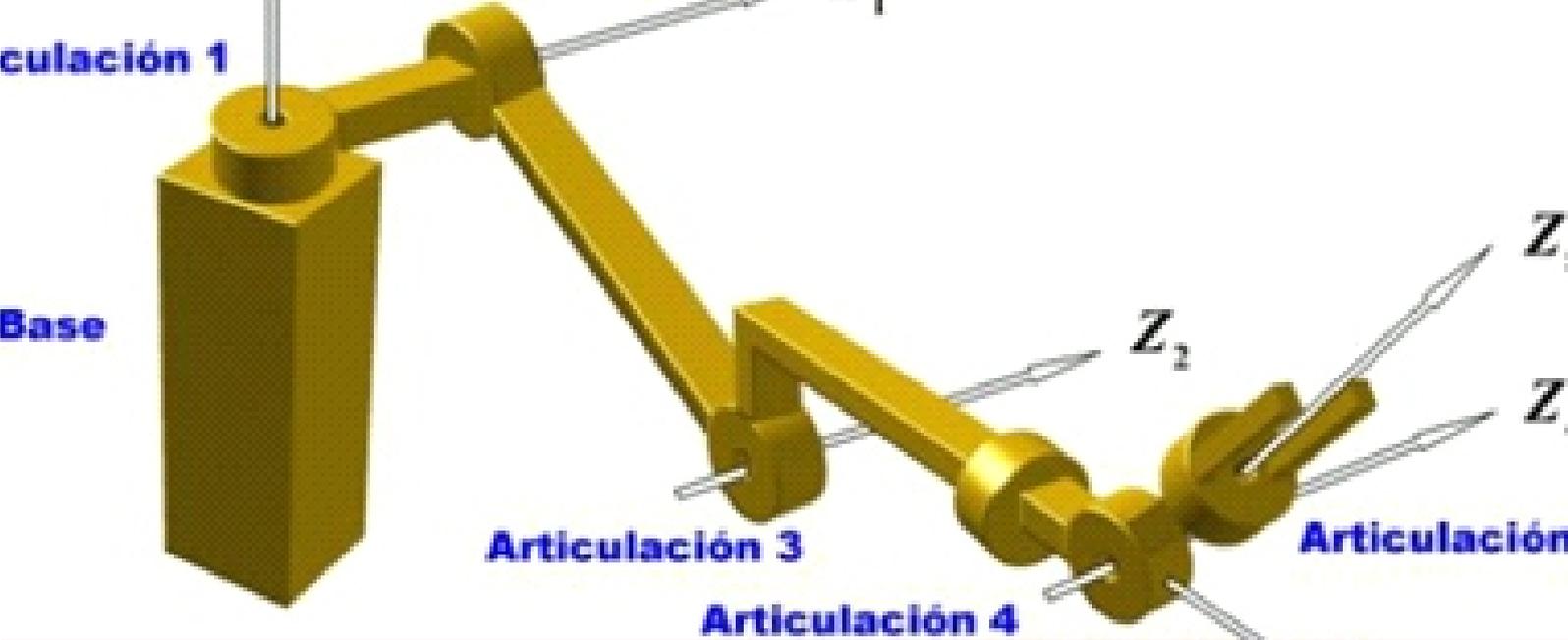
A Julio Saez quien colaboro desinteresadamente en los análisis estadísticos y corrección del informe.

Einführung:

Das Projekt besteht aus einem elektronischen System, das die Quantität der Reifenumdrehungen bei hydrostatischen Sprühanlagen (landwirtschaftliche Pulverisierungsmaschinen) misst. Die Messung erfolgt durch Infrarotsensoren, die ein Bündel bilden, das durch kleine, an die Reifen geheftete Metallplatten, geschnitten wird (10 pro Runde). Das so erzeugte Signal wird an eine Hauptplakette gesendet, die in der Fahrerkabine installiert ist und die Lesung zweier Reifen gleichzeitig durch ein Display zulässt.

Die Versuche unterlagen Änderungen einiger Variablen wie: die Wassermenge im Pulverisationsbehälter (leerer, halbvoller, voller Behälter), die Anordnung der Sensoren (in parallel oder quergestellten Rädern) und die Drehzahl des Verbrennungsmotors pro Minute, um später die nötigen Berechnungen durchzuführen und das Rutschen in den verschiedenen Arbeitsgängen zu bestimmen.





**BASES Y CONSIDERACIONES PARA EL
DISEÑO DE ROBOTS INDUSTRIALES**

**GRUNDLEGENDES UND EMPHELUNGEN
FÜR DAS DESIGN VON
INDUSTRIEROBOTERN**

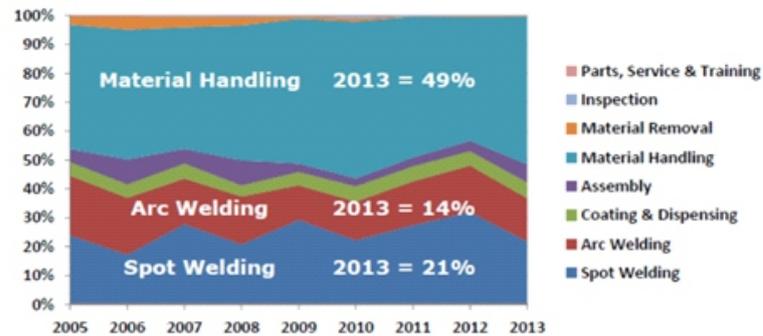
Alan Bernardo Palacio
Ingeniero Mecánico - UNT;

El objetivo del siguiente estudio es explorar el diseño de un brazo robot analizando el diseño de sus componentes desde el punto de vista de la ingeniería mecánica. Se realizará el diseño partiendo desde un diseño comercial y se seleccionarán y dimensionarán sus componentes estructurales y motrices, manteniendo un diseño simple y con componentes comerciales para mantener costos reducidos. Se propone un método de dimensionado y fabricación de engranajes plásticos en impresión 3D para su uso en la ingeniería.

Introducción

Específicamente, un brazo robot es un brazo mecánico programable con funciones similares a un brazo humano. El brazo robot se compone de segmentos metálicos o plásticos unidos mediante articulaciones. Las articulaciones se basan en movimientos de rotación en el caso de robots articulados. Las articulaciones pueden ser consideradas una forma de cadena cinemática. El extremo de la cadena cinemática es llamado actuador final, es el encargado de interactuar con el ambiente y es análogo a la mano humana.

Tipos de robots y mercado

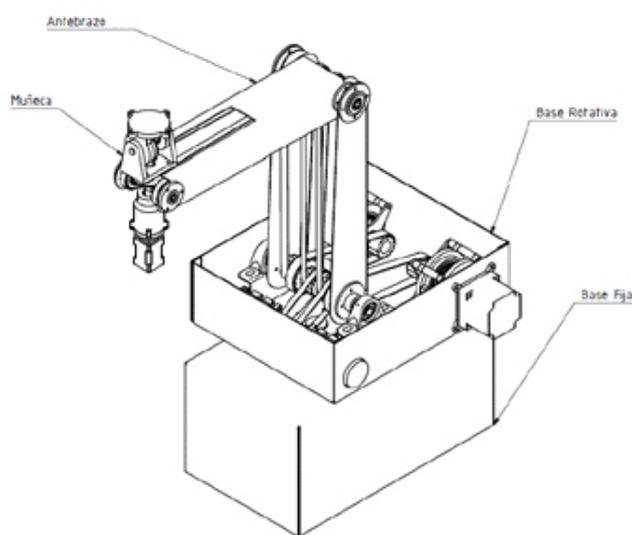


Si bien existen varios tipos de robots industriales según su aplicación y principio de funcionamiento, en su mayoría los robots comercializados son robots articulados. Esto puede deberse a que su costo es más reducido que robots más especializados para una tarea en particular, y también a la destreza en su movimiento que le permiten su aplicación en tareas donde el posicionamiento del efector (cualquier herramienta montada en la brida de la muñeca del robot, en este caso, un pulverizador de pintura) es complejo como soldadura o pintura.

Para el diseño del robot se tuvieron en cuenta las demandas del mercado y tendencias futuras.

Diseño preliminar

Este diseño surge de tomar como referencia el brazo humano y su capacidad de carga. Seis grados de libertad se refiere al movimiento en un espacio tridimensional, es decir, la capacidad de moverse hacia delante/atrás, arriba/abajo, izquierda/derecha (traslación en tres ejes perpendiculares), combinados con la rotación sobre tres ejes perpendiculares (Guiñada, Cabeceo, Alabeo). El movimiento a lo largo de cada uno de los ejes es independiente de los otros, y cada uno es independiente de la rotación sobre cualquiera de los ejes, el movimiento de hecho tiene seis grados de libertad.

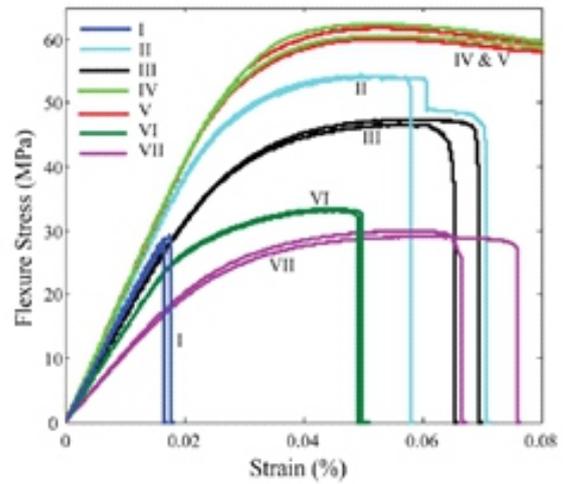


Los brazos de un robot, a menudo son categorizados por sus grados de libertad (por lo general más de seis grados de libertad). Este número generalmente se refiere al número de ejes de rotación de las articulaciones en el brazo, donde un mayor número indica una mayor flexibilidad en posicionar una herramienta.

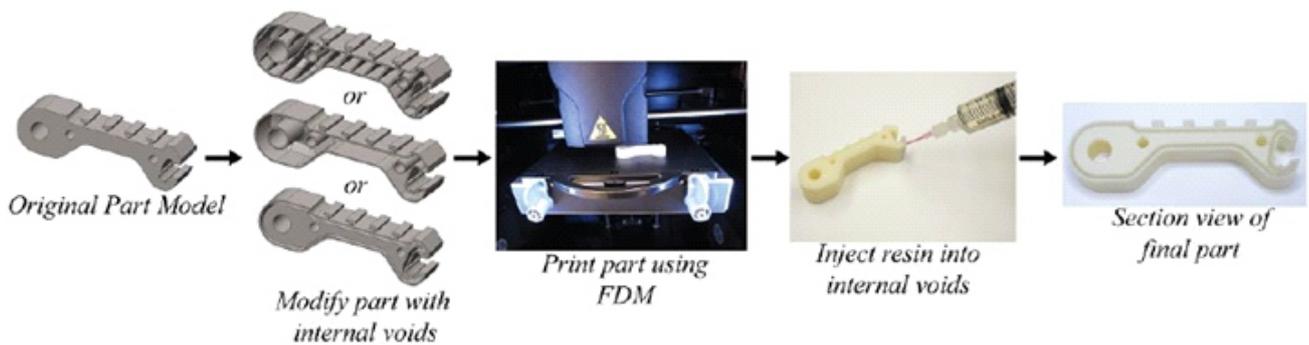
Método de cálculo y fabricación de engranajes plásticos ser fabricados por impresión 3D y aumento de la resistencia por relleno epoxi

El método de impresión 3D que se usa es el modelado por deposición fundida o FDM por sus siglas en inglés. El modelado por deposición fundida utiliza una técnica aditiva, depositando el material en capas, para conformar la pieza. El problema subyace en que el material no es isótropo, por eso no se pueden aplicar los métodos de cálculos comúnmente usados.

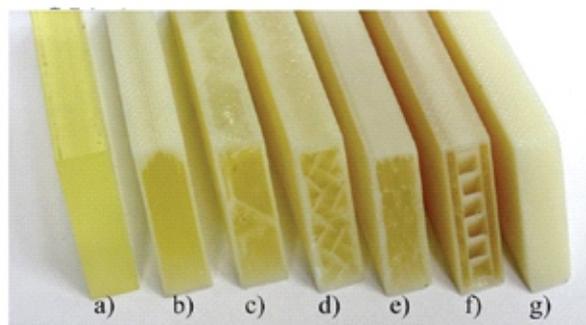
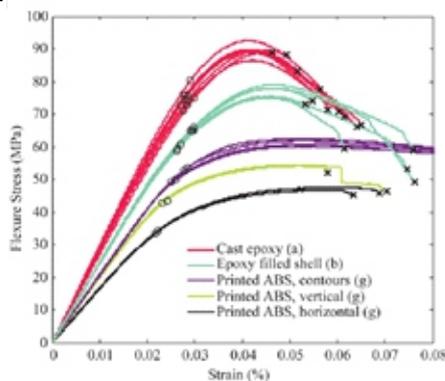
En la siguiente imagen un estudio realizado en la Universidad de Yale en Estados Unidos donde se grafica la variación de la resistencia a la flexión de probetas que fueron impresas con las capas en distintas orientaciones.



En el estudio se propone crear cáscaras plásticas impresas en 3D FDM y rellenarlas con resina epoxi permitiendo reducir los tiempos de producción, reducir el costo de la pieza siendo la resina epoxi más barata que el filamento de ABS que es utilizado para la impresión, utilizar un material de características isotrópicas y aumentar la resistencia general de la pieza en todas las direcciones.



La siguiente figura muestra el aumento de resistencia en partes sometidas a diferentes tipos de rellenos.

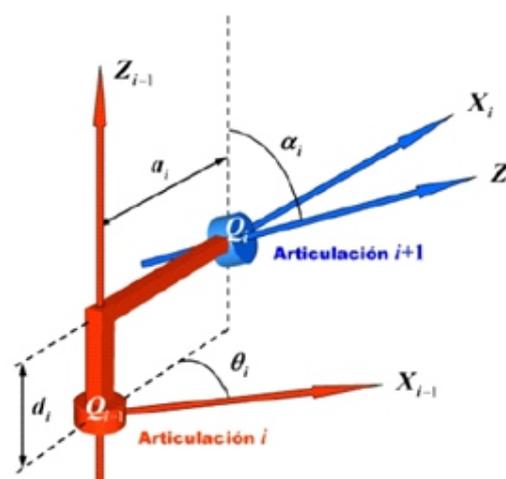


Al fabricar los engranajes por este método, sí podemos dimensionar los engranajes mediante los métodos tradicionales, ya que el material vuelve a tener un comportamiento isótropo.

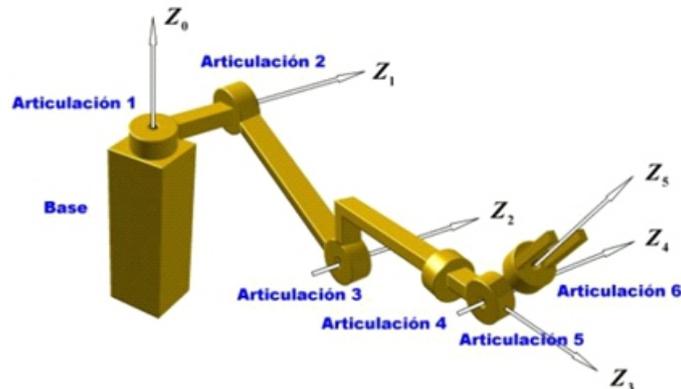
Resumiendo, los engranajes serán fabricados imprimiendo una cáscara en 3D, haciendo un relleno de resina epoxi y dimensionando con el método de cálculo propuesto utilizando la tensión admisible del material en el cual se imprimió la cáscara.

Representación Denavit-Hartenberg

Para poder representar y controlar el movimiento de la herramienta que el robot maneja, debemos encontrar la forma de relacionar el giro de las articulaciones conectadas entre sí con el cambio de posición del efector final. Para ello, en cada uno de los ejes de giro colocaremos sistemas de referencia los cuales se mueven unos en relación a otros. Este movimiento relativo se estudia mediante un modelo cinemático, el cual determina la posición del efector final en función de los giros y traslaciones de cada uno de los sistemas de referencia anclados en las articulaciones del robot.



Transformación de coordenadas



La cinemática de un robot es el estudio de los movimientos que hace este para posicionar el elemento que deseamos mover, en este caso la herramienta en la brida de conexión de la muñeca llamada efector final. En un análisis cinemático la posición, velocidad y aceleración de cada uno de los elementos del robot son calculadas sin considerar las fuerzas que causan el movimiento. La relación entre el movimiento y las fuerzas asociadas son estudiadas en la dinámica de robots.

$$T_i = \begin{pmatrix} x_{i-1} \\ y_{i-1} \\ z_{i-1} \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta_i & -\text{sen}\theta_i \cdot \text{cos}\alpha_i & \text{sen}\theta_i \cdot \text{sen}\alpha_i & a_i \cdot \text{cos}\theta_i \\ \text{sen}\theta_i & \text{cos}\theta_i \cdot \text{cos}\alpha_i & -\text{cos}\theta_i \cdot \text{sen}\alpha_i & a_i \cdot \text{sen}\theta_i \\ 0 & \text{sen}\alpha_i & \text{cos}\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \\ 1 \end{pmatrix}$$

La matriz de cambio de base está dada por una rotación con respecto al eje Z, representada por el ángulo \$\theta_i\$, y una rotación con respecto al eje X representado por el ángulo \$\alpha_i\$. Agregando la traslación “\$a_i\$” y “\$d_i\$”. Agregando un parámetro más para convertirlo en coordenadas homogéneas.

La transformación total estará dada por el producto de las matrices de transformación asociadas a cada uno de los ejes de movimiento.

Conclusiones

-El avance en ciencias de materiales permite que las estructuras físicas se reduzcan en costo y peso. Anteriormente la gran mayoría de los robots tenían estructuras de fundición de aluminio, mientras que hoy cada día se usan más los materiales plásticos y resinas las cuales tienen ventajas de costos, tiempos de fabricación y pesos.

-Métodos de manufactura como la impresión 3D permiten democratizar la capacidad de producción de robots mediante la rápida iteración de componentes, materiales y la capacidad de experimentar con estructuras imposibles de fabricar con métodos tradicionales.

Einführung:

In der vorliegenden Studie analysieren wir das Design eines Roboterarms und zwar aus der Sichtweise des Maschinenbaus was seine Bestandteile angeht. Das Design wird von einem kommerziellen Standpunkt aus realisiert und es werden die strukturellen- und bewegungsspezifischen Bestandteile ausgewählt und dimensioniert, immer unter dem Gesichtspunkt, dass das Design einfach bleibt und die Bestandteile im freien Handel erhältlich sind, um die Kosten gering zu halten. Es wird eine Dimensionierungs- und Fabrikationsmethode aus Plastik im 3D-Druckverfahren für den Ingenieurgebrauch geeignet, vorgeschlagen. Es wird hier auch kurz auf die Algebra eingegangen, wichtig, um die Bewegung des Roboters zu verstehen und wie aus mathematischer Sicht dieser kontrolliert und manipuliert wird.

Es soll hier vor allem Bestandteil für Bestandteil analysiert werden, um darstellen zu können wie das Design aus mechanischer Sichtweise realisiert wird.



GENERACIÓN DE TENSIONES RESIDUALES EN ESTRUCTURAS DE ACERO SOLDADAS Y MONTAJES IN-SITU

DIE ENTSTEHUNG DER EIGENSPANNUNG BEI DER MONTAGE VON GESCHWEIßTEN STAHLSTRUKTUREN

César Luis Paliza
Ingeniero Mecánico - UNT

Introducción

Hoy en día los procesos de soldadura en la industria juegan cada vez más un creciente e importante rol en lo que respecta a calidad resultante de productos y construcciones.

El montaje de estructuras de acero es una práctica común objeto de múltiples estudios. Éste procedimiento es realizado bajo restricciones impuestas por los miembros circundantes de la estructura. Se sabe así mismo que las tensiones residuales debidas a la soldadura producidas en éstas circunstancias son mucho mayores que aquellas en condiciones normales donde no existe restricción alguna.

Como resultado de éste proceso, los esfuerzos resultantes producidos por la soldadura, superpuestos con los esfuerzos mecánicos, pueden causar efectos negativos neutrales o positivos dependiendo la dirección de ambos.

Bajo estos conceptos, las tensiones de operación normales de algunos miembros pueden superponerse positivamente con el esfuerzo resultante producido por la soldadura en los mismos, llevando la tensión resultante fuera del grado de seguridad elegido e incluso alcanzando en algunos casos la tensión de fluencia del material. Naturalmente estos efectos no deseados deben ser contemplados durante el dimensionamiento de la estructura o antes de concretar una reparación.

Para tratar éste problema se han llevado a cabo series de cálculos numéricos y pruebas de soldadura con el objetivo de investigar los efectos de las tensiones residuales generadas por los procesos de soldadura en estructuras restringidas construidas de acero.

Se estudiaron en éste trabajo los efectos de las tensiones residuales de la soldadura en estructuras de acero montadas in-situ, dando resultados prácticos a ser tenidos en cuenta durante los procedimientos.

Tensiones residuales de la soldadura

Las tensiones residuales de la soldadura son aquellas que aparecen luego del proceso de soldado. Las mismas se producen principalmente debido a la plasticidad heterogénea presente en el material y a la distribución heterogénea de la temperatura de la pieza. Esto es resultado del proceso de calentamiento y enfriamiento y puede ser visto como la superposición de tensiones de contracción, transformación y templeado.

La formación de estas tensiones en el proceso de soldadura puede representarse de manera simplificada para su interpretación con el ejemplo de las tres barras:

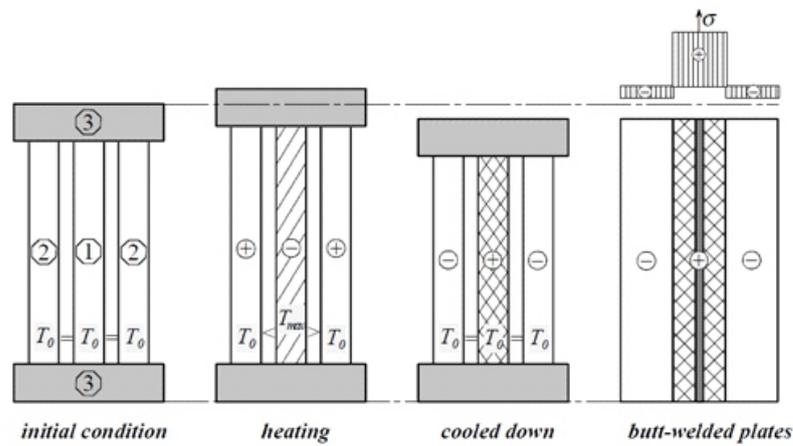


Fig. 1 Sistema de tres barras restringido por bases rígidas y una chapa soldada a tope reducida al mismo sistema.

Consideraremos un sistema compuesto por tres barras del mismo material (Fig. 1). Estas barras se encuentran fijadas en sus extremos por dos bloques infinitamente rígidos. El estado inicial antes del inicio del proceso muestra las barras con la misma longitud a temperatura ambiente. La barra central (1) es ahora calentada (punto A, Fig. 2) incrementando su longitud debido a la dilatación térmica, la que a su vez es restringida por las barras laterales (2). Como resultado de este proceso aparece una tensión compresiva en la barra central y tensiones de tracción en las barras laterales. El calentamiento continúa a lo largo de la línea elástica del material hasta que el límite elástico es alcanzado (punto B, Fig. 2). En éste punto, deformaciones plásticas permanentes aparecen en la barra central cambiando la longitud de la misma. A partir de esta temperatura las tensiones comienzan a disminuir hasta que se alcanza la temperatura máxima de calentamiento T_{max} (punto C, Fig. 2). La barra central inicia ahora el proceso de enfriamiento a lo largo de la línea elástica. Ambas barras laterales impiden ahora la libre contracción de la barra central produciendo en ella tensiones compresivas. Esto resulta en tensiones de tracción en las barras laterales (2). La contracción elástica continúa hacia el punto D donde el límite elástico es alcanzado en la zona compresiva. A partir de éste punto aparecen deformaciones plásticas permanentes nuevamente en la barra central, lo que disminuye la rapidez de crecimiento de las tensiones de tracción. Cuando la temperatura ambiente es alcanzada nuevamente, el resultado del ciclo es una tensión residual de tracción en la barra central (1) y tensiones residuales de compresión en las barras laterales (2).

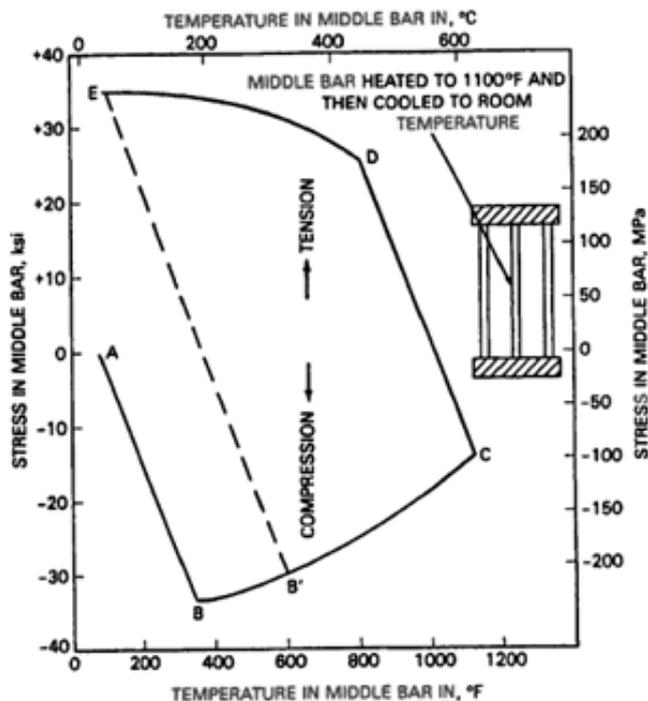


Fig. 2 Formación de tensiones residuales en barras restringidas luego de un ciclo térmico de calentamiento y enfriamiento.

Podemos ahora hacer la analogía con el proceso real de soldadura. La barra central es la soldadura, mientras que las barras laterales representan el material adyacente.

La distribución de tensiones residuales final es representada en ambas direcciones de la pieza soldada en la siguiente figura:

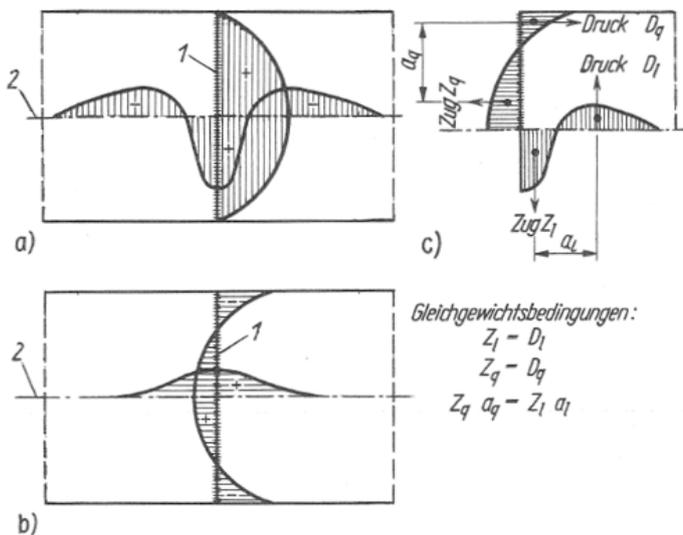


Fig. 3 Distribución de tensiones residuales en dirección al cordón y transversal al mismo en una chapa: a) Tensiones residuales dirección al cordón; b) Tensiones residuales en dirección transversal; c) Equilibrio entre tensiones dirección al cordón y transversales. [5]

Tensiones en uniones soldadas restringidas

La restricción (o sujeción) en una unión soldada se describe como la resistencia a la expansión y contracción térmica libre del material calentado. Parece un concepto sencillo pero en realidad es más complejo: varía con la dirección y posición en la soldadura y cambia constantemente durante la fabricación de una estructura compuesta de varios miembros soldados. Es afectado por un amplio rango de factores, incluyendo la geometría de los miembros a unir, la secuencia de soldado para soldaduras de cordones múltiples y la secuencia de soldado para estructuras de más de una unión.

Podemos ahora realizar la analogía de los efectos de un ciclo térmico restringido al caso específico del proceso de soldadura como se puede ver en la figura inferior. En la figura 4-a) se pueden ver dos barras restringidas (empotradas) antes del proceso de soldado con una separación “b” para la junta, libre de cualquier tensión. En la figura 4-b) se representan las mismas barras inmediatamente después de la soldadura, con una expansión $\Delta l/2$ en cada barra debido al proceso. En la figura 4-c) se muestra el sistema luego del enfriamiento, pero sin restricciones para poder mostrar el acortamiento sufrido Δb sólo en la soldadura. Esto muestra que la contracción total sufrida por la soldadura es la suma de la expansión Δl de las barras más la contracción del cordón mismo durante el enfriamiento. En la figura 4-d) se muestra el sistema luego del enfriamiento pero con las restricciones en los extremos y con las tensiones resultantes externas (tensiones de reacción) que son proporcionales a la deformación producida $\epsilon=(\Delta b+\Delta l)/l$ debido a la contracción total.

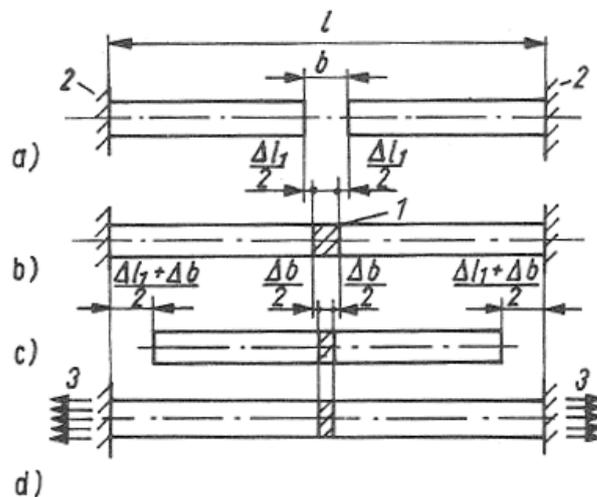


Fig. 4 Representación de la generación de tensiones en barras soldadas restringidas.

El efecto de la restricción externa en la distribución resultante de tensiones residuales en una sección transversal X-X de la barra empotrada se muestra en la figura 5-a). En la figura 5-b) podemos apreciar la sección con dos curvas diferentes. La curva 1 representa la distribución de tensiones residuales en dirección transversal a la soldadura (σ_y) en la barra sin restricciones. La curva 2 representa la distribución resultante de tensiones residuales para la misma barra pero totalmente restringida (empotrada). En este punto se aprecia un incremento de tensión de tracción en la curva 2, visto como un desplazamiento de la curva 1. Este desplazamiento es debido a la llamada tensión de reacción como se dijo anteriormente y es proporcional a la contracción libre que se produciría en el mismo sistema pero sin restricciones.

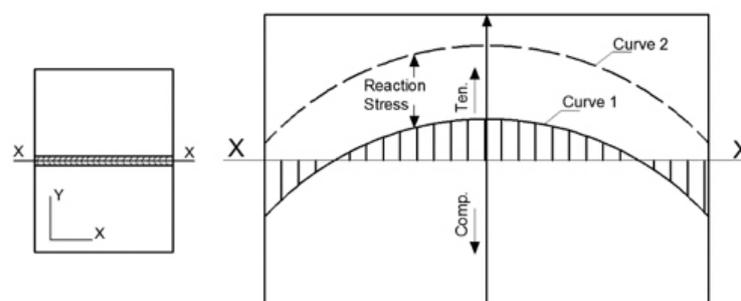
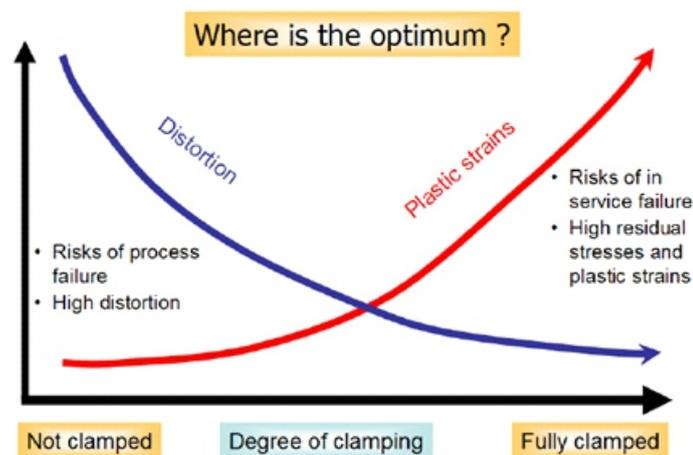


Fig. 5 Distribución de σ_y a lo largo del corte X-X – Distribución de tensiones típica en soldaduras a tope.

La restricción en una estructura puede producir distintos efectos de acuerdo a su grado como se muestra en la figura 6. El grado o condición de restricción aumenta desde cero (Libre) hasta una restricción total (empotrado). Cuanto menor es el grado de restricción, tanto mayor será la distorsión producida durante el proceso de enfriamiento. En partes libres o con grados de restricción bajos (Sin restricciones externas o restringidas por soportes elásticos que permiten distorsión parcial) la distorsión (angular, longitudinal, cambios de geometría durante el proceso térmico) será grande. Por otra parte, piezas restringidas total o parcialmente (empotradas o con restricciones elásticas) no podrán presentar una distorsión, lo que produce altas tensiones residuales y deformaciones plásticas permanentes. Esto producirá que el riesgo de fallo en servicio sea alto.



Análisis cuantitativo

Como se explicó en los últimos puntos, cuando una sección estructural se suelda, esto conlleva distorsión como resultado de la contracción térmica producida. Los modelos de Okerblom y Leggatt proveen una predicción para contracciones longitudinales producidas por contracciones térmicas a lo largo de la soldadura.

Okerblom aplica básicamente la teoría de transmisión de calor desarrollada por Rykalin para fuentes de calor en movimiento para determinar la distribución de tensiones residuales en la zona soldada. El análisis considera el material como linealmente elástico e idealmente plástico. El límite de elasticidad es constante hasta 500°C, y entre 500°C y 600°C desciende hasta cero. Si la temperatura es mayor a 600°C no hay tensión presente en el material.

Leggatt propuso fórmulas para predecir la contracción individual causada por una unión a tope simple así como para soldaduras de deposición. El modelo se basa en la misma idea de Satoh y Watanabe: considera la primera pasada como una unión a tope simple y las posteriores como soldaduras de deposición.

La fórmula propuesta por Leggatt para uniones a tope de acero es:

$$\Delta l = 0,0044 \eta \frac{q}{v t}$$

Donde,

η		eficiencia del proceso (se considera normalmente 80%)
q/v	J/mm	energía lineal
t	mm	espesor del material

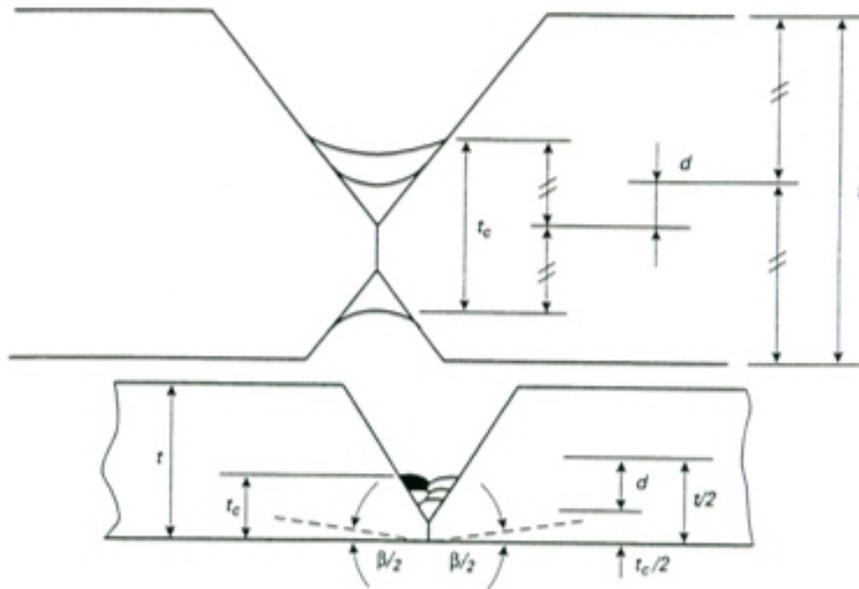


Fig. 9 Multipass weld with t_c the joint thickness.

Fig. 7 Soldadura de múltiples cordones con espesor t_c de la junta. [18]

Análisis numérico

Todos los cálculos llevados a cabo en este trabajo fueron hechos con el software SYSWELD del ESI group. Este software es un parte de una suite para cálculos FEA orientados a procesos de soldadura. La interfaz del programa permite la creación de las mallas de los modelos con herramientas sencillas y una interfaz de usuario amigable.

Básicamente el proceso de cálculo con SYSWELD consiste en tres etapas:

- Mallado
- Solución
- Análisis del resultado

Discusión

Uno de los objetivos de este trabajo es investigar la influencia de la restricción externa en las tensiones residuales resultantes en la soldadura. Como podemos apreciar en los resultados de las comparaciones entre métodos numéricos, mediciones y cálculos, hubo notables diferencias entre el proceso sin restricciones externas (pruebas libres) y aquél que fue restringido.

Vamos a resumir, graficando para el material S355 con y sin precalentamiento, los efectos de las distintas longitudes entre apoyos sobre la distribución de tensiones residuales.

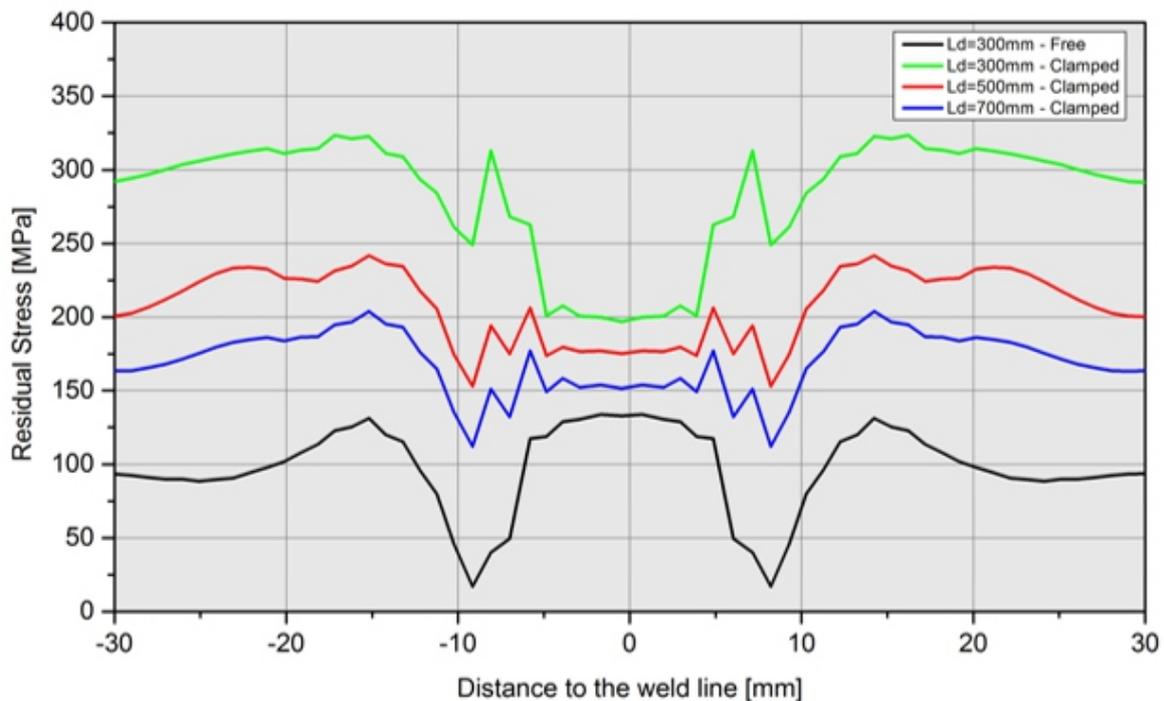


Fig.8 Distribución de tensiones residuales transversales para acero S355 sin precalentamiento.

La figura anterior muestra los resultados de SYSWELD para el material S355 sin precalentamiento, las tensiones transversales se incrementan, así como la longitud de las chapas se acortan. En la línea de soldadura, el valor de la tensión cuando la pieza estaba libre era alrededor de 125MPa. Para las piezas fijas el ensayo con las de 700mm de longitud tuvo el menor valor de tensiones residuales: 150MPa, mientras que la tensión para la prueba de 300mm de longitud fue mayor: 200MPa. De esta manera se deduce que cuanto mayor la longitud de la pieza entre apoyos tanto mayor serán las tensiones residuales en ella.

Como se puede apreciar, en todos los casos la tendencia muestra un incremento de las tensiones residuales resultantes, con una disminución de la longitud de la prueba. Esta tendencia puede continuar en pruebas con longitudes aún menores, haciendo que los valores de las tensiones residuales resultantes alcancen el límite de elasticidad del material.

Conclusión

Uno de los objetivos de este trabajo fue encontrar herramientas prácticas que permitan una estimación de las tensiones residuales en soldaduras. Como vimos anteriormente, existen varios métodos para determinar analíticamente el valor de éstas tensiones. De todos los autores consultados, se eligieron dos modelos para la comparación con nuestro caso: Los modelos de Okerblom y Leggatt para soldaduras de múltiples cordones. Cabe destacar que las soldaduras de múltiples cordones son analíticamente mucho menos predecibles que las de un solo cordón, debido a que se requieren modelos matemáticos más complejos por la cantidad de parámetros que intervienen. Se pudo comprobar parcialmente que los modelos seleccionados tienen la cualidad de poder aplicarse en la gran mayoría de los casos y con un error no relevante a fines prácticos. Se prevén estudios posteriores para investigar la aplicación de éstos modelos en otras situaciones.

Zusammenfassung:

Heutzutage gewinnen moderne Schweißprozesse immer mehr an Bedeutung und tragen deutlich zur Qualitätserhöhung von Produkten und Stahlstrukturen bei.

Aus diesem Grund wird die Montage von Stahlstrukturen und deren Bestandteile eingeschränkt. Im Gegensatz zum uneingeschränkten Verfahren treten hierbei höhere Eigenspannungen auf.

Dabei überlagern sich die auftretende Eigenspannung der Schweißnähte mit den spezifischen Strukturspannungen und können gegebenenfalls die Stahlstreckgrenzen erreichen.

Um eine nachhaltige und qualitativ einwandfreie Montage zu gewährleisten, müssen diese negativen Einflüsse und Effekte berücksichtigt und betrachtet werden.

In dieser Arbeit werden daher die Zusammenhänge und Abhängigkeiten der Schweißverfahren, insbesondere der Eigenspannung der Schweißnähte bei Stahlmontage auf Anstoss, analysiert.

