



Secretaría de
Educación Pública
Gobierno del Estado de Hidalgo



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL VALLE DEL MEZQUITAL

PROGRAMA EDUCATIVO DE TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN ENERGÍAS RENOVABLES, ÁREA CALIDAD Y AHORRO DE ENERGÍA

PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN - CACEI

CATEGORIA: 8. ASISTENCIA Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

INDICADOR: 8.4 IMPACTO DE LA ASISTENCIA Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA

8.4.1 Existen mecanismos para analizar los resultados de los proyectos de asistencia y transferencia de tecnología y el impacto en la mejora del PE:

Existen mecanismos para determinar el cumplimiento de los objetivos de los proyectos de asistencia y transferencia de tecnología.

Del proyecto realizado con la empresa SEDIPSSA en el año 2015 de cumplieron los compromisos establecidos en el convenio de colaboración.

Del proyecto realizado con la empresa DSM (Desarrollos Tecnológicos de Hidalgo) en el año 2016 se cumplieron los compromisos establecidos en el convenio de colaboración.

Con respecto a los proyectos integradores, se determina el cumplimiento de los objetivos mediante la aplicación de las rúbricas de evaluación de la presentación ejecutiva, así como del prototipo.

Sin embargo, los resultados de los proyectos de asistencia y transferencia no contribuyen tangiblemente para una mejora a los contenidos del plan de estudios del Programa Educativo.

Para la actualización del plan de estudios, la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas tiene estrategias y metodologías, las cuales si toman en cuenta considerablemente la opinión y aportaciones del sector empleador, pero no como resultado de los proyectos realizados.

Evidencia:

- I. Convenio de colaboración UTVM – SEDIPSSA (apartado de productos entregables)
- II. Contenido del reporte final del proyecto UTVM –SEDIPSSA
- III. Convenio de Colaboración UTVM – DSM (apartado de productos entregables)
- IV. Contenido del reporte final de proyecto UTVM-DSM



SECRETARIA DE
EDUCACION
PUBLICA



CONVENIO ESPECIFICO DE COLABORACIÓN, QUE CELEBRAN POR UNA PARTE **SEDIPSSA COMERCIALIZADORA S.A DE C.V.**, A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ **“LA EMPRESA”**. REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL **ING. ENRIQUE FALCON VERA**, EN SU CARÁCTER DE REPRESENTANTE LEGAL; Y POR LA OTRA LA **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL VALLE DEL MEZQUITAL**, REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL **MTRO. MARCO ANTONIO OCADIZ CRUZ**, EN CALIDAD DE RECTOR, COMO SU REPRESENTANTE LEGAL, A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ **“LA UNIVERSIDAD”**, Y CUANDO SE DECLAREN EN FORMA CONJUNTA SE REFERIRA A **“LAS PARTES”** AL TENOR DE LAS SIGUIENTES DECLARACIONES Y CLÁUSULAS:

DECLARACIONES

I. DECLARA **“LA EMPRESA”**, a través de su representante legal:

I.1.- Ser una empresa legalmente constituida conforme a las Leyes Mexicanas, según se advierte en la escritura constitutiva número 37417, de fecha 27 DE JUNIO DEL 2002 pasado ante la fe del Notario Público número 77 del DISTRITO FEDERAL, Licenciado JOSE DE JESUS NIÑO DE LA SELVA.

I.2.- b) Que su domicilio se ubica AV. CUITLAHUAC No. 499 Col. Nueva Santa María, C.P 02800 Azcapotzalco, México D.F.

I.3.- Que la empresa señalada con anterioridad se encuentra representada legalmente en este acto por conducto del **ING. ENRIQUE FALCON VERA** quien tiene facultades legales para la celebración del presente convenio, como lo acredita la escritura constitutiva número 37417, de fecha 27 DE JUNIO DEL 2002, pasado ante la fe del Notario Público número 77 del DISTRITO FEDERAL, Licenciado JOSE DE JESUS NIÑO DE LA SELVA.

DECLARA **“LA UNIVERSIDAD”**:

II. Declara **“LA UNIVERSIDAD”** a través de su representante legal:

II.1 Que se constituyó mediante Decreto del Titular del Poder Ejecutivo de fecha 15 de julio de 1996, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Hidalgo de fecha 29 de julio de 1996, modificado de fecha 24 de junio de 2011, publicado en el periódico oficial del Estado el 4 de julio de 2011 y el último decreto modificatorio que reforma y adiciona diversas disposiciones del diverso que la creó de fecha 6 de junio del 2014, publicado en el periódico oficial del Estado el 23 de junio del 2014.

II.2 Que es un Organismo Descentralizado de la Administración Pública Estatal, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propio, sectorizado a la Secretaría de Educación Pública del Estado de Hidalgo.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



ANEXO NO. 1

AL CONVENIO DE COLABORACIÓN Y ASIGNACIÓN DE RECURSOS CELEBRADO PARA LLEVAR A CABO EL PROYECTO: “DESARROLLO DE UN REGULADOR AUTOMÁTICO DE VOLTAJE DE TIPO ESTÁTICO PARA EXCITACIÓN DE GENERADORES ELÉCTRICOS DE GRAN CAPACIDAD” POR LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL VALLE DEL MEZQUITAL EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ “LA UNIVERSIDAD”, Y SEDIPSSA COMERCIALIZADORA S.A DE C.V. EN LO SUCESIVO COMO “LA EMPRESA”, DE FECHA TRES DE MARZO DE 2015.

1. OBJETIVO:

- Desarrollo teórico de las diferentes funciones de transferencia que involucra el AVR (Control PID)
 - Función de regulación automática de voltaje del generador (lazo cerrado).
 - Función de regulación del compensador de reactivos.
 - Función del limitador de mínima y sobre excitación.
 - Función del limitador de Volts/Hertz.
 - Función de regulación de corriente de campo (lazo abierto).
 - Función del sistema Estabilizador de Potencia (PSS: Power System Stabilizer).
- Sustento matemático de las funciones de transferencia desarrolladas en el punto anterior.
- Desarrollo del algoritmo y código de programación para implementar dichas funciones en un PLC (actualmente cuentan con un PLC S7-300, sin embargo se escalará al dispositivo S7-400).
- Comparación y comprobación de resultados entre el sustento matemático y el algoritmo programado en le PLC.

2. ENTREGABLES

<p>Desarrollo teórico de las diferentes funciones de transferencia que involucra el AVR (control PID).</p>	<p>Estancia de una semana en la empresa para conocer los detalles del proyecto, características del regulador automático de voltaje y resultados esperados. (Abril 2015)</p> <p>Consolidar las capacidades teórico-prácticas relacionadas a la teoría del control del personal docente involucrado en el proyecto. (Abril 2015)</p> <p>Aplicación de las diferentes teorías de control a las condiciones del regulador automático de voltaje (Abril - Mayo 2015)</p> <p>Obtención del sustento teórico que permita describir y caracterizar la operación del AVR (Mayo 2015)</p>	<p>Reporte técnico que contenga las funciones de transferencia siguientes:</p> <p>Regulación automática de voltaje en lazo cerrado</p> <p>Regulación del compensador de reactivos</p> <p>Limitador de mínima y sobre excitación</p> <p>Limitador de voltaje y frecuencia</p> <p>Regulación de corriente de campo en lazo abierto</p>
--	--	--



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



	<p>Personal involucrado: Mtro. Huber Baltazar Trejo Leal Mtro. David Gutiérrez Montero MER Rufno Demillón Pascual Ing. Héctor Reséndiz Trejo Ing. Uriel Pérez Delgado</p>	<p>Sistema estabilizador de potencia.</p>
<p>Sustento matemático de las funciones de transferencia desarrolladas en el punto anterior.</p>	<p>Fortalecer las capacidades teórico - matemáticas del personal docente involucrado en el proyecto. (Abril 2015)</p> <p>Caracterizar mediante funciones matemáticas la operación del regulador automático de voltaje (mayo 2015)</p> <p>Simulación de las funciones de transferencia en software especializado. (mayo 2015)</p> <p>Validación de las funciones de control que caracterizan el regulador automático de voltaje (mayo 2015)</p> <p>Personal involucrado Mtro. Huber Trejo Leal Mtro. David Gutiérrez Montero MER Rufino Demillón Pascual Ing. Hector Reséndiz Trejo</p>	<p>Reporte técnico que contenga: Funciones de transferencia que caracterizan la operación del regulador automático de voltaje. Resultados de la simulación matemática en software especializado. Comparación de resultados.</p>
<p>Desarrollo del algoritmo y código de programación para implementar dichas funciones en un PLC (actualmente se utiliza PLC S7-300, sin embargo; se puede escalar al S7-400).</p>	<p>Adquisición de un PLC Siemens S7-315-2DP, que incluya (CPU, Fuente de alimentación, módulos de entradas/salidas digitales, módulos de entradas/salidas analógicas, micro memoria, software, módulo de comunicación, accesorios varios. (Mayo 2015)</p> <p>Fortalecer las capacidades de programación KOP y AWL en la plataforma SIMATIC STEP 7 de siemens por parte del personal docente involucrado. (Mayo - Junio 2015)</p> <p>Determinar las condiciones de entrada del sistema del regulador automático de voltaje. (Junio 2015)</p> <p>Determinar las condiciones de salida a operar en el regulador automático de voltaje. (Junio 2015)</p> <p>Realizar programa de control en la plataforma SIMATIC STEP 7. (Junio -Julio 2015)</p> <p>Personal involucrado: Ing. Uriel Pérez Delgado</p>	<p>Reporte técnico que contenga: Listado del programa de control en la plataforma de programación SIMATIC STEP 7 de SIEMENS. Disco compacto que contenga: Versión digital del programa de control.</p>

[Handwritten signatures and marks on the right margin]

[Handwritten signature at the bottom left]

[Handwritten signature at the bottom right]



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Comparación y comprobación de resultados entre el sustento matemático y el algoritmo programado en el PLC.	Mtro. David Gutiérrez Montero	Reporte técnico que contenga:
	Simulación del programa de control en la plataforma STEP 7 de Siemens. (Julio 2015)	Caracterización matemática de las condiciones de operación del regulador automático de voltaje.
	Estancia de cinco días en la empresa para la entrega - recepción de los trabajos realizados. (Julio 2015)	Programa de control.
	Personal involucrado Ing. Uriel Pérez Delgado Mtro. David Gutiérrez Montero	Resultados obtenidos.

Personal involucrado

Mtro. Huber Baltazar Trejo Leal	Licenciado en Electrónica	Maestro en Calidad de los Sistemas Electrónicos
Mtro. David Gutiérrez Montero	Ingeniero en Mecatrónica	Maestro en Mecatrónica
MER. Rufino Demillón Pascual	Ingeniero Electricista	Maestro en Energías Renovables
Ing. Héctor Reséndiz Trejo	Ingeniero en Electrónica	
Ing. Uriel Pérez Delgado	Ingeniero en Mecatrónica	
Mtro. Aldrin Trejo Montufar	Ingeniero Electricista	Maestro en Administración

POR "LA EMPRESA"

ING. ENRIQUE FALCON VERA
DIRECTOR GENERAL

POR "LA UNIVERSIDAD"

MTRO. MARCO ANTONIO OCADIZ CRUZ
RECTOR

TESTIGOS Y CONTACTOS DE VINCULACIÓN POR:

POR "LA EMPRESA"

M.I. MARTÍN ESTRADA ARCOS
REPRESENTANTE TÉCNICO

POR "LA UNIVERSIDAD"

MTRO. RUBISEL TELLEZ REYES
DIRECTOR DE VINCULACIÓN Y EXTENSIÓN
UNIVERSITARIA

CP. VÍCTOR MANUEL SANCHEZ MONROY
CONTABILIDAD

DRA. IRASEMA LINARES MEDINA
DIRECTORA DE DESARROLLO ACADÉMICO Y
CALIDAD EDUCATIVA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL VALLE DEL MEZQUITAL

**“DESARROLLO DE UN REGULADOR AUTOMÁTICO DE
VOLTAJE DEL TIPO ESTÁTICO PARA EXCITACIÓN DE
GENERADORES ELÉCTRICOS DE GRAN CAPACIDAD”
MODALIDAD PROINNOVA**

PROYECTO CONACYT 223130

MODALIDAD PROINNOVA

EQUIPO DE TRABAJO POR PARTE DE LA UTVM

P R E S E N T A N

Mtro. Aldrin Trejo Montufar

MER. Rufino Demillón Pascual

Ing. Héctor Dirceu Reséndiz Trejo

Mtro. Huber Baltazar Trejo Leal

Ing. David Gutiérrez Montero

Ing. Karina García Sánchez

M.C. Andrés David Gómez Ruiz

Ing. Karina García Sanchez

El presente trabajo fue elaborado como parte de un convenio de colaboración y asignación de recursos de CONACYT 223130 celebrado entre la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital (UTVM) y SEDIPSSA Comercializadora S.A. de C.V. en donde el equipo de trabajo por parte de la UTVM es:

- Mtro. Aldrin Trejo Montufar
- MER. Rufino Demillón Pascual
- Ing. Héctor Dirceu Reséndiz Trejo
- Mtro. Huber Baltazar Trejo Leal
- Ing. David Gutiérrez Montero
- Ing. Karina García Sánchez
- M.C. Andrés David Gómez Ruiz

Por parte de SEDIPSSA se tiene a un grupo de trabajo

- Ing. Enrique Falcón Vera
- Ing. Martín Estrada Arcos
- Ing. Silvestre Rivera Solano
- Ing. José Martínez Vega
- Ing. José C. Moreno Dimas

El presente reporte fue liderado por el grupo de la UTVM, con la asistencia técnica del grupo de SEDIPSSA.

DEDICATORIAS

A la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital por otorgar las facilidades para lograr los objetivos planteados y a SEDIPSSA por poder trabajar como un equipo hasta lograr las metas planteadas ante CONACYT .

¡Gracias!

CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	7
ÍNDICE DE TABLAS	10
INDICE DE GRÁFICAS.....	11
INTRODUCCIÓN	13
1 CAPÍTULO I.....	15
METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO.....	15
1.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2 Objetivos generales.....	16
1.2.1 Objetivos específicos	17
1.3 Justificación del proyecto	17
1.4 Alcances y limitaciones	17
2 CAPÍTULO II.....	20
GENERALIDADES.....	20
2.1 Antecedentes generales del proyecto	21
2.2 Antecedentes generales de la utvm	22
2.2.1 Misión.....	22
2.2.2 Visión	22
2.2.3 Política de calidad.....	23
2.2.4 Localización geográfica.....	23
2.3 Antecedentes generales de SEDIPSSA.....	23
2.3.1 Misión.....	24
2.3.2 Visión	24
2.3.3 Política de calidad.....	24
2.3.4 Localización geográfica.....	24

3	CAPÍTULO III.....	26
	MARCO TEÓRICO.....	26
3.1	Máquina síncrona.....	27
3.1.1	Campos magnéticos en una máquina síncrona	30
3.1.2	Fuerza electromotriz de la máquina síncrona	31
3.1.3	Eje directo y eje en cuadratura.....	32
3.1.4	. Circuito equivalente de la máquina sincrónica	34
3.2	Reguladores de voltaje o tensión	37
3.3	Reguladores Automáticos de Voltaje (AVR).....	39
4	CAPÍTULO VI	43
	FUNCIONES DE TRANFERENCIA QUE INVOLUCRA LOS AVR (CONTROL PID)	
	43
4.1	Regulación automática de voltaje en lazo cerrado	44
4.1.1	Compensador de carga.....	44
4.1.2	Modelado y algoritmo del compensador de carga desarrollado.....	46
4.2	Regulación del compensador de reactivos.....	48
4.2.1	Ajustador de voltaje.....	51
4.2.2	Controlador PF Tipo I.....	52
4.2.3	Controlador VAR Tipo I	53
4.2.4	Controlador PF Tipo II	54
4.2.5	Controlador VAR Tipo II	58
4.3	Limitador de mínima y sobreexcitación (UEL)	62
4.3.1	Limitadores de Sobreexcitación	64
4.3.2	Capacidad térmica del devanado de campo	65
4.3.3	Tipos OEL	66
4.3.4	Modelos OEL	67
4.3.5	Limitadores de Sub-excitación	74

4.4	Limitador de voltaje y frecuencia Volts/Hz.....	86
4.4.1	Modelado de limitadores.....	89
4.4.2	Modelado y algoritmo del limitador de voltaje y frecuencia.....	90
4.5	Regulación de corriente de campo en lazo abierto.....	93
4.5.1	Lógica de transferencia entre las unidades de control de excitación.....	93
4.5.2	Parámetros de comportamiento.....	94
4.5.3	Pruebas en vacío.....	95
4.5.4	Transferencia de canal con carga.....	96
4.5.5	Referencia del canal manual (70D).....	96
4.5.6	Canal de regulación de corriente de campo (canal manual).....	97
4.5.7	Modelado del control manual – Regulación de corriente de campo en lazo abierto.....	97
4.6	Sistema Estabilizador de Potencia (PSS).....	99
4.6.1	PANORAMA GENERAL DE ESTRUCTURAS PSS.....	100
4.6.2	Cuestiones de Aplicación Práctica.....	105
4.6.3	CONSIDERACIONES DE HARDWARE.....	115
4.6.4	PSS PUESTA Y VERIFICACIÓN DE CAMPO.....	116
4.7	Desarrollo del modelado del generador y algoritmo del PSS.....	120
4.7.1	Modelo del generador y Algoritmo del PSS1A.....	120
4.7.2	Modelo del generador y Algoritmo del PSS2B.....	122
4.7.3	Modulo de generador y algoritmo del PSS3B.....	126
4.7.4	Modelo del generador y algoritmo PSS4B.....	130
5	CAPÍTULO VI.....	137
	DESARROLLO DE ALGORITMOS Y CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN.....	137
6	CAPÍTULO VI.....	138
	INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA (HMI).....	138
7	BIBLIOGRAFÍAS.....	139

CONVENIO DE COLABORACIÓN

UTVM

**DESARROLLOS
TECNOLÓGICOS DE
HIDALGO, S.A. DE C.V.**

25 de febrero de 2016

CONVENIO DE COLABORACIÓN

Convenio de colaboración que celebran por una parte la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital, que en lo sucesivo se le denominará “**LA UNIVERSIDAD**” representada por su Rector y Representante legal **MTRO. MARCO ANTONIO OCADIZ CRUZ**, y por otra parte, la empresa **DSM DESARROLLOS TECNOLÓGICOS DE HIDALGO, S.A. DE C.V.** que en lo sucesivo se denominará “**LA EMPRESA**” representada por su Representante Legal el **LIC. MARCOS MENDOZA HERNANDEZ**, a quienes en lo sucesivo y cuando actúen conjuntamente se les denominará “**LAS PARTES**”, acto jurídico que celebran conforme los siguientes antecedentes, antecedentes y cláusulas.

ANTECEDENTES

- A. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) publicó su Convocatoria del Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológica e Innovación, 2016; en sus respectivas modalidades de Innovación Tecnológica para la Competitividad (INNOVATEC); de Apoyo a la Innovación Tecnológica de Alto Valor Agregado (INNOVAPYME); y de Desarrollo e Innovación en Tecnologías Precursoras (PROINNOVA), que tiene como consideración promover la articulación de los actores de la cadena de valor educación-ciencia-innovación con el sector empresarial, con el propósito que esta articulación fomente el crecimiento económico del país basado en innovación.
- B. “**LAS PARTES**”, en el marco de sus respectivas atribuciones y objetivos, convienen en coordinar acciones para impulsar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que impliquen algún grado de innovación, tendientes a promover y fortalecer la cultura de innovación de la institución y la empresa.
- C. “**LA UNIVERSIDAD**” con base a los términos de referencia de la Convocatoria del Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológica e Innovación, 2015; del CONACYT, en su modalidad PROINNOVA; colabora en el desarrollo del proyecto denominado “**EQUIPO TERMOSOLAR PARA EL TRATAMIENTO DE LACTOSUERO**”.



ANEXO TÉCNICO

Específicamente lo que se ha descrito en el proyecto **232528**, de nombre: **“EQUIPO TERMOSOLAR PARA EL TRATAMIENTO DE LACTOSUERO”**, apoyado por el **Programa de Estímulos a la Innovación 2016** en su modalidad **PROINNOVA**, fueron establecidos los entregables por parte de **“LA UNIVERSIDAD”** para colaborar en el desarrollo del proyecto a través de una vinculación de alianza estratégica.

ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Actividad	Participantes	Fecha de entrega
<p>1. Sistema de captación de energía solar:</p> <p>Diseño de un sistema de captación de energía solar para transformarla en energía térmica, que será aprovechada para elevar la temperatura del lactosuero.</p>	<p>M.E.R. Román Bravo Cadena</p> <p>M.E.R. Rufino Demillon</p> <p>M.E.R. Israel López Mendoza</p>	30/03/2016
<p>2. Sistema intercambiador de calor:</p> <p>Diseño de un sistema eficiente de intercambiado de calor que permitirá elevar la temperatura del lactosuero para su evaporación y posterior separación de proteínas, agua y residuos.</p>	<p>M.E.R. Román Bravo Cadena</p> <p>M.E.R. Rufino Demillon</p> <p>M.E.R. Israel López Mendoza</p>	19/05/2016
<p>3. Estructura para el sistema intercambiador de calor:</p> <p>Diseño de la estructura esbelta y resistente para el dispositivo</p>	<p>M.E.R. Román Bravo Cadena</p> <p>M.E.R. Rufino Demillon</p> <p>M.E.R. Israel López Mendoza</p>	30/06/2016

[Handwritten signatures and initials in the right margin]

<p>4. Sistema de bombas: Diseño y selección de un sistema de bombeo para el dispositivo en base a capacidades y normativa aplicable.</p>	<p>M.E.R. Román Bravo Cadena M.E.R. Rufino Demillon M.E.R. Israel López Mendoza</p>	<p>13/08/2016</p>
<p>5. Calibración y pruebas</p>	<p>M.E.R. Román Bravo Cadena M.E.R. Rufino Demillon M.E.R. Israel López Mendoza</p>	<p>30/09/2016</p>

[Handwritten signature]

ENTREGABLES

1. Planos de diseño, construcción y especificaciones del equipo termosolar. Prototipo de equipo termosolar para el tratamiento de lactosuero.
2. Elaboración de los manuales de operación y mantenimiento del sistema termosolar y del sistema de intercambio de calor.

[Handwritten signature]

*Los bocetos técnicos que se requieran serán proporcionados oportunamente por la empresa, para que los participantes de "LA UNIVERSIDAD", tengan una guía y que servirán como base de estándares de calidad para el desarrollo de entregables.

[Handwritten signature]

*Los entregables tendrán que estar terminados y entregarse a la empresa a más tardar el 16 de Agosto de 2016, para que la empresa proceda con la integración en la Revista Digital Interactiva y procesos adicionales de estos elementos y pueda dar cumplimiento a los entregables globales del proyecto.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



SISTEMA DE CONCENTRACIÓN SOLAR PARA EL TRATAMIENTO DE LACTOSUERO



CA DE MECATRÓNICA, ENERGÍA Y SISTEMAS.
UTVM

PRESENTAN

MER. Rufino Demillón Pascual

MER. Roman Bravo Cadena

MER. Israel López Mendoza

ABSTRACT

The present work contains the design and steps which are necessary to implement a parabolic channel solar concentrator (CCP). The CCP has been built to evaporate whey. The system is designed to evaporate between 18 and 25 liters of water per day. This document contains a brief history of the use of solar energy, information about solar concentrators, types of concentrators and the elements that make up a parabolic type solar concentrator.

RESUMEN

El presente trabajo contiene el diseño y los pasos necesarios para implementar un concentrador solar de canal parabólico (CCP), construido para evaporar lactosuero. El sistema está diseñado para evaporar entre 18 y 25 litros de agua al día. Este documento contiene un breve paseo por la historia de la utilización de la energía solar, información sobre concentradores solares, su historia, tipos de concentradores y los elementos que componen un concentrador solar tipo parabólico.

Tabla de contenido

ABSTRACT	II
RESUMEN.....	III
INDICE	IV
INTRODUCCIÓN.....	VI
1.1 EL DEVENIR DEL USO DE LA ENERGÍA SOLAR	10
1.1.1. BREVE HISTORIA DE LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR.	10
1.1.2. LOS DESTILADORES SOLARES	12
1.2. RADIACIÓN SOLAR	15
1.2.1. EL SOL Y LA IRRADIACIÓN SOLAR.....	15
1.2.2. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LAS SUPERFICIES REALES PARA EL APROVECHAMIENTO TÉRMICO DE LA RADIACIÓN SOLAR.....	21
1.2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES EN FUNCIÓN DE LA RAZÓN DE CONCENTRACIÓN	26
2.1. CONCENTRADORES SOLARES.....	29
2.2. CONCENTRADORES CILÍNDRICOS PARABÓLICO	30
2.2.1 CARACTERÍSTICAS Y ELEMENTOS DE UN CONCENTRADOR SOLAR	34
2.2.2 . EL CONCENTRADOR	34
2.2.3 . EL ABSORBEDOR	35
2.3. SISTEMA DE FLUIDO TÉRMICO.....	36
2.3.1 . ACUMULADOR DE ENERGÍA CALORÍFICA	36
2.3.2 . CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS CONCENTRADORES SOLARES.....	39
2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJA DE LOS CONCENTRADORES SOLARES	40
2.5. FUNDAMENTOS DE GEOMETRÍA SOLAR.	40
2.5.1 <i>Relación Sol-Tierra</i>	41
2.5.2. <i>Estructura de la tierra, coordenadas básicas</i>	42
2.5.3. <i>Ajuste de tiempo</i>	45
2.5.4. <i>Ángulos solares</i>	48
3.1 . CONSIDERACIONES INICIALES DE LA PROBLEMÁTICA.	56
3.2 ESTIMACIÓN DE RADIACIÓN INCIDENTE Y CÁLCULO DEL ÁREA DE COLECCIÓN.....	58
3.3 . DISEÑO DEL SISTEMA DE CANAL PARABÓLICO.....	61
3.3.1 . CONCENTRADOR.....	64
3.3.2 . ABSORBEDOR	65
3.3.3 . ACUMULADOR DE CALOR	65
3.3.4 . MEDIO TRANSPORTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE CALOR	66
3.3.5 . CÁLCULOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCENTRADOR.....	67
3.3.6 . ANÁLISIS DEL BALANCE DE ENERGÍA	71
3.4 DISEÑO MECÁNICO DEL CCP.....	72
3.5 . CONSTRUCCIÓN MECÁNICA DEL SISTEMA.....	80
3.6 A MODO DE RESUMEN.	83
CONCLUSIONES.....	86
REFERENCIAS.....	89

INTRODUCCIÓN.

Desde que los humanos comenzaron a ser ganaderos y a ordeñar sus animales, hace ya más de once mil años, la leche y sus derivados han sido y siguen siendo unos de los productos mas importantes en la dieta del hombre.

La leche es la materia prima con la cual se elabora el queso. La producción de quesos demanda gran cantidad de leche. Para obtener un kilogramo de queso, se necesitan aproximadamente 10 litros de leche y se generan 9 litros de lactosuero como subproducto[1].

El suero de leche líquido es un subproducto que durante muchos años ha sido considerado como un desecho; actualmente es utilizado por sus múltiples nutrientes y propiedades funcionales.[2] Este subproducto esta compuesto principalmente por agua, contiene lactosa, proteínas, minerales (Calcio, fósforo, magnesio) y grasa. Las proteínas son indiscutiblemente el componente de mayor importancia del suero, sus propiedades y aplicaciones son de gran interés en diversas áreas.

En el municipio de Nopala de Villagrán se encuentran algunas empresas dedicadas a la producción de queso. Una de estas empresas genera aproximadamente 200 litros de lactosuero, los cuales son considerados como desechos. El lactosuero es vertido directamente en el campo, generando contaminación y malestar en los vecinos, los cuales exigen el cierre de la fabrica de quesos, con ello vendría el despido de personal, la fuga de capital y la perdida de una fuente de empleo importante en la economía de esta parte del municipio.

En la búsqueda de soluciones a esta problemática social, económica y ambiental, el grupo DSM en conjunto con el Programa de Estímulos a la Innovación, La Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital (UTVM) proponen el diseño de un “Equipo Termosolar Para el Tratamiento de Lactosuero.”

El objetivo del presente trabajo es diseñar e implementar un sistema que permita destilar 20 litros de lactosuero utilizando energía solar. De este objetivo se desglosan los siguientes objetivos específicos:

- Estimar la cantidad de energía que se puede captar del sol para su utilización en un sistema de destilación en el lugar de trabajo.
- Diseñar un colector solar para canalizar la energía solar para su utilización en el proceso de destilación de lactosuero.
- Implementar un sistema de colección solar para destilar 20 litros de lactosuero.

La implementación de sistemas que utilicen energía solar presupone un ahorro considerable de energía, la energía solar es un recurso renovable, gratuito y con elevado índice de incidencia en el Valle de la Muerte (alrededor de 340 días soleados al año), por lo que puede ser utilizada para el aprovechamiento en dispositivos de destilación solar, que permita el ahorro de combustible y disminuir el desperdicio y la contaminación ambiental por el lactosuero proveniente de la producción de quesos, buscando que la empresa productora de quesos continúe operando y además tenga un ahorro energético,

El capítulo I contiene una breve historia de la utilización de la energía solar así como de los destiladores solares, una descripción de la radiación solar así como de los parámetros característicos de las superficies reales para el aprovechamiento térmico de la radiación solar. Por último en este capítulo se encuentra la clasificación de los colectores solares en función de la razón de concentración.

El capítulo II contiene información sobre concentradores solares, su historia, tipos de concentradores y los elementos que componen un concentrador solar tipo parabólico que es el concentrador de nuestro interés. Se mencionan las ventajas y desventajas de los concentradores.

El capítulo III contiene las consideraciones necesarias para iniciar la construcción del sistema de evaporación, la estimación del recurso solar existente en el lugar donde se encontrara el sistema de evaporación, los cálculos necesarios para el diseño del CPC, el diseño mecánico del sistema, así como imágenes de la implementación del CCP.

Conclusiones.

El catorce por ciento de la energía total necesaria para destilar el suero es la utilizada en incrementar la temperatura de 20 a 99 grados, básicamente el 86 por ciento restante es utilizada para evaporar el suero, la mayor parte de la energía se consume en esta parte del proceso.

Para destilar 200 litros de suero es necesario aproximadamente 109 m² de área de colección solar, considerando una eficiencia del sistema del 40%, indiscutiblemente este es un punto crítico en la parte de economía y viabilidad del sistema, por lo que se diseñó para destilar 18 y 25 litros de lactosuero.

Los concentradores solares de canal parabólico que se ha desarrollado tienen como finalidad elevar la temperatura de un fluido caloportador a 150°C, dicho fluido será almacenado en un termotanque, en el cuál se llevará a cabo la extracción de la energía en forma de calor para su aprovechamiento.

El funcionamiento del concentrador solar es como sigue: todos los rayos solares que incidan de forma perpendicular a la apertura del concentrador serán reflejados por el canal parabólico y, gracias a la naturaleza de su geometría, redirigidos hacia el tubo receptor a través del cual fluirá el líquido caloportador. Es por esto que debe estar equipado con un sistema de seguimiento solar. Cuando un sistema de seguimiento es manual, como el de este caso, es recomendable orientar el concentrador de este a oeste, para de esta forma reorientar el concentrador solo una vez al día. De cualquier manera los concentradores se han desarrollado de tal manera que en el futuro se podrían equipar con un sistema de seguimiento automático y con un mínimo de esfuerzo, ya que se ha desarrollado de una forma tal que, tanto su eje de giro como centro de gravedad coinciden de forma horizontal y paralela al canal. Además cuentan con llantas en cada uno de los extremos de sus postes, con la finalidad de darle movilidad al concentrador y explorar tanto la orientación este-oeste como la norte-sur, e incluso ser reubicado si hubiera amenaza de sombreado por nuevas construcciones.

Considerando el Proyecto De Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-027-ENER/SCFI-2016A se presentan las siguientes recomendaciones de operación, mantenimiento y seguridad:

-Para limpiar las superficie reflectora de los concentradores procure no usar métodos abrasivos, el anodizado del aluminio es de apenas unos pocos nanómetros y podría ser dañado con tal método. De igual forma recomendamos usar solo agua para la limpieza de los mismos y en casos extremos algún desengrasante, más no “abrillantadores”.

-Utilice lentes oscuros, guantes de carnaza y bloqueador solar SPF 100 durante la operación de los concentradores, es común que no se tenga la noción de la redirección de los rayos provocando que estos incidan en el cuerpo del operador.

-La mejor manera de evitar que un concentrador siga calentado es desorientarlo. Es vital desorientar lo concentradores cuando se deseé darles mantenimiento, reubicarlos o detener el proceso.

-Una vez que posicione los concentradores coloque los frenos de las llantas, cualquier modificación en la alineación de los concentradores provocará una baja en la eficiencia de los mismos.

-Se recomienda dar mantenimiento de engrasado a las chumaceras al menos una vez cada 9 meses.

Por último, y para dar una noción de la capacidad de los concentradores, hay que tener en cuenta que si se contempla el área de ambos concentradores, una radiación pico de 1 000 W/m² y 5 horas pico, se tiene la energía para evaporar hasta 122 litros de agua, ahora bien esto se lograría en un caso ideal, en el que la eficiencia de los concentradores fuera del 100%, siendo realistas la eficiencia de un dispositivo de este tipo ronda entre el 15 % al 20 %, por lo que estaríamos hablando de entre 18 y 25 litros de agua evaporada al día.

Factores como las propiedades de los materiales, el aislamiento térmico y el seguimiento solar afectan de forma directa a la eficiencia del concentrador, a esto hay que agregar la disponibilidad de la radiación solar, humedad, temperatura ambiente y demás condiciones climatológicas para determinar la cantidad de calor útil que se obtendrá con el dispositivo.

Referencias.

- [1]. M. Hernández-Rojas, J.f. Vélez-Ruíz.(2014) Suero de leche y sus aplicaciones en la elaboración de alimentos funcionales. Temas Selectos de Ingeniería de alimentos 8-2. 13-22. México.
- [2]. Marshall, K. (2004). Therapeutic Applications of whey protein. *Alternative Medicine Review*, 9(2). 136-156.
- [3]. Flores Ortega, José Eduardo. Bravo Cadena, Román. Carvajal Mariscal, Ignacio.(2014). Estimación Y Medición De La Radiación Solar En El Valle Del Mezquital Para Su Utilización En Sistemas De Deshidratación. CONAMTI 2014. ITESHU.
- [4.]. Modler (1987). The use of whey as animal feed and fertilizer. *Bulletin of the international Dairy Federation* 212. pp 114-124