



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CENTRO DE DISEÑO MECÁNICO E
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

CENTRO DE ALTA TECNOLOGÍA

DESARROLLO DE UN SISTEMA
PARA IDENTIFICACIÓN DE GANADO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

PRESENTA

OSIRIS RICARDO TORRES

DIRECTOR DE TESIS

DR. MARCELO LÓPEZ PARRA



MÉXICO, D.F., JUNIO 2015.

Índice general

Carta de la empresa contratante

Abstract	i
Resumen	ii
Acrónimos y nomenclatura	iii
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	v
Objetivos	vii
Introducción	viii
I. Sistema de Identificación de Ganado	1
1.1. Panorama histórico	1
1.2. Dispositivo identificador mexicano	6
1.3. Estado del arte	11
1.3.1. Dispositivo Identificador ALLFLEX.	18
1.3.2. Indicadores de potencial tecnológico.	22
1.3.3. Benchmarking	24
II. Diseño de Conceptual	37
2.1. Identificación de necesidades y especificación de diseño	40
2.2. Diseño conceptual y matriz de decisión	47
2.3. Estudio comparativo	53
2.3.1. Concepto arete con muesca	54

2.3.2. Concepto arete con esférico.	56
2.4. Memoria fotográfica de prototipos.	60
III. Solución propuesta	62
3.1. Descripción de funcionamiento del dispositivo	64
3.2. Detalle geométrico del dispositivo	65
3.2.1. Arete identificador tipo macho	65
3.2.2. Arete identificador tipo hembra	67
3.3. Diseño industrial y memoria fotográfica.	68
IV. Estimación de resistencia mecánica en punta para arete macho	74
4.1. Planteamiento del problema	74
4.2. Simulación de análisis por elemento finito	76
4.2.1 Simulación por elementos finitos Arete ALLFLEX y Arete Muesca UNAM.	78
V. Discusión	85
VI. Conclusiones y comentarios	90
6.1. Conclusiones y comentarios	89
6.2. Trabajo a futuro	92
Bibliografía y referencias	94
Anexos	94

DESARROLLO DE UN SISTEMA INNOVADOR PARA IDENTIFICACIÓN DE GANADO

AÑO 2013

RESPONSABLE DE PROYECTO: **DR. ALEJANDRO C. RAMÍREZ REIVICH**

DISEÑO MECÁNICO: **DR. MARCELO LÓPEZ PARRA**

MECATRÓNICA: **DRA. MARÍA DEL PILAR CORONA LIRA**

DISEÑO MECÁNICO: **ING. LUIS RODRIGUEZ SALAR**

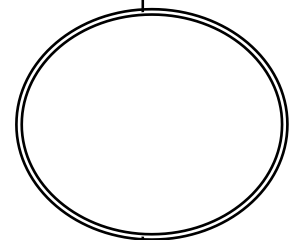
DISEÑO MECÁNICO Y MECATRÓNICO: **OSIRIS RICARDO TORRES**

DISEÑO INDUSTRIAL: **MARCELA MARÍN AVILEZ**

DISEÑO INDUSTRIAL: **ANNWAR GIL HUERTA**

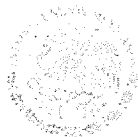
EMPRESA

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA,
DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN**



SAGARPA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



COORDINACIÓN GENERAL DE GANADERÍA "2015, Año
del Generalísimo José María Morelos y Pavón".

México, D.F., 02 de Febrero de 2015.

Oficio No. 116.- 00222

**SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES
CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Presente.

Por este conducto me permito comunicarles que el equipo de trabajo conformado por el Dr. Alejandro C. Ramírez Reivich, Dr. Marcelo López Parra, Ing. Osiris Ricardo Torres, Dra. María del Pilar Corona Lira, Dr. Vicente Borja Ramírez y Dr. Víctor J. González Villela de la UNAM, han estado realizando el proyecto **DESARROLLO DE UN SISTEMA INNOVADOR PARA IDENTIFICACIÓN DE GANADO (2013-2014)**. Los resultados generados han sido de gran provecho debido a que se desarrollaron nuevos conceptos de arete y pinza aplicadora que actualmente están siendo patentados, PAT MX/A/2013/014601 y PAT. MX/A/2013/014606-

El mercado de los productores diseñados es muy importante para México debido a que más de 24 millones de cabezas de ganado Bovino ha sido identificadas; anualmente 5 millones de cabezas en promedio se identifican en el país.

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
Coordinación General de Ganadería



MVZ Francisco J. Gurría Treviño

COORDINACIÓN GENERAL DE
GANADERÍA

FGT*lpb

Abstract

This study presents a detailed design and validation of a bovine identification device by measurement of mechanical resistance with finite element analysis. The design method defines the problem, state of the art, expressed and unexpressed needs, brainstorming, concept generation, 3D printing prototyping, design and manufacturing specifications, industrial design and intellectual property. Deformation, displacements and their effects caused by applied loads on the device are shown through static analysis and finite element analysis simulations (SolidworksTM V.2015).

To give a general idea of deformations present in the device a static analysis of each elements is presented independently. Finally two patent applications are shown, one for the bovine identification device and the other for the applying clamp.

Resumen

Éste trabajo presenta el diseño a detalle de un dispositivo para identificación de ganado bovino y la validación del diseño mediante la estimación de la resistencia mecánica empleando análisis de elemento finito.

En la metodología de diseño se define el problema, se realiza una búsqueda y una definición del estado del arte. Posteriormente, se establecen los requerimientos (expresados y no expresados) de los usuarios involucrados, se realiza una lluvia de ideas (brainstorming) y una generación de conceptos. Finalmente, se realizan prototipos mediante impresión 3D, pruebas de resistencia mecánica, definición de especificaciones de diseño y manufactura, diseño industrial, propiedad intelectual, etc.

Mediante el análisis estático y las simulaciones de elemento finito realizadas en SolidWorks™ se presenta una estimación de las deformaciones y los desplazamientos que inducen las cargas aplicadas sobre el dispositivo antes mencionado. Finalmente, se presenta el análisis estático de cada uno de los elementos y se realiza la estimación de las deformaciones inducidas en cada una de las secciones del arete identificador.

ACRÓNIMOS Y NOMENCLATURA

UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
FI	Facultad de Ingeniería
CDMIT	Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica
CAT	Centro de Alta Tecnología
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SINIIGA	Sistema Nacional de Identificación Individual del Ganado
SIGB	Sistema de Identificación de Ganado Bovino
RFID	Radio Frequency Identification (Identificación por Radio-Frecuencia)
FEA	Finite Element Analysis (Análisis de Elemento Finito)
IMPI	Instituto Mexicano de la Protección Industrial.
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
ICAR	International Committee for Animal Recording
PA	Pascal (unidad)
σ	Esfuerzo normal
Pa	Pascal [N/m ²]
π	Número (PI)
Kgf	Kilogramo–Fuerza o Kilopondio

Índice de tablas

Tabla 1.1. Especificaciones geométricas arete tipo bandera hembra	07
Tabla 1.2. Especificaciones geométricas arete tipo bandera macho	07
Tabla. 1.3. Información visible en aretes.	08
Tabla. 1.4. Descripción del código norma ISO 11784 (1)..	09
Tabla. 1.4. Descripción del código norma ISO 11784 (2)..	10
Tabla. 1.5. Resumen de patentes para identificadores de ganado (1)..	13
Tabla. 1.5. Resumen de patentes para identificadores de ganado (2)..	14
Tabla. 1.5. Resumen de patentes para identificadores de ganado (3)..	15
Tabla. 1.5. Resumen de patentes para identificadores de ganado (4)..	16
Tabla. 1.5. Resumen de patentes para identificadores de ganado (5)..	17
Tabla. 1.6. Resumen de patentes para identificadores de ganado de empresa ALLFLEX (1)	18
Tabla. 1.6. Resumen de patentes para identificadores de ganado de empresa ALLFLEX (2).. . . .	19
Tabla. 1.6. Resumen de patentes para identificadores de ganado de empresa ALLFLEX (3).. . . .	20
Tabla 1.7. Resumen de Benchmarking Dispositivos identificadores	26
Tabla 2.1. Tabla de definición de problema.	41
Tabla 2.2. Tabla de necesidades expresadas SAGARPA (1).	42
Tabla 2.2. Tabla de necesidades expresadas SAGARPA (2).	43
Tabla 2.3. Tabla de especificaciones (1)..	44
Tabla 2.3. Tabla de especificaciones (2)..	45
Tabla 2.4. Matriz de decisión (1).	50
Tabla 2.4. Matriz de decisión (2).	51
Tabla 2.5. Resumen de eficiencia de conceptos.	52
Tabla 4.1. Condiciones de frontera simulación arete ALLFLEX (1)..	78
Tabla 4.1. Condiciones de frontera simulación arete ALLFLEX (2)..	79
Tabla 4.2. Condiciones de frontera simulación arete UNAM	79
Tabla 4.3. Valores estimados de esfuerzos en aretes simulados.	84

Índice de figuras

Figura 1.1.1. Tabla de estimación de inventarios de ganado bovino 1991–199	02
Figura 1.1.2. Producción de carne por entidad, 2012	03
Figura 1.2.1. Aretes identificadores SINIIGA	07
Figura 1.2.2. Distribución de información en aretes identificadores SINIIGA	09
Figura 1.3.1. Logotipo de la empresa ALLFLEX™	12
Figura 1.3.2. Patente US 42626336	13
Figura 1.3.3. Patente US 352253A.	13
Figura 1.3.4. Patente US 49887754 a	14
Figura 1.3.5. Patente US 8701317.	14
Figura 1.3.6. Patente US 3959908	15
Figura 1.3.7. US 6145225 A	15
Figura 1.3.8. US 7830257 (1)	16
Figura 1.3.9. US 7830257 (2)	16
Figura 1.3.10. MX 271849 B	16
Figura 1.3.11. Patente 250946	17
Figura 1.3.12. Patente 7575389 B2	17
Figura 1.3.1.1 PA/a/2005/003917	18
Figura 1.3.1.2. MX/a/2007/004865 (1)	19
Figura 1.3.1.3. MX/a/2007/004865 (2)	19
Figura 1.3.1.4. MX/a/2009/003194	19
Figura 1.3.1.5. MX 265277 B	20
Figura 1.3.1.6. WO 99/29167	20
Figura 2.1. Diagrama de trazabilidad de campo	37
Figura 2.2. Proceso de diseño	38
Figura 2.3. Colocación de arete en el rancho Ajusto realizada por técnico del SINIIGA	39
Figura 2.4. Colocación de arete en el rancho Ajusto	39
Figura 2.1.1. Prototipo arete identificador	46
Figura 2.2.1. Brainstorming concepto buje sencillo	48
Figura 2.2.2. Brainstorming concepto doble buje	48
Figura 2.2.3. Brainstorming concepto buje con hembra.	48
Figura 2.2.4. Brainstorming concepto igus	49

Figura 2.2.5. Brainstorming concepto tornillo	49
Figura 2.3.1.1. Concepto de arete con muesca.	54
Figura 2.3.2.1. Concepto arete esférico	56
Figura 2.3.2.2. Concepto de arete esférico.	57
Figura 2.4.1. Concepto de caja y rótula	59
Figura 2.4.2. Concepto de tornillo	59
Figura 2.4.3. Concepto tipo anillo	60
Figura 2.4.4. Concepto tipo muesca iteración 1	60
Figura 2.4.4. Concepto tipo muesca iteración 2.	61
Figura 2.4.4. Concepto tipo muesca propuesta final.	61
Figura 3.1. Arete identificador UNAM	62
Figura 3.1.1. Arete identificador UNAM MACHO	64
Figura 3.1.2. Arete identificador UNAM HEMBRA.	64
Figura 3.1.3. Etapas de ensamble del arete identificador UNAM.	65
Figura 3.3.2. Arete identificador UNAM.	69
Figura 3.3.3. Arete identificador UNAM (1).	70
Figura 3.3.4. Arete identificador UNAM (2).	70
Figura 3.3.5. Arete identificador UNAM (3).	71
Figura 3.3.6. Arete identificador UNAM (4).	71
Figura 3.3.7. Dispositivo aplicador UNAM.	72
Figura 3.3.8. Dispositivo aplicador UNAM (1)	73
Figura 3.3.9. Dispositivo aplicador UNAM (2)	73
Figura 4.3.1. Sección estudiada por elemento finito en arete ALLFLEX™	77
Figura 4.3.2. Sección estudiada por elemento finito en arete UNAM	77
Figura 4.3.3. Definición de tipo de contactos entre elementos SOLIDWORKS™	80
Figura 4.3.4. Análisis de elemento finito elemento macho ALLFLEX™. Para este caso el esfuerzo es de 1.33 [MPa] en la dirección del eje X.	81
Figura 4.3.5. Análisis de elemento finito elemento móvil con cuña UNAM. Esfuerzo de 1.43 [MPa] en la dirección del eje y.	81
Figura 4.3.6. Análisis de elemento finito elemento arete UNAM. Esfuerzo de 10.57 [MPa] en la dirección del eje X.	82
Figura 4.3.6. Mallado del elemento macho arete UNAM	82
Figura 5.1. Zona de posible falla mecánica del arete UNAM (1)	88
Figura 5.2. Zona de posible falla mecánica del arete UNAM (2)	88

Objetivos Generales

Reportar el diseño de un dispositivo para identificación de bovinos.

Objetivos Específicos

Desarrollar las especificaciones de diseño del dispositivo para identificación de bovinos

Validar el diseño del dispositivo mediante la estimación de su resistencia mecánica empleando análisis de elemento finito.

Introducción

El Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica (CDMIT) de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se fundó en el año de 1976, bajo la dirección del M.I. Alberto Camacho Sánchez. El CDMIT–CAT busca contribuir en la formación profesional de sus alumnos a través de su participación en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico vinculados con la industria.

Con base en lo anterior, la presente investigación nace como una necesidad de generar los medios tecnológicos que permitan impulsar la modernización, la independencia y la autosuficiencia del sector ganadero en México. A lo largo de tres años, el grupo CDMIT–CAT ha trabajado para desarrollar un sistema de identificación de ganado que cumpla con los más altos estándares de calidad nacionales y extranjeros. Para alcanzar este propósito el grupo ha generado, producido, diversificado los elementos básicos que integran un sistema de identificación. Éstos tienen que proporcionar confiabilidad y seguridad a sus usuarios principales. De esta manera, el sistema para identificación animal tendrá la posibilidad de adaptarse al contexto social y político del país.

Durante la primera etapa de la investigación, el grupo se ha enfocado en el desarrollo del elemento de “arete o tag identificador, con él inicia la cadena de identificación animal.

Esta investigación reporta el diseño de un dispositivo identificador de bovinos también llamado “Arete identificador”. Debido a la naturaleza del dispositivo, la propuesta cumple con las especificaciones del Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Por otro lado, la propuesta cumple con los requisitos necesarios para solicitar su propiedad intelectual, es decir, el diseño puede ser patentado. El dispositivo reportado también cumple con los requerimientos técnicos (mecánicos, geométricos, económicos, etc.)

estipulados por normatividad vigente, lo cual le permite ser un producto potencialmente comercial. Es decir, se puede fomentar su producción y comercialización a escala nacional e internacional a largo plazo. Finalmente, el dispositivo fue diseñado con base en las necesidades y los requerimientos (expresados y no expresados) de dos tipos de usuarios: ganaderos y representantes del SAGARPA–SINIIGA.

Actualmente, se estima que el inventario nacional de bovinos consta de más de 30, 000,000 de cabezas. Es por lo tanto clara la necesidad de tener un sistema de identificación animal robusto y eficiente en el país. Sin embargo, los dispositivos para identificación de bovinos que actualmente se usan en el territorio son de procedencia extranjera o bien no cumplen con los requerimientos técnicos y/o legales estipulados, generando una dependencia a los mercados y a las tecnologías de otros países. Esto genera un estancamiento nacional en temas de movimiento de ganado a otros países debido a incumplimientos normativos o estándares de calidad pre–establecidos.

La situación descrita anteriormente ha hecho que la SAGARPA invierta en proyectos de investigación que desarrollen dispositivos y herramientas de alto valor agregado, las cuales serán destinadas al campo y al sector ganadero en México e impulsarán nuevos procesos de innovación tecnológica, los cuales, a su vez, se traducirán en beneficios claros para los ganaderos como: la incentivación para la producción bovinos de alta calidad, abrirá brechas para el movimiento de animales a otros continentes (Europa, Asia, Oceanía, etc.), propiciará las mejora genética en razas, reducirá las pérdidas económicas por adquirir equipo irregular y de baja calidad. Finalmente, permitirá a México ocupar lugares importantes en temas de trazabilidad y rastreabilidad animal.

Un reto para los sistemas de identificación actuales consiste en definir de forma clara la cadena de identificación animal (trazabilidad y rastreabilidad). Establecer una cadena de movimiento animal clara es de vital importancia para la conceptualización del sistema de identificación animal. Por lo tanto, identificar las necesidades no expresadas por los usuarios (SAGARPA, médicos veterinarios, aplicadores de aretes, ganaderos, etc.) resulta fundamental para el diseño mecánico de los identificadores.

Durante la investigación se establecieron vínculos de trabajo multidisciplinario entre los usuarios principales y el equipo del CDMIT-CAT, con el objetivo de experimentar, analizar y establecer las líneas de oportunidad potenciales en el proceso de aretado de bovinos.

Cabe señalar que previamente se realizó una búsqueda sustanciosa de dispositivos para identificación de animales. Esto permitió establecer los indicadores de potencial tecnológicos del proyecto, es decir, se identificaron las áreas de oportunidad del producto por medio de la investigación y exploración de los recursos literarios disponibles (patentes, artículos, tesis, revistas digitales, vídeos en la red, etc.) y productos comerciales existentes.

Es claro el compromiso de las universidades, los centros de investigación y las instituciones gubernamentales y/o privadas en temas que conciernen al campo mexicano. De esta manera, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, el Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica y el Centro de Alta Tecnología de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de México, unieron esfuerzos para el diseño y el desarrollo del “Dispositivo de Identificación de Bovinos UNAM” . Como resultado de esta colaboración se presentaron dos solicitudes de patente ante el Instituto Mexicano de la Protección Industrial. Una patente por el diseño de Arete identificador, otra por el diseño de pinza aplicadora.

El capítulo uno de esta tesis ofrece una breve revisión del panorama histórico de los sistemas de identificación de ganado y el estado del arte de los dispositivos para identificación de bovinos más destacados. Con base en lo anterior, se establece como punto de partida para nuestro estudio el “arete identificador de ALLFLEX™” . En el capítulo dos y tres, se pone de manifiesto el proceso de diseño, es decir, la identificación de necesidades, el establecimiento de los requerimientos, la generación de conceptos, la fabricación de prototipos, la selección de conceptos, el diseño robusto del dispositivo, la patentabilidad y su propiedad intelectual. La estimación de la resistencia mecánica mediante un análisis de elemento finito se presenta en el capítulo 5.

Capítulo I

Sistema de Identificación de Ganado

1.1. Panorama histórico

La cría y producción de bovinos se han caracterizado por ser dos actividades productivas muy redituables para el sector ganadero¹. El inicio de estas actividades en el territorio se remonta al siglo XVI. Además, se tiene registrado que en la época colonial se introdujeron los primeros bovinos a territorio mexicano.

A principio del siglo XX, se tuvo la necesidad de repoblar los inventarios de bovinos, por lo tanto, se importaron nuevas razas de bovinos productores de leche y de carne. Actualmente, la producción de bovinos en el país ocupa un lugar muy importante a nivel nacional. Se estima que la producción de bovinos (leche y carne) ocupa el 43% del subsector pecuario.² Hacia el año de 1991, el inventario de bovinos se estimaba en 24, 611,862 cabezas y hacia finales del año 1997, el inventario ascendió a más de 30, 771,666. (Fig.1.1.1)

¹ La ganadería en su conjunto genera más de un millón de empleos permanentes remunerados.

² Para el año 2013 generaron cerca de 123 millones de pesos, de los cuales el 54% correspondió a producción de carne en canal y el 46% a leche fluida.

Estimación de inventarios de ganado bovino (Cabezas)					
Concepto	1993	1994	1995	1996	1997
Bovinos (carne, leche y doble propósito)	31,974,240	31,769,164	31,319,928	30,294,900	30,771,666
Bovinos para carne y doble propósito	30,341,688	30,150,788	29,637,220	28,601,344	29,041,335
Bovinos para leche	1,632,552	1,618,376	1,682,708	1,693,556	1,730,331

FUENTE: Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR, con datos de las Delegaciones Estatales.

Fig. 1.1.1 Tabla de estimación de inventarios de ganado bovino 1991–1997

En México, la carne de res ocupa el segundo lugar en productos de mayor consumo. De acuerdo a cifras del SIAP–SAGARPA, se estimó que el inventario de bovinos en el país para el 2012 fue de 29.5 millones de cabezas.³ Finalmente, de acuerdo al censo agropecuario del 2007, en México existen 11 millones de unidades de producción de ganado bovino. “El 58% de éstas son de engorda, el 34 % mantienen vientres: 40% de leche, 32% de carne, el 28% se destinan para doble propósito y el resto produce principalmente sementales.”⁴

Los estados más representativos en temas de producción bovina son los estados de Veracruz y Chiapas con 20.9 %, Jalisco, Sinaloa, Chihuahua y Baja California con el 26.7% y el resto del país con el 52.5 % (Fig.1.2).

³ La reducción en el inventario se debió a causas climáticas (sequías).

⁴ Datos tomados de “Panorama de carne y leche de bovino”, Financiera Nacional de Desarrollo agropecuario, rural, forestal y pesquero de la Secretaría de Hacienda y crédito público, Mayo 2014.

Producción de Carne de Bovino por Entidad en 2012

Estados	Volumen		Valor	
	Miles de toneladas	Participación	mdp	Participación
Veracruz	258.6	14.2%	9,897.0	14.8%
Jalisco	199.6	11.0%	7,052.1	10.6%
Chiapas	114.7	6.3%	4,047.0	6.1%
Sinaloa	103.4	5.7%	4,132.0	6.2%
Chihuahua	93.3	5.1%	3,013.0	4.5%
Baja California	85.2	4.7%	3,575.1	5.4%
Resto del país	965.7	53.0%	35,065.6	52.5%
Total Nacional	1,820.5	100.0%	66,781.8	100.0%

Fuente: SIAP-SAGARPA.

Fig. 1.1.2. Producción de Carne por entidad, 2012.

Con base en los datos estadísticos se puede observar que la identificación electrónica de animales aporta una serie de ventajas, las cuales impactan directamente en el crecimiento del sector ganadero.

Se ha mencionado que la producción de ganado bovino se remonta al siglo XVI, por lo tanto, es natural imaginarse que las técnicas de marcaje para identificación animal existen desde entonces. Inicialmente, los ganaderos recurrían a las técnicas de marcaje principalmente para evitar el robo de animales, agilizar la compra y venta de cabezas de ganado, exportaciones, etc. Los métodos utilizados eran muy agresivos y dolorosos para los animales (marcaje con hierro caliente, muescas en orejas, tatuajes, marcado de cara, etc.). Sin embargo, hoy en día y como consecuencia de la intensificación en la producción de estos animales se ha tenido la necesidad de crear herramientas que puedan satisfacer las demandas del mercado, así como garantizar la calidad y la sanidad alimentaria.

Hoy en día, todos los países que se dedican a la producción de ganado bovino (E.U., España, Uruguay, Chile, México, etc.), tienen la necesidad de cumplir con normas y estándares de calidad y sanidad que imponen ellos mismos. Por tanto, el tema de identificación individual, la trazabilidad y la rastreabilidad son las herramientas principales e indispensables.

Por un lado, tenemos que la “identificación individual” consiste en asignar a cada animal un número único que lo acompañe a lo largo de su vida y que permita dar seguimiento a sus movimientos.⁵ Y por otro, podemos definir la “trazabilidad” como la capacidad de trazar y dejar huella hacia delante de las etapas específicas de la cadena de comercialización extendida para rastrear hacia atrás la historia, la aplicación o la ubicación de un producto.⁶

Se puede decir que un sistema de trazabilidad dependerá de la eficiencia que tenga la identificación individual del ganado. Además, éste debe tener la capacidad de registrar cada uno de los movimientos o desplazamientos del animal, así como proporcionar la información básica e indispensable para los ganaderos. Por tanto, el sistema de trazabilidad por un lado, debe ofrecerle al ganadero la posibilidad de mejorar sus técnicas y prácticas, mejorar su control sanitario, promover la inocuidad en el inventario e incentivar la mejora genética de las razas. Lo anterior, le permite a las dependencias gubernamentales tener un registro más claro y eficiente del inventario nacional y coadyuva a la automatización del sector.

Es evidente que la eficiencia del sistema de trazabilidad dependerá de las necesidades sociales, políticas y tecnológicas. Dentro del aspecto tecnológico, el sector ganadero dispone de una gama enorme de tecnologías o paquetes de identificación destinados a este propósito.

En el caso de México, en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/GAN-2015 del Sistema Nacional de Identificación Animal para Bovinos y Colmenas, se estipulan las características, las especificaciones, los

⁵ Definición tomada de la página del Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA) de la SAGARPA URL <https://www.siniiga.org.mx/identifica.html>

⁶ Definición tomada de la página de GS1 URL <http://www.gs1mexico.org/site/trazabilidad/>

procedimientos, las actividades y los criterios para la identificación permanente e irrepetible en los bovinos del país.⁷

Actualmente, el Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA) se encarga de identificar a cada bovino mediante la colocación de aretes identificadores. En cada dispositivo (tag identificador) se coloca un número único (asignado a cada animal).

El número asignado al arete identificador consiste en una serie de valores alfanuméricos irrepetibles, el cual tiene como propósito identificar al animal desde su nacimiento hasta su sacrificio. En el apartado (1.2), se describirán las características y los requerimientos de los dispositivos de identificación de bovinos impuestos por la norma antes mencionada.

⁷ Tomado de la *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/GAN-2015*

1.2. Dispositivo identificador mexicano.

Como se ha mencionado, México posee un inventario robusto de ganado bovino. Por tanto, la necesidad de un sistema de identificación y una normatividad es clara. Actualmente, la dependencia responsable de generar estas normas es la SAGARPA. Así pues, el Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado es el responsable de dar seguimiento a las solicitudes de los ganaderos integrantes de la dependencia.

El paquete de identificación individual utilizado por el SINIIGA está compuesto por dos aretes: un arete tipo bandera y un arete tipo botón (ver Figura 1.2.1); los cuales se colocan en la oreja izquierda y derecha del animal, respectivamente. La Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/GAN-2015 estipula que los dispositivos identificadores o aretes tienen que proporcionarle al animal una identificación única, irrepetible y permanente a lo largo de toda su vida, la cual no podrá ser objeto de modificaciones o reutilizable. También, se estipula que el dispositivo debe ser grabado por medio de láser, en letra tipo arial, finalmente, el material de fabricación (inyección) será amarillo (Figura 1.3.)



Figura. 1.2.1. Aretes identificadores SINIIGA.

La norma proporciona también información técnica de los dispositivos utilizados para la identificación de bovinos en el país. En esta norma se estipulan las dimensiones geométricas que deben cumplir los cada uno de los dispositivos (tipo bandera hembra y tipo bandera macho).⁸

	Arete Bandera Hembra	
	Dimensión [mm]	Tolerancia [mm]
Ancho	79	± 5
Ancho	57	± 5
Grosor	1.5	± 5

Tabla.1.1. Especificaciones geométricas Arete tipo bandera Hembra

	Arete Bandera Macho	
	Dimensión mm]	Tolerancia [mm]
Ancho	59	± 5
Ancho	57	± 5
Grosor	1.5	± 5

Tabla.1.2. Especificaciones geométricas Arete tipo bandera macho

⁸ Información tomada del documento oficial de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/GAN-2015

Adicionalmente, la normatividad menciona como debe ser la disposición y distribución de la información que se encuentra grabada en los dispositivos para identificación animal (bovinos). En ambos elementos se distinguen las iniciales (MX) alusivas al código de México. También, comparten las siglas de “SAGARPA” . Sin embargo, en la tercer línea del arete hembra tipo bandera se requiere un código con la siguiente disposición: los dos primeros dígitos corresponden al tipo de animal que se está identificando (especie animal), dos dígitos más para designar el número de estado según el catálogo del INEGI y los últimos cuatro dígitos corresponden al número individual de identificación asignado al animal. El elemento hembra contiene un código de barras y finalmente, ambos elementos (hembra y macho) comparten los cuatro dígitos del número de identificación individual que se le haya asignado al animal.

	Arete Tipo Bandera “Hembra”	Arete Tipo Bandera “Macho”
Línea 1.	“MX”	MX”
Línea 2.	SAGARPA	SAGARPA
Línea 3.	XX : Especie XX: Estado XXXX: Número individual de identificación	XX : Especie XX: Estado XXXX: Número individual de identificación
Línea 4.	Código de barras	XXXX: Número individual de identificación
Línea 5.	XXXX: Número individual de identificación	

Tabla. 1.3. Información visible en aretes.



Figura. 1.2.2. Distribución de información en Aretes identificadores SINIIGA

La norma también hace referencia a otras normas y las especificaciones con las que deben cumplir los lectores manuales de información (tecnología RFID) destinados a detectar aretes que tengan un CHIP de RFID integrado (las normas son la ISO 11784 e ISO 11785). La norma ISO 11784 estipula la estructura del código de identificación de los tags destinados a la identificación electrónica de animales. El código está dividido en diferentes campos; cada uno de ellos tiene asignado un número de bits en código binario y tiene un tamaño total de 64 bits.

Tabla. 1.4. Descripción del código norma ISO 11784 (1)

Número de Bits	Número de Cifra	Número de Combinaciones	Comentarios.
1	1	1	Este bit indica si se trata de una identificación animal, en caso de ser correcto se asigna "1"
2-4	1	8	Contador de recolección del mercado (0 a 7)
5-9	2	32	Campo de información del usuario.
10-15	2	64	Todos son cero.

Tabla. 1.4. Descripción del código norma ISO 11784 (2)

16	1	2	Indica la presencia o usencia de un bloque de datos. En el caso de animales ese bit será "0" = bloque sin datos
17-26	4	1024	Código del país.
27-64	12	274,877,069,944	Código de identificación nacional. Si el código de identificación nacional tiene menos de doce cifras, el espacio entre el código de identificación nacional y el código de país se rellenarán con ceros

La norma ISO 11785 establece el método mediante el cual el lector (TR) activa el transponder (TP) y como se transmite a su vez el telegrama de información en cualquiera de los sistemas de transmisión finamente acordados FDX y HDX. Básicamente, esta norma establece que el campo generado por los lectores para activar los chips o etiquetas será de 134.2 [kHz], dicho valor se encuentra ubicado en el rango de frecuencias medias.

1.3. Estado del arte

Durante la etapa uno de la investigación se realizó una búsqueda exhaustiva en revistas electrónicas, artículos, patentes, videos, páginas comerciales con el propósito de identificar de todos los dispositivos disponibles en el mercado para identificación de animales.

Es importante mencionar que la búsqueda se realizó enfocada a todos los dispositivos de identificación de ganado que estuviera diseñado contra manipulaciones. A lo largo de la etapa exploratoria se encontraron cerca de veinticinco patentes, las cuales corresponden a dispositivos diseñados para identificación animal. Adicionalmente, se exploraron cuatro patentes diseñadas para dispositivos de aseguramiento, relacionadas principalmente con seguros antirrobo de ropa en tiendas.

Dentro de las veinticinco patentes, doce corresponden a patentes de la empresa ALLFLEX en México.

Los fundadores de la empresa ALLFLEX son John Burford (productor de placas de metal) y Brian Murphy (ganadero lechero). El segundo, buscaba un producto eficiente que le permitiera identificar a sus animales de por vida. Finalmente, de la unión de estos dos innovadores nació la idea de desarrollar un dispositivo identificador fabricado de plásticos flexible. Actualmente, ALLFLEX es un líder mundial en temas de identificación de animales. Cabe resaltar, que es uno de los principales distribuidores de dispositivos identificadores en México.

Finalmente, en la década de los ochentas, los equipos de investigación y desarrollo de ALLFLEX comienzan con líneas de investigación en el campo de la identificación electrónica.



Figura 1.3.1. Logotipo de la empresa ALLFLEX™.

Con respecto a los dispositivos encontrados, éstos se caracterizan por el medio mecanismo y procedimiento de colocación. Es decir, todos los dispositivos requieren de una perforación en la oreja del animal que se desea identificar. Esto garantiza la permanencia del dispositivo en el animal por el resto de su vida, facilitando el seguimiento y el registro de cada uno de los movimientos del bovino desde su nacimiento hasta su muerte. Como consecuencia, el dispositivo proporciona el medio adecuado para el establecimiento del sistema de identificación, también llamado sistema de trazabilidad animal. En la Tabla 1.5. se presentan los resultados de la búsqueda del estado del arte de los dispositivos identificadores de animales.

Tabla. 1.5. Resumen de patentes para identificadores de ganado. (1)

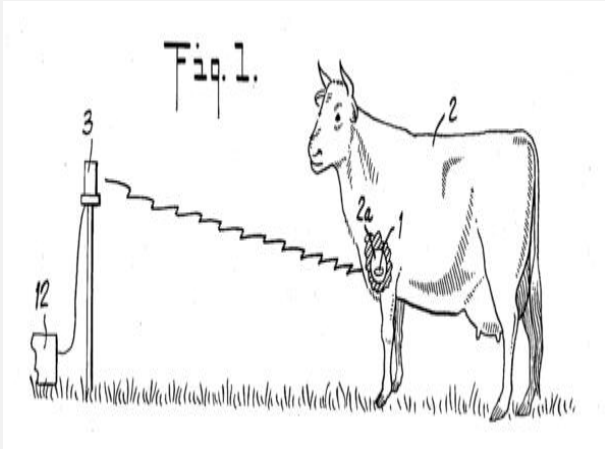
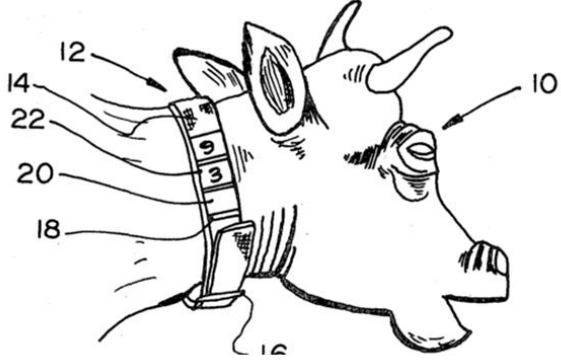
PATENTE		IMAGEN
US 42626332	<p style="text-align: center;">CONTENIDO RESTRINGIDO</p> <p style="text-align: center;">Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:</p> <p style="text-align: center;">Dr. Marcelo López Parra Profesor Titular, F.I. Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 1.3.2. Patente US 42626336.</p>
US 4352253A	<p style="text-align: center;">Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich. Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 1.3.3. Patente US 352253A.</p>

Tabla. 1.5. Resumen de patentes para identificadores de ganado (2)

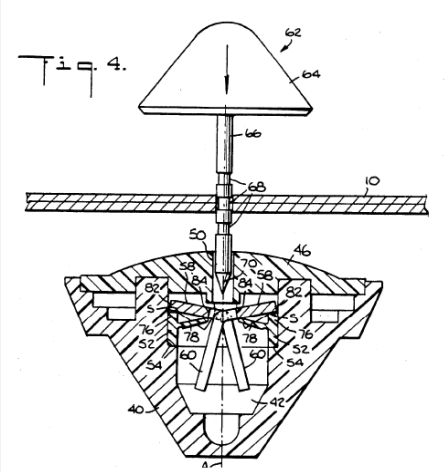
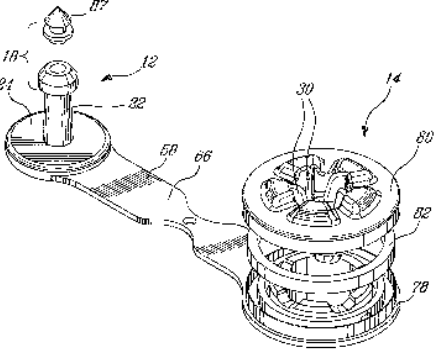
PATENTE		IMAGEN
US 49887754 A	<p style="text-align: center;">CONTENIDO RESTRINGIDO</p> <p style="text-align: center;">Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:</p> <p style="text-align: center;">Dr. Marcelo López Parra Profesor Titular, F.I. Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 1.3.4. Patente US 49887754A.</p>
US 8701317	<p style="text-align: center;">Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich. Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.</p>	 <p style="text-align: center;">FIG. 5</p> <p style="text-align: center;">Figura 1.3.5. Patente US 8701317.</p>

Tabla. 1.5. Resumen de patentes para identificadores de ganado (3)

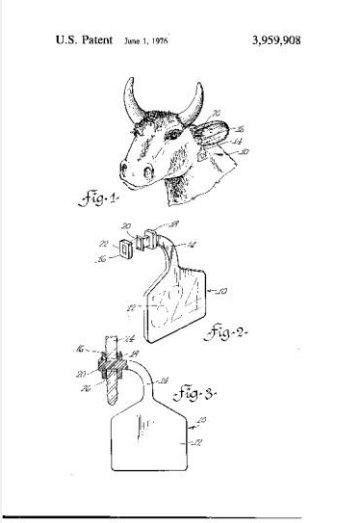
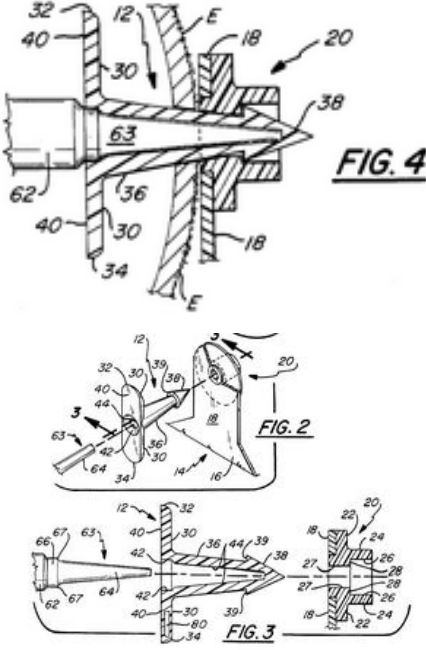
PATENTE		IMAGEN
US 3959908	<p style="text-align: center;">CONTENIDO RESTRINGIDO</p> <p style="text-align: center;">Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:</p> <p style="text-align: center;">Dr. Marcelo López Parra Profesor Titular, F.I. Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 1.3.6. Patente US 3959908</p>
US 6145225 A	<p style="text-align: center;">Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich. Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 1.3.7. US 6145225 A</p>

Tabla. 1.5. Resumen de patentes para identificadores de ganado (4)

US 7830257

CONTENIDO
RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra
Profesor Titular, F.I.
Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

MX 271849 B

Dr. Alejandro Cuauhtémoc
Ramírez Reivich.
Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

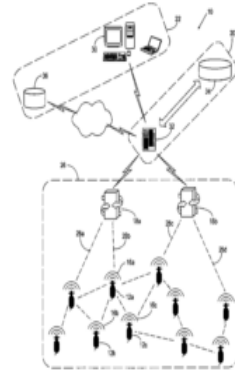


Figura 1.3.8. US 7830257 (1)

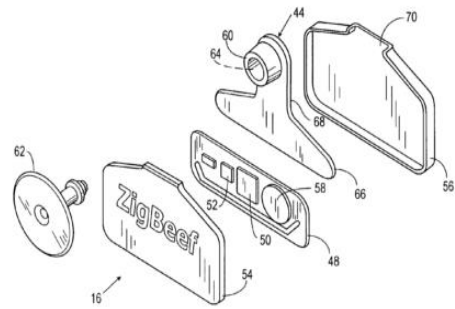


Figura 1.3.9. US 7830257 (2)

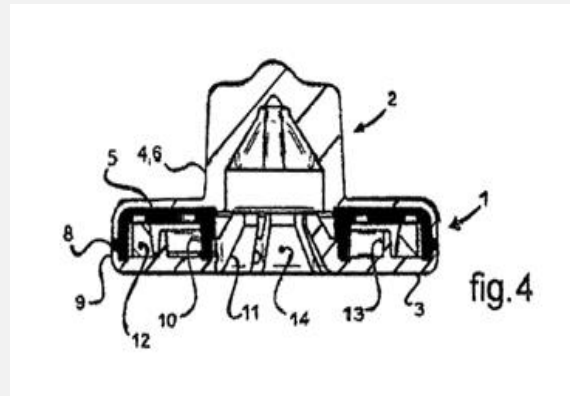
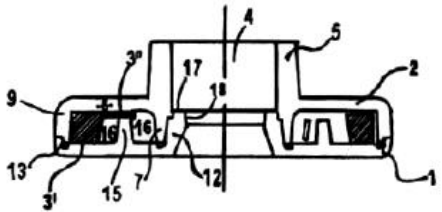
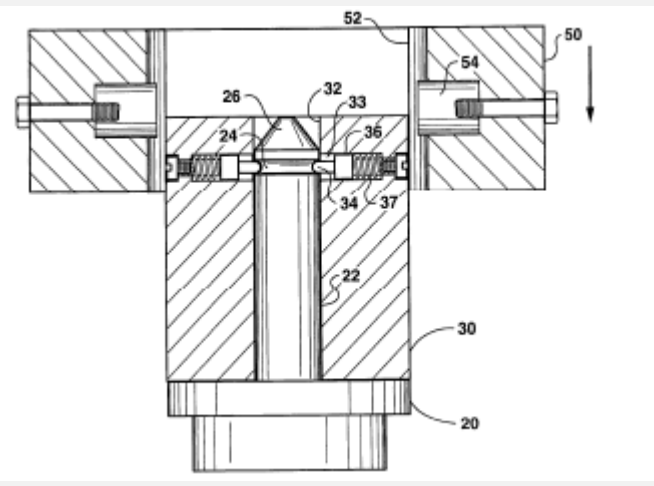


Figura 1.3.10. MX 271849 B

Tabla. 1.5. Resumen de patentes para identificadores de ganado (5)

250946	<p>CONTENIDO RESTRINGIDO</p> <p>Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:</p>	 <p>Figura 1.3.11. Patente 250946.</p>
US 7575389 B2	<p>Dr. Marcelo López Parra Profesor Titular, F.I. Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.</p> <p>Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich. Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.</p>	 <p>Figura 1.3.12. Patente 7575389 B2.</p>

1.3.1 Dispositivo Identificador ALLFLEX™

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

A continuación se presenta la tabla 1.6., en ella se describen algunas de las solicitudes presentadas, así como las patentes otorgadas identificadas de la empresa ALLFLEX™.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Tabla. 1.6. Resumen de patentes para identificadores de ganado de empresa ALLFLEX™ (2)

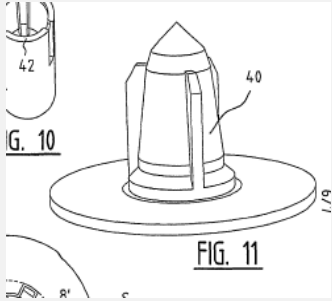
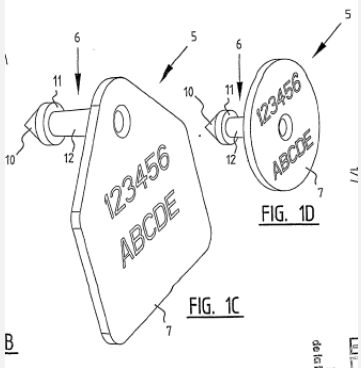
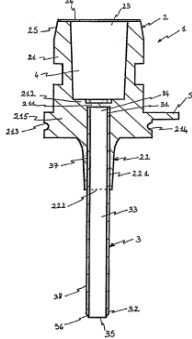
PATENTE		IMAGEN
MX/a/2007/004865	<p style="text-align: center;">CONTENIDO RESTRINGIDO</p> <p style="text-align: center;">Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:</p> <p style="text-align: center;">Dr. Marcelo López Parra Profesor Titular, F.I. Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.</p> <p style="text-align: center;">Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.</p> <p style="text-align: center;">Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.</p>	<p style="text-align: center;">FIG. 10</p>  <p style="text-align: center;">Figura 1.3.1.2. MX/a/2007/004865 (1)</p> <p style="text-align: center;">FIG. 1C</p>  <p style="text-align: center;">Figura 1.3.1.3. MX/a/2007/004865 (2)</p>
MX/a/2009/003194		 <p style="text-align: center;">Figura 1.3.1.4. MX/a/2009/003194</p>

Tabla. 1.6. Resumen de patentes para identificadores de ganado de empresa ALLFLEX™ (3)

PATENTE		IMAGEN
MX 265277 B	<p style="text-align: center;">CONTENIDO RESTRINGIDO</p> <p style="text-align: center;">Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:</p> <p style="text-align: center;">Dr. Marcelo López Parra Profesor Titular, F.I. Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.</p>	 <p style="text-align: center;">FIG. 1</p> <p style="text-align: center;">Figura 1.3.1.5. MX 265277 B</p>
WO 99/29167	<p style="text-align: center;">Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich. Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.</p>	 <p style="text-align: center;">FIG. 2</p> <p style="text-align: center;">FIG. 4</p> <p style="text-align: center;">FIG. 5</p> <p style="text-align: center;">Figura 1.3.1.6. WO 99/29167</p>

Es evidente que ALLFLEX™ posee gran experiencia en el tema de identificación animal. Como parte del proceso de diseño se estableció a ALLFLEX™ como el caso de estudio para el desarrollo del nuevo dispositivo de identificación animal de la UNAM. En el siguiente apartado, se presentan las áreas de oportunidad identificadas en el estado del arte. El poder sintetizar la información descrita en las tablas 1.5 y 1.6 nos permite identificar las características mecánicas y de diseño de los sistemas de identificación comerciales. Los cuales dicho de paso están aceptados por el SAGARPA y el SINIIGA.⁹

⁹ La información de tablas 1.5 y 1.6 se tomó de los documentos originales. Estos documentos se encontraron en internet y en las bases de datos de los diferentes institutos dedicados a la protección intelectual. (SIGA IMPI, PATENTSCOPE, GOOGLE PATENS, etc.)

1.3.2. Indicadores de potencial tecnológico

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería
Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

De forma paralela a la identificación de las áreas potencialmente explotables para el diseño del dispositivo identificador, se realizaron actividades para identificar los dispositivos comerciales existentes a nivel mundial destinados al proceso de identificación animal. Esta búsqueda no se limitó solamente a los dispositivos de identificación de bovinos, también abarcó a todos los dispositivos que sirven para identificar otros tipos de producto o bien cualquier tipo de dispositivo inviolable. Este apartado se finalizará con el concepto de “inviolabilidad”. Hasta ahora el término “inviolable” no sea mencionado directamente en los capítulos anteriores, sin embargo, en el capítulo 2 tomará importancia debido a su significado e interpretación de diseño. Durante el proceso de diseño la “inviolabilidad” será un requerimiento de diseño constate.

1.3.3. Benchmarking

En el apartado 1.3.2 y con base en el análisis de patentes, se describieron las principales características que tienen potencial tecnológico para el diseño del dispositivo de identificación. De igual manera, se tomó como caso de estudio a los dispositivos de identificación de la marca ALLFLEX™.

Quizá uno de los principales motivos para tomar a ALLFLEX™ como punto de partida para nuestro estudio se debe a que sus productos cumplen con los estándares más altos de calidad en países como Uruguay, España, Francia, México, etc.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.





Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.







Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.







Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

En la tabla 1.7 se presenta, de forma resumida cada uno de los dispositivos comerciales encontrados/localizados en el mercado. Como ya se mencionó, en el mercado predominan los productos ALLFLEX™, entre el 50% y 70 % del mercado está invadido por la marca. Sin embargo, existen marcas como OS ID (en Noruega) que por sus características (similares más no iguales a la marca ALLFLEX) los vuelven una opción confiable. También, podemos encontrar otras marcas proveedoras de dispositivos para identificación de ganado como Y-tex™ (en E.U.) y Cattletag™ (Divisan en México-E.U.). Finalmente, muchos de estos dispositivos se encuentran en operación en otros países como E.U., Holanda, España, Australia, etc. (Revisar Tabla 1.7.)









Tabla 1.7. Resumen de Benchmarking Dispositivos identificadores


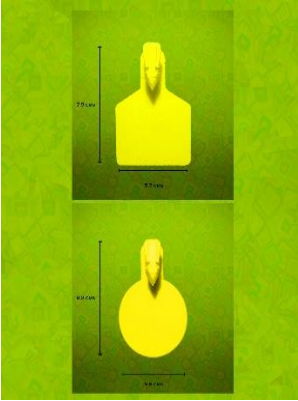

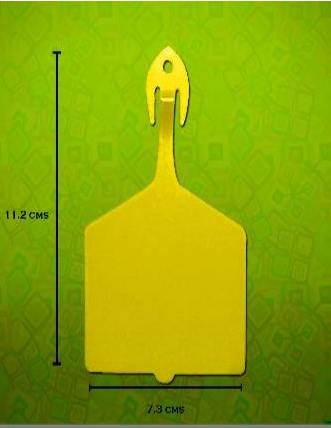


FABRICANTE	MODELO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	FUNCIONAMIENTO	IMAGEN
	Super Maxi	<p>4 5/8 [in] alto 3 [in] ancho</p> <p>Tecnología FDX Tecnología HDX</p> <p>A prueba de manipulaciones Bandera con mayor área para grabado de más información</p>	<p>El elemento macho tiene la forma de una flecha, mientras que el elemento hembra dispone de una sección con pestañas, las cuales en una dirección se deforman para permitir el paso del elemento macho. Durante el proceso anterior, el macho se deforma axialmente con ayuda de las pestañas o reducción de diámetros. Una vez que el elemento macho pasa completamente las pestañas o reducción de diámetros la sección que se deforma axialmente regresa a su posición original, generando un anclaje mecánico con el elemento macho.</p>	
	Maxi	<p>4 [in] alto 3 [in] ancho</p> <p>Tecnología FDX Tecnología HDX</p> <p>A prueba de manipulaciones Excelente para ganado vacuno</p>	<p>El elemento macho tiene la forma de una flecha, mientras que el elemento hembra dispone de una sección con pestañas, las cuales en una dirección se deforman para permitir el paso del elemento macho. Durante el proceso anterior, el macho se deforma axialmente con ayuda de las pestañas o reducción de diámetros. Una vez que el elemento macho pasa completamente las pestañas o reducción de diámetros la sección que se deforma axialmente regresa a su posición original, generando un anclaje mecánico con el elemento macho.</p>	




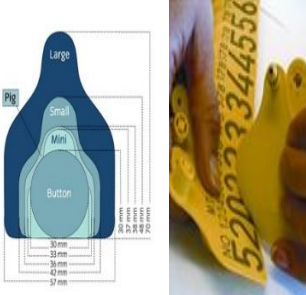




	<p>Large</p>	<p>3 5/8 [in] alto 2 1/4 [in] ancho</p> <p>Tecnología FDX Tecnología HDX A prueba de manipulaciones Ganado de leche y carne</p>	<p>El elemento macho tiene la forma de una flecha, mientras que el elemento hembra dispone de una sección con pestañas, las cuales en una dirección se deforman para permitir el paso del elemento macho. Durante el proceso anterior, el macho se deforma axialmente con ayuda de las pestañas o reducción de diámetros. Una vez que el elemento macho pasa completamente las pestañas o reducción de diámetros la sección que se deforma axialmente regresa a su posición original, generando un anclaje mecánico con el elemento macho.</p>	
	<p>Allflex half dúplex HDX</p>	<p>Peso 8.9 [gr] Capa reforzada Tecnología HDX optimiza la transmisión de señales y proporciona un rango mayor para detección (3 a 45 metros) Uso: plantas de empaque, sistemas de lectura automatizadas.</p>	<p>**</p>	
	<p>Allflex full dúplex FDX</p>	<p>Peso 5.6 [gr] Capa reforzada Tecnología HDX optimiza la transmisión de señales y proporciona un rango aceptable para detección (1 a 2 metros). Uso: plantas de empaque, sistemas de lectura automatizadas.</p>	<p>**</p>	






	<p>One Piece tags</p>	<p>4.5 in] alto 3 [in] ancho Sin tecnología RFID Grabado por láser Aplicación en una sola pieza</p>	<p>Consiste en un arete de una sola pieza, combina la calidad de materiales de sus hermanos. Posee una punta auto-perforante lo cual produce una curación más rápida y reduce el estrés del animal.</p>	
	<p>Feedlot Tags</p>	<p>4 1/4 in] alto 3 [in] ancho Sin tecnología RFID Grabado por láser Aplicación en una sola pieza</p>	<p>-----</p>	
	<p>Ear tags by size</p>	<p>4 5/8 in] alto 3 [in] ancho Sin tecnología RFID Grabado por láser Aplicación en una sola pieza</p>	<p>**</p>	





	<p>Ear tag ADN</p>	<p>4 [in] alto 3 [in] ancho Mecanismo para extracción de muestra de ADN A prueba de manipulaciones Excelente para ganado vacuno</p>	<p>***+</p> <p>Incluye un cilindro recolector de muestra de ADN y sacabocados para extraer la muestra. El cilindro incluye el mismo número asignado al arete identificador y contiene pequeñas esferas para conservar la muestra extraída</p>	<p>P</p>
	<p>Visual ID tags</p>	<p>-----</p>	<p>Tags para identificación de animales. Resistente al ambiente. Fácil de aplicar. Anclaje parecido a ALLFLEX, hembra se ensambla con punta de macho deformando axialmente. . Posee una punta auto-perforante en forma de estrella lo cual produce una curación más rápida y reduce el estrés del animal.</p>	
	<p>RFID Botón</p>	<p>Peso 6 [gr] Tecnología RFID Poliuretano ISO 11784</p>	<p>**</p>	



	<p>RFID Bandera</p>	<p>Tag compatible con la norma ISO 11784, tiene encapsulado el transpondedor, distancia de lectura y detección alta, resistente al ambiente.</p>	<p>**</p>	
	<p>Básico</p>	<p>4.5 in] alto 3 [in] ancho Sin tecnología RFID Aplicación en una sola pieza</p>	<p>***+</p>	
	<p>Divisan electrónica</p>	<p>Arete para ganado con chip RFID integrado, compatible con todos los lectores fijos y portátiles que trabajan con el estándar mundial EPC C1G2.</p>	<p>**</p>	
	<p>Divisan Tradicional</p>	<p>Alto 10.2 [cm] Ancho 7.5 [cm] Varios colores</p>	<p>**</p>	

	<p>Divisan Plus con cierre tipo Z</p>	<p>Alto 7.9 [cm] Ancho 5.7 [cm] Varios colores</p>	<p>****</p>	
	<p>Divisan Económica</p>	<p>Alto 11.2 [cm] Ancho 7.3 [cm] Varios colores</p>	<p>*****</p>	
	<p>CombiE</p>	<p>Sistema de cierre seguro, sistema patentado no tiene ninguna punta de metal Retención óptima, grabado laser, Varios colores Diámetro 30 y 23 [mm]</p>	<p>*****</p>	

	Os ID bolo	-----	<p>Cápsulas con chip RFID, cápsulas suministradas vía rumen, las cuales están encapsuladas con material cerámico de alta calidad y está sellada por un tapón único.</p>	
	Combi 2000	----- -----	<p>Etiqueta con bloqueo mecánico sin elementos de metal. Patentado, el material puede ser grabado en láser, resistente a los rayos UV. Punta de eje cerrado promueve la sanidad.</p>	
	Crotales micro	-----	-----	
	Combi 2000	-----	-----	

	OS ID TST ADN	Bandera Alto: 70 [mm] Ancho 54 [mm]	Muestra de tejido, este dispositivo combina la adquisición de muestras de tejido con el etiquetado animal. Permite la obtención de una muestra de tejido mientras se inserta el arete en la oreja. El depósito contiene conservadores garantizando el transporte de la muestra al laboratorio.	
	OS ID TST ADN	Botón Diámetro 28 [mm]	Muestra de tejido, este dispositivo combina la adquisición de muestras de tejido con el etiquetado animal. Permite la obtención de una muestra de tejido mientras se inserta el arete en la oreja. El depósito contiene conservadores garantizando el transporte de la muestra al laboratorio.	
	KVIKK collars	-----	-----	
	KVIKK ties	-----	-----	

	<p>Focus tags</p>	<p>-----</p>	<p>-----</p>	
<p>PARABANCOS</p>	<p>Golden</p>	<p>-----</p>	<p>-----</p>	
<p>PARABANCOS</p>	<p>Apolock</p>	<p>-----</p>	<p>-----</p>	

	<p>Divisan</p>	<p>Alto 10.2 [cm] Ancho 7.5 [cm] Varios colores</p>	<p>**</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------	-------------------------------------------------------------	-----------	-------------------------------------------------------------------------------------

NOTAS

** Funcionamiento mecánico similar a modelo maxi y super maxi de ALLFLEX

*** Funcionamiento similar a modelo one piece tags de ALLFLEX

***** Funcionamiento similar a modelo Feedlot Tags de ALLFLEX

En la tabla anterior se han omitido algunos dispositivos comerciales debido a que que tienen un funcionamiento mecánico similar a los dispositivos comercializados por ALLFLEX. Si bien se detectaron productos comerciales en México, algunos de ellos infringen protecciones internacionales; su método de anclaje y las disposiciones geométricas son similares a las reportadas en la sección 1.3. Esto los coloca en desventajas sobre los dispositivos registrados y avalados por el SAGARPA y el SINIIGA.

Capítulo 2

Diseño de Conceptual

Para definir la ruta a seguir en el diseño del dispositivo, es necesario que se defina el concepto de “trazabilidad de campo” (Figura 2.1.) y una metodología de diseño (Figura 2.2).

El concepto de “trazabilidad de campo” se introduce debido a la importancia que tiene el arete identificador a lo largo de esta etapa. En la zona de trazabilidad de campo, el usuario (ganadero, transportista, engordador, comerciante, etc.) depende de la existencia del dispositivo. Dicho de otra forma, el sistema de trazabilidad y los usuarios involucrados directamente con el dispositivo identificador dependerán de la eficiencia del diseño mecánico del dispositivo, así como de las características mecánicas y de las propiedades mecánicas materiales del mismo.



Figura 2.1. Diagrama de Trazabilidad de Campo

La metodología de diseño consta de las siguientes etapas: establecimiento del problema, identificación de requerimientos, definición de especificaciones, generación de conceptos, prototipado de los conceptos generados, análisis y estudio de los conceptos, replanteamiento de especificaciones, refinamiento de conceptos y especificaciones, selección de alternativa propuesta, prototipos finales, análisis computacional, conclusiones. Es importante mencionar que el proceso de diseño puede y tiene que ser iterativo. La Figura 2.2. Ilustra dicho proceso.

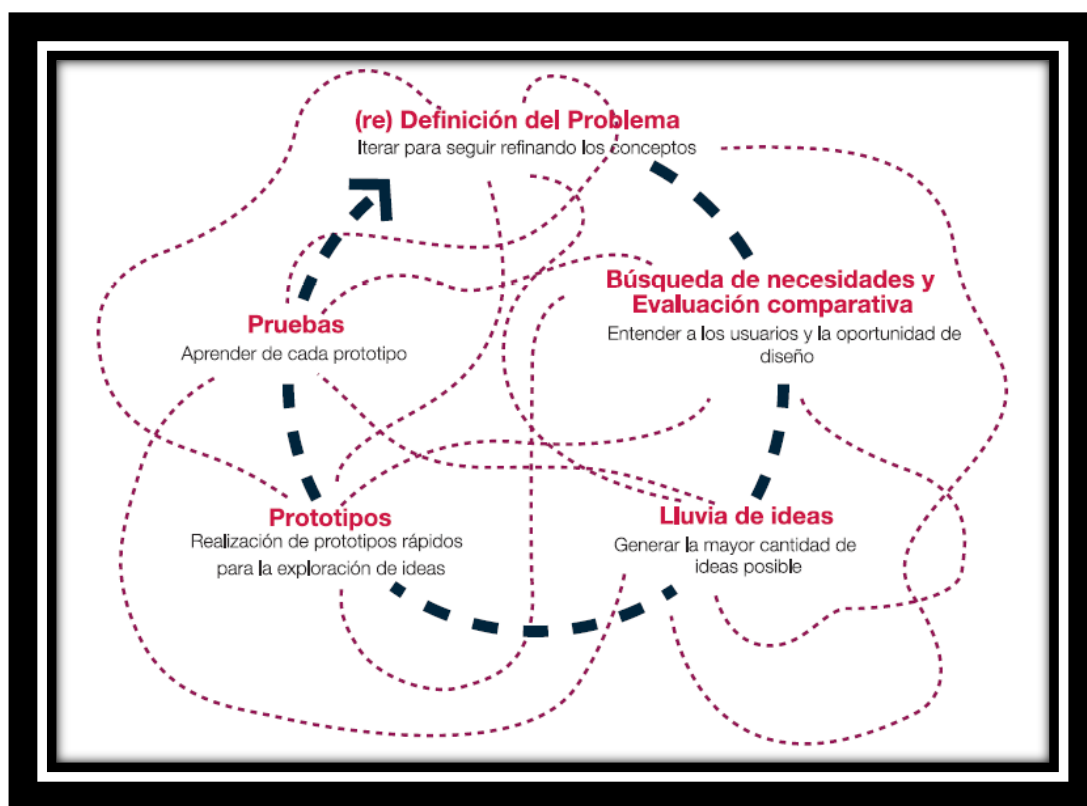


Figura 2.2. Proceso de diseño

Durante el proceso de diseño conceptual se establecieron reuniones con los usuarios involucrados, principalmente con aquellos que tienen un contacto directo con el arete a lo largo de toda la cadena de trazabilidad de campo. Esto permitió identificar las necesidades de cada uno de los usuarios. Y experimentar el proceso. Bajo esta premisa, se realizaron visitas a zonas de aretado (en el Ajusco) bajo la supervisión de un aplicador certificado por el SINIIGA (médico veterinario). (Figuras 2.3, 2.4,)

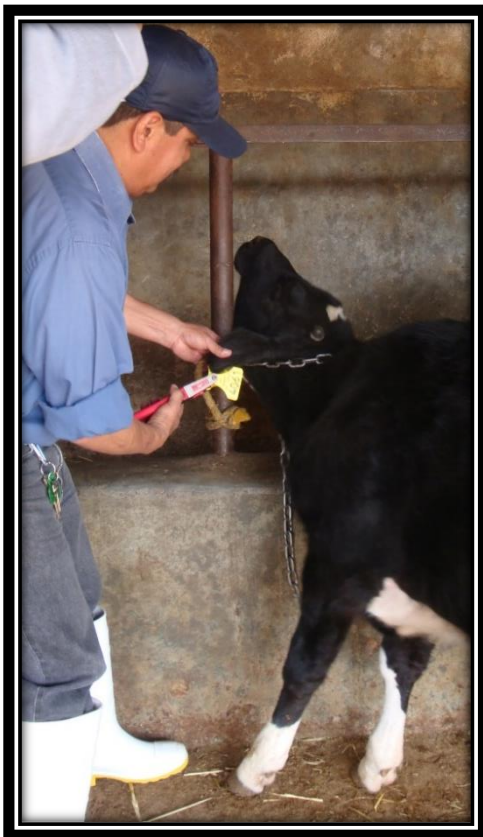


Figura 2.3. Colocación de arete en el rancho Ajusco realizada por técnico del SINIIGA.

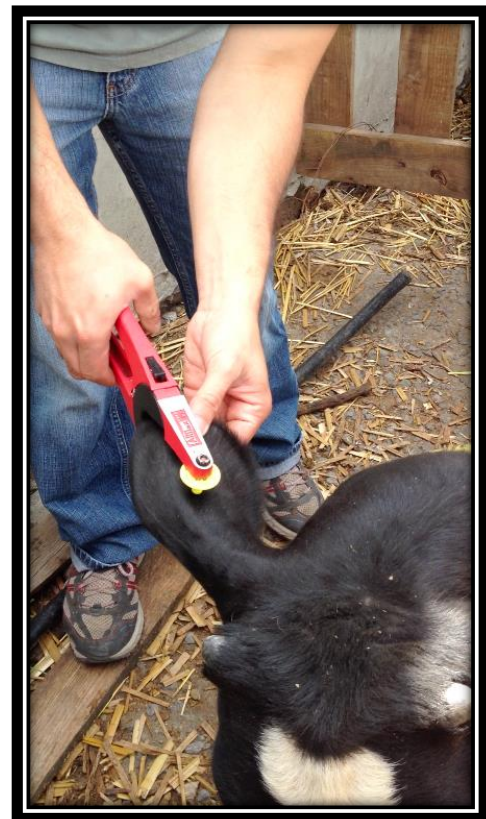


Figura 2.4. Colocación de arete en el rancho Ajusco

2.1. Identificación de necesidades y especificación de diseño

El dispositivo tiene que proporcionar y facilitar una identificación individual eficiente, garantizada a través un sello inviolable que impida la manipulación del dispositivo. Si el arete posee un anclaje inviolable, se puede asegurar que el arete permanecerá en el animal un tiempo prolongado, en el mejor de los casos, éste permanecerá hasta la muerte del animal. Sin embargo, la experiencia dicta que a lo largo de la vida del animal (o a lo largo de la cadena de trazabilidad de campo) el dispositivo se ve involucrado en situaciones que pueden afectar su desempeño y mermar su permanencia en el animal.

En capítulos anteriores, se ha mencionado que el dispositivo debe cumplir con los requerimientos estipulados en la normatividad vigente. Además, debe responder a las necesidades generales y particulares de los usuarios que tienen contacto directo con él, así como adaptarse a las condiciones reales de operación. A continuación se presentan tres tablas, la primera define el problema (Tabla 2.1), las siguiente presentan la lista de requerimientos (Tabla 2.2.) y la última muestra la lista de especificaciones del dispositivo identificador (Tabla 2.3.).

Tabla 2.1. Tabla de definición de problema

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Tabla 2.2. Tabla de necesidades expresadas SAGARPA (1)

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Tabla 2.2. Tabla de necesidades expresadas SAGARPA (2)

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Tabla 2.3. Tabla de especificaciones (1)

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Tabla 2.3. Tabla de especificaciones (2)

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

En la (Figura 2.1.1) se muestra una fotografía del “Arete Identificador de Ganado UNAM” ; este dispositivo fue el resultado de aplicar el proceso iterativo mencionado arriba. Como resultado final se generaron diferentes conceptos, los cuales satisfacen la mayor parte de las especificaciones. Cada uno de los conceptos fueron prototipados empleando tecnología de impresión 3D, asimismo, su funcionamiento fue analizado para determinar sus fortalezas y debilidades.

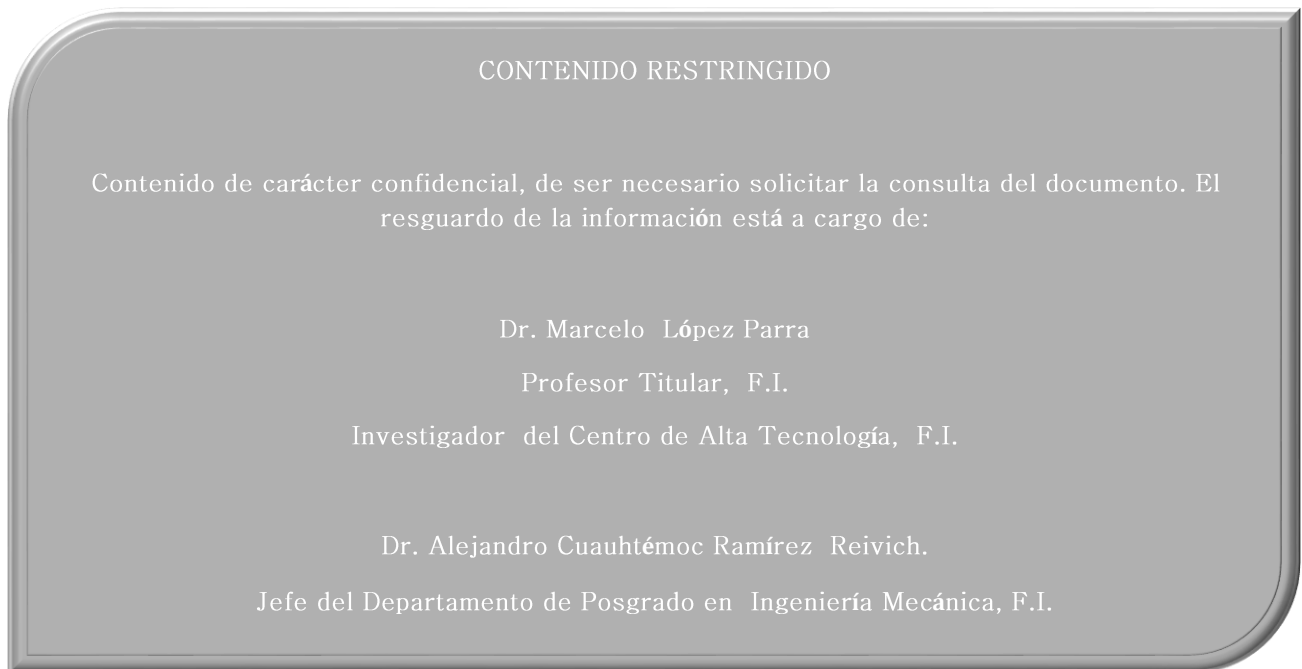


Figura 2.1.1. Prototipo Arete Identificador

Con base en el estudio comparativo de los conceptos generados (apartado 2.2), se refinó el concepto seleccionado. Con el propósito de hacer más rápida la fabricación de un primer lote de aretes, se recurrió al proceso de vaciado de plástico. Este proceso permitió la obtención de aretes físicos que facilitó la evaluación de funcionalidad y geometría y, asimismo, permitió aproximarnos al comportamiento mecánico y respuesta de los materiales reales (inyectados) del dispositivo.

2.2. Diseño conceptual y matriz de decisión

Como parte del proceso de generación de conceptos, se recurrieron a herramientas como el “brainstorming”. Esta técnica se utilizó como una herramienta la cual permitió generar soluciones para el problema definido en la (tabla 2.1). Posteriormente, se recurrió a ella de nueva cuenta con el propósito de mejorar o refinar las soluciones existentes. El brainstorming se diferencia de otros métodos creativos ya que parte de los siguientes supuestos teóricos:

1. Crea un ambiente de trabajo en el que ningún integrante se sienta amenazado. Por lo tanto, los juicios y críticas quedan fuera del proceso creativo hasta no agotar las ideas.¹
2. Una cantidad grande de ideas generadas optimiza la calidad de las soluciones propuestas. Enriqueciendo cada una de las ideas y produce un gran número de soluciones elegibles.
3. Asociación de ideas. La asociación de ideas permite establecer semejanzas (por medio de analogías o metáforas), generación de ideas por contacto (la interacción de nuestras ideas con las de otras personas, genera nuevas ideas ya que cada integrante las interpreta o asocia de forma diferente) y permite la conexión de las oposiciones.

¹ Algunas referencias en internet, mencionan que las críticas y los juicios funcionan como inhibidores de ideas.

En las figuras 2.2.1, 2.2.2., 2.2.3., 2.2.4. y 2.2.5., se observan algunos de los conceptos generados por a partir de las sesiones de brainstorming y de las tablas de requerimientos y especificaciones definidas.

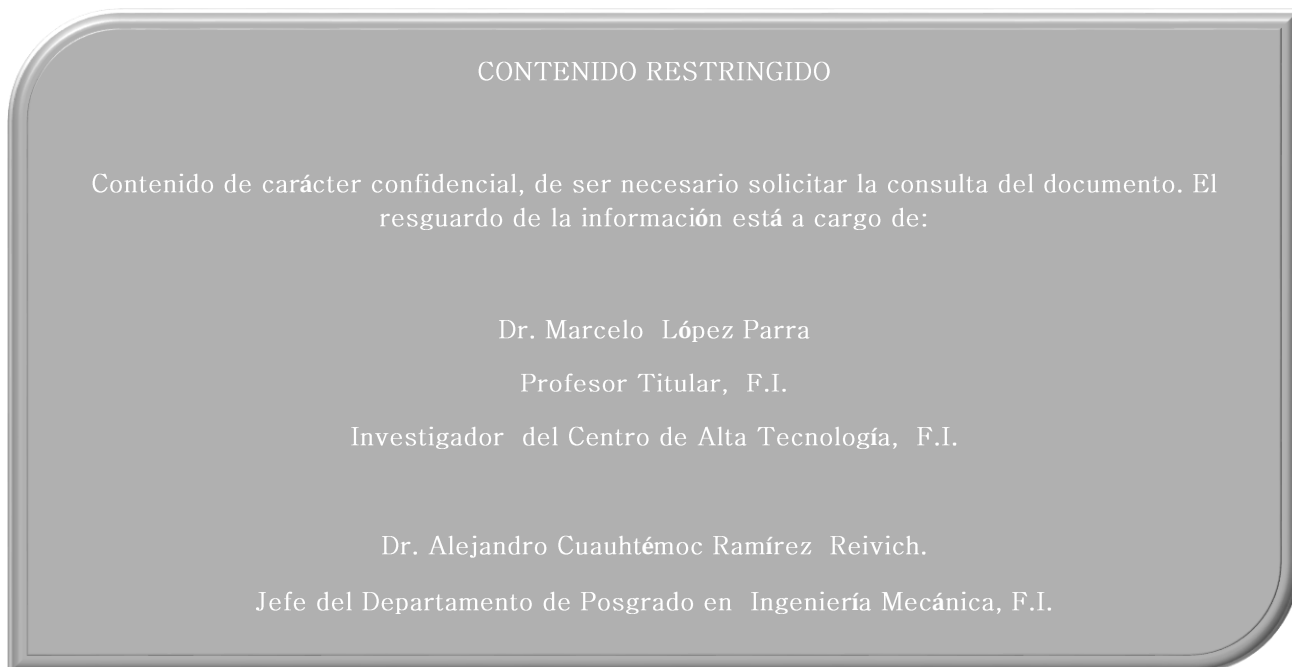


Figura 2.2.1. Brainstorming Concepto Buje Sencillo

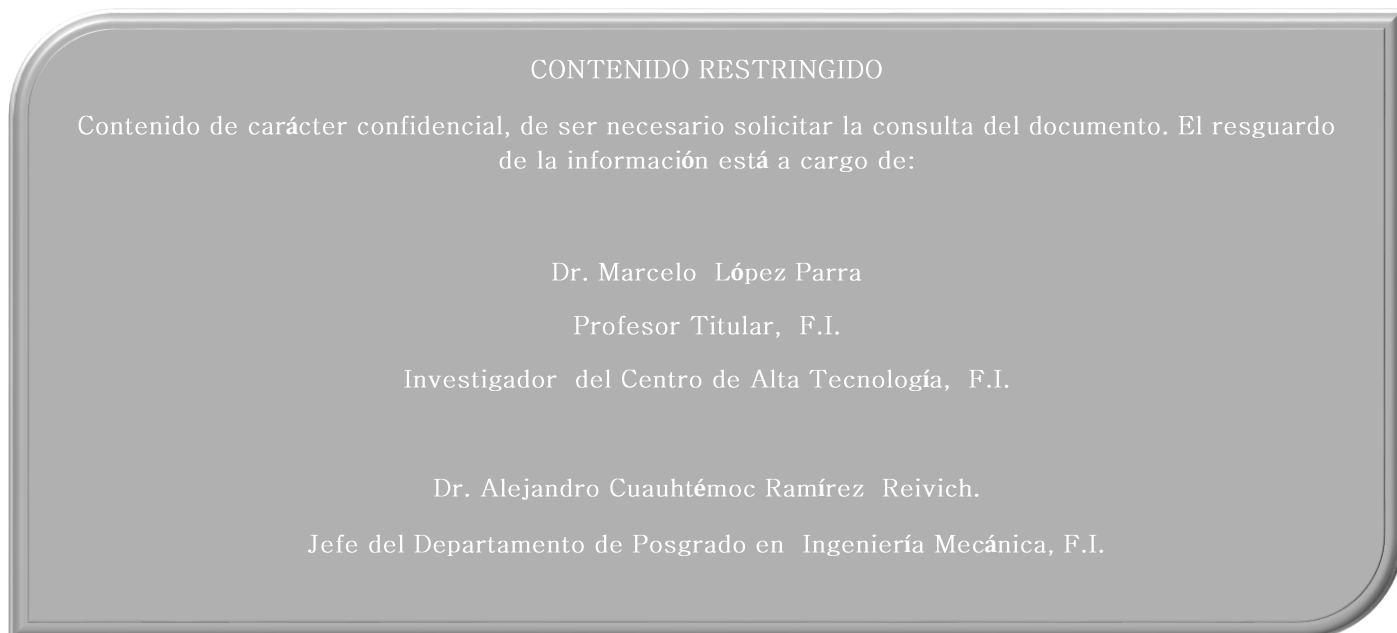


Figura 2.2.2. Brainstorming Concepto Doble Buje

Figura 2.2.3. Brainstorming Concepto Buje con hembra

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Figura 2.2.4. Brainstorming Concepto igus

Figura 2.2.5. Brainstorming Concepto tornillo

Como se puede observar en las figuras, cada una de las soluciones propuestas durante el brainstorming responde a diferentes requerimientos de diseño del producto. Durante las tormentas de ideas las premisas de diseño fueron las siguientes:

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Cada una de las premisas en el brainstorming debía responder a las siguientes preguntas: ¿Qué tipo de muestra permite observar que el arete ha sido violado?, ¿Cómo garantizar que el arete no ha sido manipulado?, ¿Qué tipos

de anclajes o sujeciones mecánicas son las más óptimas para la aplicación?,
¿Cómo es la disposición mecánica de los elementos que unen los aretes?,
¿Cuántos movimientos debe permitir el dispositivo mecánico?, ¿Qué elementos
del dispositivo deben moverse?, ¿Qué tipo de dispositivo puede favorecer la
cicatrización de la herida producida y la disminución del estrés generado en el
animal?.

Con el objetivo de seleccionar los conceptos más eficientes se construye
la matriz de decisión (Tabla 2.4). En esta matriz se evalúan los conceptos
generados durante el proceso. Los valores de eficiencia de cada uno de los
criterios de selección se ponderan de la siguiente manera: EA (Eficiencia alta)
= 100%, EN (Eficiencia normal) = 80 %, EM (Eficiencia media) = 70 %, EB
(Eficiencia baja) = 60%.

Tabla 2.4. Matriz de decisión (1)

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El
resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

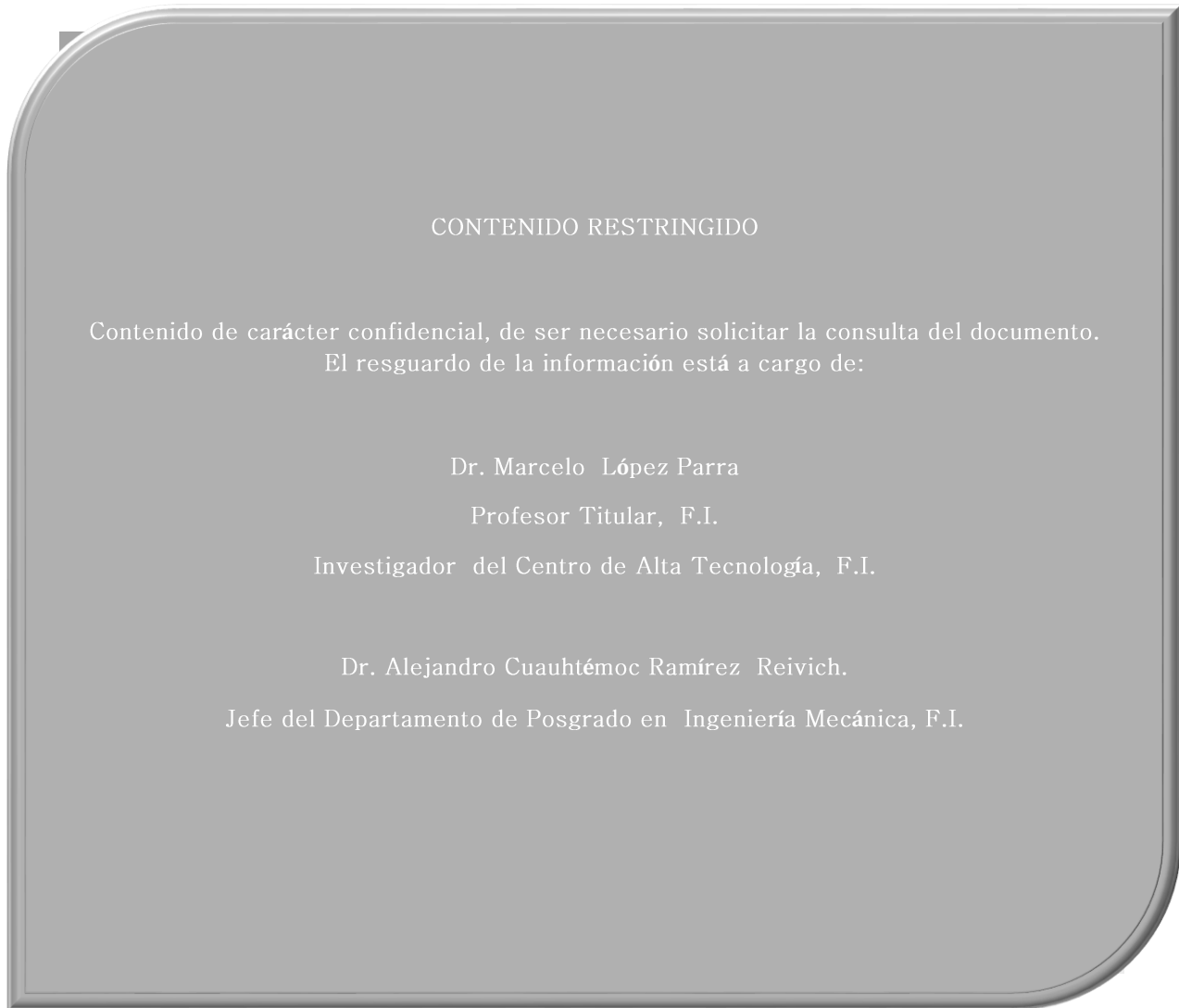
Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Tabla 2.4. Matriz de decisión (2)



A continuación se presenta la tabla cuantificadora de eficiencia, en ella se puede observar de manera resumida la calificación numérica que obtuvo cada uno de ellos. También se puede observar cuáles conceptos son más óptimos para continuar su discusión y refinamiento. Se adjunta la expresión que se empleó para obtener la calificación final:

$$Calificación_{conceptual} = \frac{[(EA * 100) + (EN * 80) + (EM * 70) + (EB * 60)]}{100}$$

Tabla 2.5. Resumen de eficiencia de conceptos.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

En la tabla 2.4, se definieron siete criterios de evaluación, por lo tanto, la calificación máxima posible es siete (7). Como se observa en la tabla 2.5, los conceptos con mejores características (que cumplen con la mayoría de los requerimientos) son: Arete con muesca, Arete esférico y Arete con anillo. En el siguiente apartado se describirán las características principales de los dispositivos seleccionados.

2.3. Estudio comparativo

Como parte de la metodología de diseño y con el objeto de validar nuestros diseños conceptuales, se recurrió al “3D printing prototyping” , también conocido como prototipado en impresión 3D.

El equipo utilizado para la fabricación de los prototipos por impresión 3D pertenece a una familia de impresoras de alta calidad y con una alta resolución. Los usados equipos pertenecen a la marca STRATASYS² Production series Objet connex3 y Production series Fortus 900c. Con apoyo de estos equipos se crearon mezclas de materiales de impresión (ULTEM 1010, 9085). La mezcla de materiales buscaba generar los materiales más idóneos que permitieran evaluar el funcionamiento y/o desempeño de cada uno de los prototipos. Debemos mencionar que éstos no fueron los materiales ideales para la aplicación, sin embargo, nos permitieron realizar el análisis funcional de los conceptos y de esta forma se evaluó el desempeño mecánico de cada uno.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

² Se adjunta la página WEB de los equipos URL: <http://www.stratasys.com/es>

2.3.1. Concepto Arete con muesca.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica,
F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería
Mecánica, F.I.

³ Para definir a qué tipo de indicador de potencial tecnológico se hace referencia, consultar el apartado 1.2.1

2.3.2. Concepto Arete Esférico.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica,
F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica,
F.I.

⁴ Para definir a qué tipo de indicador de potencial tecnológico se hace referencia, consultar el apartado 1.2.1

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

A lo largo del capítulo 2, se definió el problema al que se enfrentó el grupo, además, de presentar los requerimientos de los usuarios y la definición de las especificaciones. Por otro lado, se presentó al lector la etapa de generación de conceptos, así como la fabricación y evaluación de los prototipos. Finalmente se presentó la selección de los conceptos que tienen mejor desempeño. En el apartado 2.4 se presenta una memoria fotográfica de los prototipos fabricados.

En el capítulo 3, se describe a detalle la alternativa propuesta y seleccionada. Y finalmente, en el capítulo 4, se presenta una estimación de resistencia mecánica empleando simulaciones de análisis de elemento finito de la propuesta seleccionada.

2.4. Memoria fotográfica de prototipos

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Capítulo 3

Solución propuesta

En los capítulos anteriores, se ha presentado el proceso de diseño para un dispositivo identificador de ganado. Al finalizar el capítulo 2, no se ha definido concretamente qué concepto resultó elegido para pasar a la etapa de detalle.

En este apartado se tomó como criterio definitorio la “fabricación”. Los conceptos esféricos y muesca cumplen con los requerimientos definidos inicialmente. Sin embargo, el proceso de manufactura del concepto esférico es complejo. El problema se genera debido a las geometrías del dispositivo.

Por tanto, el concepto seleccionado para la etapa de diseño de detalle es el arete con muesca.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

3.1. Descripción de funcionamiento del dispositivo

En este apartado vamos a detallar el funcionamiento mecánico del dispositivo para identificación de ganado UNAM.

El arete identificador UNAM se integra por un elemento macho (Figura 3.1.1) y un elemento hembra (Figura 3.1.2). El proceso de ensamble entre el elemento macho y el elemento hembra consta de las siguientes etapas (Figura 3.1.3).

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Figura 3.1.2. Arete identificador UNAM HEMBRA

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Figura 3.1.3. Etapas de ensamble del Arete identificador UNAM

3.2. Detalle geométrico del dispositivo

Anteriormente se mencionó que el dispositivo identificador de ganado UNAM consta de dos elementos (uno macho y uno hembra). En este apartado se pretende realizar una descripción detallada de cada uno de estos elementos. Sin embargo, se sugiere al lector consultar el anexo A de esta investigación.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

3.2.2. Arete identificador tipo hembra.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

3.3. Diseño industrial y memoria fotográfica

Dentro de los alcances del proyecto no se encuentra la fabricación de moldes para la producción de los dispositivos identificadores UNAM. Sin embargo, con el propósito de tener un prototipo final, se recurrió a una técnica de vaciado de plástico.

La técnica consiste en generar una combinación de impresión 3D con vaciado de plástico y por medio de reacciones químicas se intentan igualar los materiales de inyección se utilizarán en la producción final. En el anexo J, se incluye una breve explicación del procedimiento para la fabricación de los prototipos finales. Finalmente, se anexa en este apartado una memoria fotográfica del dispositivo identificador.

Dentro de este trabajo sólo se pretende reportar el diseño del dispositivo identificador de ganado. Sin embargo, dentro de las evaluaciones de diseño, también, se ha considerado el diseño de un dispositivo que permita colocar de manera más eficiente el arete. En este apartado de diseño industrial del presente documento, y valiéndose de fotografías, se muestra el trabajo realizado por el equipo para el diseño de un aplicador de aretes.

Para desarrollar el aplicador, se emplearon los requerimientos y las especificaciones de diseño reportados con anterioridad.

En el apartado de trabajo a futuro, el lector podrá conocer las actividades que se encuentran actualmente en desarrollo como parte de la continuidad del proyecto.

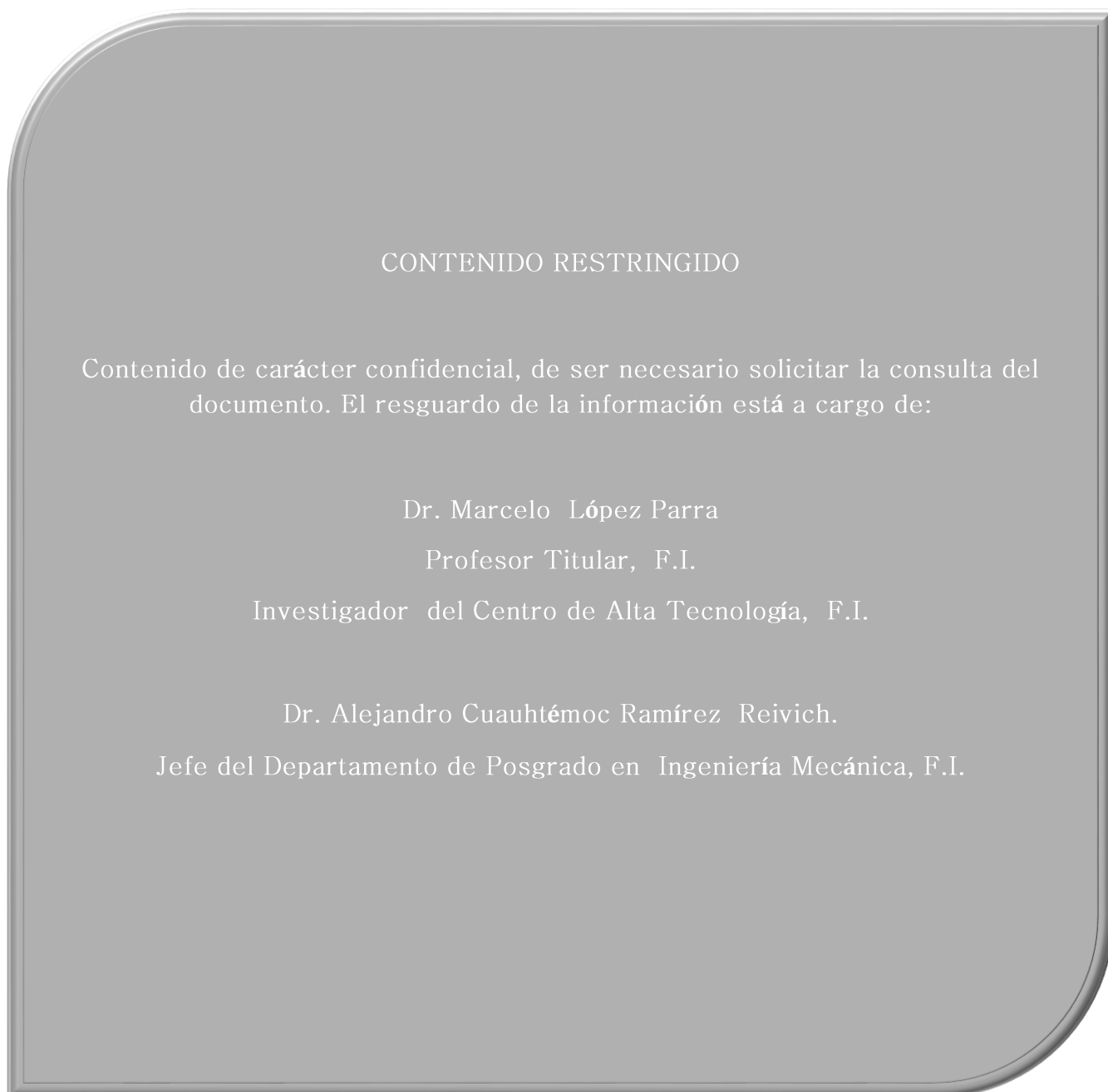


Figura 3.3.2. Arete identificador UNAM

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Figura 3.3.3. Arete identificador UNAM (1)

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Figura 3.3.4. Arete identificador UNAM (2)

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Figura 3.3.5. Arete identificador UNAM (3)

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Figura 3.3.6. Arete identificador UNAM (4)

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Figura 3.3.7. Dispositivo aplicador UNAM

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Figura 3.3.8. Dispositivo aplicador UNAM (1)

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Figura 3.3.9. Dispositivo aplicador UNAM (2)

Capítulo 4

Estimación de resistencia mecánica en punta para arete macho

4.1. Planteamiento del problema

Desde el inicio de la investigación un requerimiento fundamental ha sido generar un anclaje mecánico entre los dispositivos hembra y macho que sea totalmente inviolable. Es decir, desarrollar un dispositivo que ayude a que el amarre mecánico sea efectivo y que garantice que el arete permanezca de por vida en el animal.

Se entiende por “inviolabilidad” a la imposibilidad de manipulación por terceras personas del dispositivo identificador, esto es, diseñado para evitar que pueda ser abierto y desprendido de la oreja. En caso de que esto último llegara a suceder el dispositivo deberá quedar inutilizable. Con base en lo anterior, se presenta este capítulo, el cual tiene como propósito reportar la etapa de fabricación y validación del concepto seleccionado.

Para la validación computacional del diseño propuesto se utiliza análisis por elemento finito y análisis estático generado en SolidworksTM. Dichos análisis proporcionan una estimación sobre los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las fuerzas de reacción y esfuerzos a los que están

sometidos los elementos mecánicos al aplicarse una carga determinada sobre ellos.

Con ayuda del software SolidworksTM, se estima la resistencia mecánica del dispositivo propuesto con el objetivo de responder a la siguiente pregunta ¿Cómo se compara la resistencia mecánica del diseño propuesto con la resistencia mecánica ideal y la resistencia mecánica de los aretes comerciales?

4.2. Simulación de análisis por elemento finito

En esta sección se reportarán las condiciones en las que se realizan las simulaciones, así como los resultados obtenidos por las mismas. Para realizar las simulaciones se parte de dos suposiciones:

1. **ANCLAJE MECÁNICO.** Esta suposición parte del hecho de que solo necesitamos evaluar el anclaje mecánico entre el elemento macho y el elemento hembra. Por lo tanto, se desprecian los efectos inducidos en las banderas y en elementos mecánicos extras (en el caso del arete UNAM).

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

2. **CARGAS PEQUEÑAS SOBRE EL ARETE.** Esta suposición se hace debido a que una vez colocado el arete en el animal, éste no permitirá a las personas realizar acciones de larga duración para retirar o remover el arete de su posición (oreja). Es decir, el animal no permitirá que se jale de forma brusca o que introduzca una herramienta ruidosa para romper el arete.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

4.2.1. Simulación por elementos finitos ARETE ALLFLEX y ARETE MUESCA UNAM.

Se recurre en este trabajo al análisis de elemento finito como una alternativa para realizar estimaciones de la resistencia mecánica de los aretes. Como se ha ilustrado en las figuras, las geometrías de los aretes con complejas e incorporan cambios de sección con filetes de distintos radios, asimismo, secciones circulares sólidas y huecas. FEA simplifica el análisis mediante las divisiones de la estructura elástica y continua en pequeñas sub-estructuras de tipo elástico, bien definidas y finitas. ¹

En el presente análisis se definieron dos tipos de uniones: unión rígida y contacto sin penetración. En la Tabla 4.1 se describe y justifica la selección de estos tipos de uniones.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica. F.I.

¹Budyna, R., Keith, J., 2008, "Diseño en Ingeniería Mecánica", McGrawHill, Octava Edición, pág. 935.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

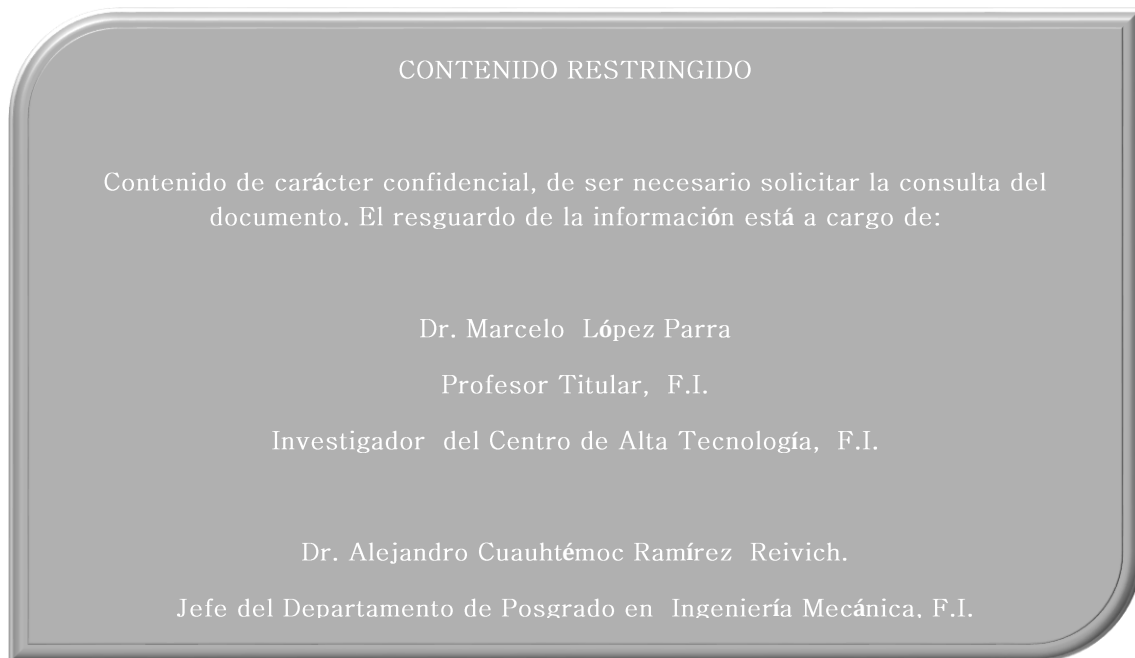
Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

En la figura 4.3.3, se puede observar cómo se definieron las caras o superficies de contacto entre los elementos del arete macho (punta y

vástago). Tal y como se describe en la tabla 4.1 se definió un contacto rígido entre la punta y el vástago.



Como parte de nuestro análisis se realizó un mallado, en SolidworksTM se genera un mallado de 4 puntos de tipo sólido. Además, la piezas que analizamos se individualizó con elementos tetraédricos, acorde a la bibliografías este tipo de geometría se recomienda para realizar análisis en sólidos, placas gruesas, transiciones, etc.

Se definió una carga máxima de 10 [N] aplicada sobre los elementos. Esto se debe a que 10 [N] equivale a 1.02 [kgf]. Este valor se seleccionó como referencia debido a que el animal no permitiría que una tercera persona “jale o mueva” el arete a esta fuerza. Es decir, el animal reaccionaría de forma muy violenta si queremos “jalar” el arete con esta fuerza. Para mayor detalle de las configuraciones en cada una de las simulaciones se recomienda al lector, revisar los anexos G y H de este documento.

En las Figuras 4.3.4, 4.3.5, 4.3.6 y 4.3.7 se muestran los resultados de cuatro de las simulaciones realizadas.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

$$\sigma_{normal} = \frac{F}{A} = \frac{F}{\left[\pi * \left(\frac{\theta}{2}\right)\right]^2}$$

σ_{normal} : Esfuerzo normal

A : Área transversal del vástago

F : Fuerza o carga aplicada perpendicular al área

Se sabe que la distribución de fuerzas que actúa en un punto sobre una superficie será única, y además, se presentarán componentes en las

direcciones normales y tangenciales. En este caso se están despreciando los esfuerzos cortantes debidos a torsiones (componentes tangenciales).

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Capítulo 5

Discusión

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

el :

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Capítulo 6

6.1. Conclusiones y comentarios

Finalmente, se pueden establecer como conclusiones de esta investigación los siguientes puntos:

1. F

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, F.I.

Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

2. Se reporta la definición e interpretación de las necesidades para el diseño del dispositivo.

3. Se definen las especificaciones técnicas que debe cumplir el dispositivo de identificación animal.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular. Investigador del Centro de Alta Tecnología. F.I.

5. Se reporta la estimación de resistencia mecánica de los aretes, empleando el método de Análisis por Elemento Finito. Sin embargo, se sugiere complementar y verificar estos datos realizando pruebas de resistencia mecánica en laboratorio.

Como parte de los comentarios personales y experiencias adquiridas durante la investigación, podemos mencionar que durante el proceso de diseño he aprendido que para poder cristalizar un producto que tenga potencial tecnológico y sea potencialmente comercial se debe trabajar de forma conjunta con otros profesionistas. Además, formar parte de un equipo multidisciplinario nos permite afianzar conocimientos propios y adquirir otros nuevos. Aportar un granito de arena al desarrollo de un producto que tenga el propósito de impulsar un sector tan importante de mi país es una de las más grandes satisfacciones que me llevo del proyecto.

El diseño de este dispositivo identificador, aunque no integra gran cantidad de componentes, ha requerido de muchas horas de trabajo y de la participación de profesores, alumnos y firmas de ingeniería. La

investigación no sólo se trata de entender la respuesta mecánica del dispositivo, sino también, requiere de comprender y entender el contexto social y político en el que estará inmerso el dispositivo.

Me llevo muchas satisfacciones personales y profesionales del proyecto. Con este proyecto se quedan cosas muy buenas, muchos aprendizajes, situaciones poco agradables y un desgaste muy grande (físico y mental). Sin embargo, el poder saber que he contribuido a que el proyecto continúe a una cuarta etapa es algo muy importante para mí.

Gracias al proyecto he logrado afianzar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi formación, además, he adquirido muchos otros conocimientos nuevos. Dar continuidad al proyecto, me ha permitido dirigir y conocer nuevas áreas con las que yo jamás imaginé interactuar (administración de la tecnología, dirigir un proyecto, enfrentarme con los clientes y negociar con ellos, etc).

Gracias al proyecto he logrado afianzar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi formación, además, he adquirido muchos otros conocimientos nuevos. Dar continuidad al proyecto, me ha permitido dirigir y conocer nuevas áreas con las que yo jamás imaginé interactuar (administración de la tecnología, dirigir un proyecto, enfrentarme con los clientes y negociar con ellos, etc).

6.2. Trabajo a futuro

Como parte del trabajo a futuro y como resultado del proyecto 2013, durante el año 2014 y 2015, por un lado se ha trabajado en los ajustes para la fabricación de los dispositivos identificadores. Por otro lado, se ha afinado el diseño de un nuevo arete para identificación.

Durante el último trimestre del año 2014 se ha llegó a un acuerdo con el SAGARPA a fin de unir esfuerzos nuevamente que permitan generar productos innovadores para el sector ganadero. Y como consecuencia de lo anterior, la SAGARPA y la UNAM establecieron un nuevo convenio de colaboración, a fin de materializar el proyecto.

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Como se puede observar, el proyecto número dos contempla el diseño de detalle y la fabricación de los aretes identificadores. A partir del mes de marzo, el equipo ha trabajado en los ajustes finales para poder realizar la manufactura de los moldes de inyección. Esto nos permitirá definir el proceso de inyección de los aretes UNAM para identificación animal. Además, de realizar las pruebas de resistencia mecánica en los aretes UNAM inyectados y poder cotejar los datos estimados en este trabajo.

Bibliografía y referencias

- [1] Ulrich, K., and Eppinger, S., 2009, “Diseño y desarrollo de productos” , McGrawHill, 4ta. Edición.
- [2] Beer, F., Russel, J., Dewoalf, Jr., , “Mecánica de materiales” , McGrawHill, 3era Edición,
- [3] Budyna, R., Keith, J., 2008, “Diseño en Ingeniería Mecánica”, McGrawHill, octava edición.
- [4] Saucedo, P. 1984, “La historia de la ganadería en México” , Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., Vol. 1
- [5] Hernández, L., Arias, F., and Hernández, E., 2011, “Implementación de un sistema de rastreabilidad o trazabilidad del ganado bovino en El Salvador” , Escuela agrícola Panamericana Zamorano.
- [6] Santamaría, C., and Badot, D., 2007, “La identificación del ganado porcino como herramienta para gestión y trazabilidad de la producción” , Departamento de producción animal, Universidadde Lleida, España, Vol.14
- [7] Página web Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. URL <http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx>
- [8] Vallat, B., 2010, “La identificación de los animales y la posibilidad de seguir el rastro de los productos desde la granja hasta la mesa del consumidor deben desarrollarse progresivamente en el mundo” , OIE, Argentina, URL. <http://www.oie.int/es/para-los-periodistas/editoriales/detalle/article/animal-identification-and-product-traceability-from-the-farm-to-the-fork-must-be-progressively-imple/>
- [9] OIE, 2009, “Conferencia internacional de la OIE sobre identificación animal y trazabilidad” , Argentina, URL. <http://www.oie.int/es/para-los-periodistas/comunicados-de-prensa/detalle/article/oie-international-conference-on-animal-identification-and-traceability-from-the-farm-to-the-fork/>
- [10] Página WEB ALLFLEX. URL <http://www.allflexusa.com/>
- [11] Página web OS ID URL. <http://www.osid.no/1809.1014.KVIKK-ties.html>
- [12] Página web del Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado. URL <https://www.siniiga.org.mx/>
- [15] Sitio WEB SOLID WORKS AYUDA URL <http://help.solidworks.com/2011/spanish/SolidWorks/sldworks%5CLegacyHelp%5CSldworks%5COverview%5CStartPage.htm>

ANEXOS

ANEXOS

Anexo A. Planos Arete 2013

A.1. Arete identificador tipo macho

A.2. Arete identificador tipo hembra

Anexo B. Resultados de pruebas a materiales. CIATEQ

Anexo C. Materiales para inyección.

C.1. Especificaciones de material Termoplástico Desmopan serie 700

C.2. Especificaciones de material Termoplástico Texin 1199

C.3. Especificaciones de material Poliamida Nylon 6

Anexo D. Solicitud de patente de arete 2013

Anexo E. Solicitud de patente de pinza aplicadora 2013

Anexo F. Memoria de vídeos de prototipos

Anexo G. Simulación en Solid Works: Análisis estático de los elementos del dispositivo ALLFLEX

Anexo H. Simulación en Solid Works: Análisis estático de los elementos del dispositivo propuesto

Anexo I. 3D printing prototyping

Anexo A. Planos Arete 2013

A.1. Arete identificador tipo macho

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Anexo A. Planos Arete 2013

A.2. Arete identificador tipo hembra

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Anexo B. Resultados de pruebas a
materiales. CIATEQ

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Anexo C. Materiales para inyección.

C.1. Especificaciones de material Termoplástico Desmopan serie 700

Desmopan[®] (TPU)

Product Range - Reference Data

Edition: 2004-09

Introduction

Desmopan[®] is Bayer MaterialScience's trade name for thermoplastic polyurethanes (TPU).

The Desmopan[®] range of grades has been adapted to the many special requirements imposed by Desmopan's broad range of applications. It takes in eight general-purpose lines, based on different raw material groups, and three series of special-purpose Desmopan[®] grades.

Overviews

- Nomenclature
- Property comparison of the Desmopan[®] grade series (for preliminary material selection)
- Overview of grades (arranged according to Shore hardness and raw material base)
- Short description of grades and reference value tables

For business and technical questions, such as prices or general enquiries, please contact:

Bayer MaterialScience AG - Business Unit TPU

Region EMEA&LA

claudia.reuter@bayermaterialscience.com

Tel. 0049 214 30 81673,
Leverkusen

Region APAC

florence.law@bayermaterialscience.com

Tel. 00852-28947251,
Hongkong

Region NAFTA

pat.boyd@bayermaterialscience.com

Tel. 001-412-777-4810,
Pittsburgh

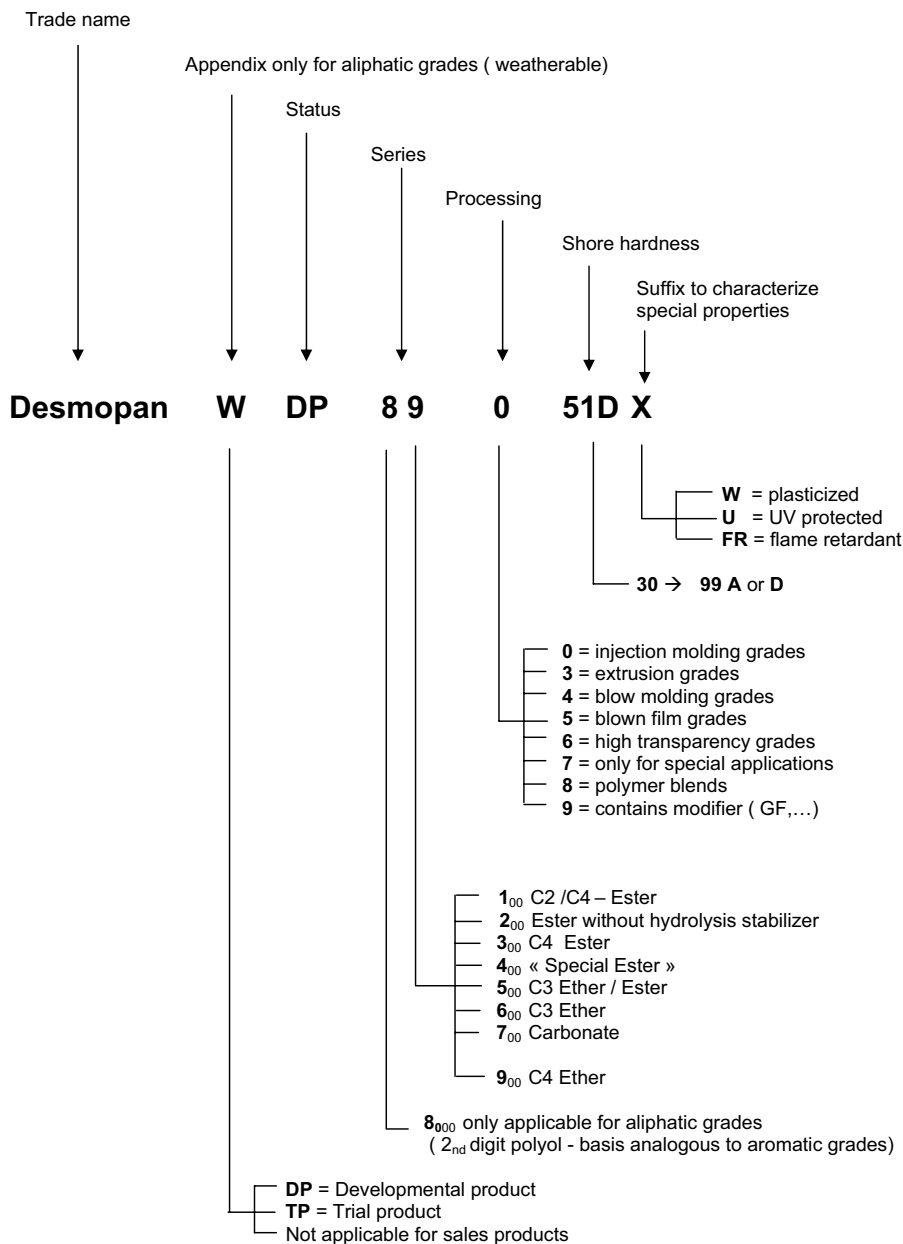
Nomenclature

Midway through 2003, we changed the nomenclature for our Desmopan® products. These changes were made in order to give the Desmopan® product range a more transparent structure. Nearly all the grades have been given a new name, with the exception of the sales products to date (three-character code), the full range of impact-modified

ester grades, and a number of 300-series grades. These products can be recognized from the letters KA or KU. New developmental products have the letters DP in front of their code. The nomenclature for developmental and sales products has otherwise remained the same.

DESMOPAN®

New Nomenclature



Desmopan® Product range

Raw material group	Ester				Ether/ Ester	C3-Ether	Carbonate	Aliphatics	C4-Ether	Impact mod. Ester	R - TPU
Series	100	200	300	400	500	600	700	W8000	900		
Shore hardness 55 - 64A	DP 1060A DP 8060SGN										
65 - 79A			DP 3070A		5377A	DP 6065A			DP 9370A DP 9370AU		
80 - 84A		DP 2784A	DP 3380A DP 3080A	481	DP 5080A				DP 9380A		
85 - 89A	DP 1485A	DP 2586A DP 2786A	385 3385A 585 3485A KU 2-8785 DPS 032 DP 8785 S043 DP 3685AU	487	588	DP 6386A	786	W DP 89085A W DP 85085A KU 2-88586 W DP 85786A	9385 DP 9585A		
90 - 94A	192	DP 2590A DP 2792A	DP 3491A 392 DP 3690AU KU 2-8792A DP 8792 S043				790		DP 9392A DP 9392AU		
45 - 49D			KU 2-8795A DP 8795 S043 DP 3695AU 345	445		DP 6045D	795U	W DP 89043D	DP 9395A DP 9395AU DP 9095AU		
50 - 54D	150 DP 1350D		KU 2-8798A DP 8798 S043	453				W DP 89051D			
55 - 59D			355 356 DP 3059D 359					W DP 89056D	955U DP 9659DU	KU 2-8715 KA 8529	
60 - 64D			DP 3660DU	460					DP 9662DU	KA 8377	
65 - 69D			365						DP 9665DU KA 8333	KA 8410 KA 8417	
70 - 74D			372						DP 9873D		DP 3970D

see Disclaimer for developmental products

Property comparison of the Desmopan® grade series

Series	Shore - hardness - range	Short description	Properties								
			Resistance to abrasion	Dynamic load bearing capacity	Heat deflection	Resistance to oil and grease	Resistance to hydrolysis	Resistance to hot air	Fastness to light (yellowing)	Resistance to microbial attack	Flexibility at low temperatures
100 / Ester	60A - 50D	Injection molding and extrusion grades with a high mechanical strength for articles exposed to wear	++	++	+	+	0	+	0	- ^x	+
200 / Ester	82A - 92A	Extrusion- ; injection molding and calandring-grades, may be used for food contact applications	++	++	0	+	-	+	0	-	+
300 / Ester	70A - 73D	Injection molding and extrusion grades, with a high mechanical strength, improved hydrolysis resistance and low-temperature flexibility	++	++	+	+	+	+	0	- ^x	+
400 / Ester	80A - 58D	Injection molding grades with a low compression set, a high heat deformation temperature and a good resistance to grease and oil	++	++	++	++	+	++	0	0 ^x	+
500 / Ether-Ester	77A - 92A	Injection molding and extrusion grades which combine the advantages of ether and ester grades in an economical manner	0/+	0	0	+	+	-	0	+	+
600 / Ether	65A - 45D	Injection molding and extrusion grades with very good resistance to hydrolysis and microbes but reduced mechanical properties	-	-	0	+	++	-	0	++	++
700 / Carbonate	88A - 43D	Injection molding and extrusion grades, resistant to microbes and hydrolysis, with low swelling in water	+	+	0	+ / ++ ¹⁾	++	0	0	+	+
W8000 / Aliphatics	85A - 56D	Modifier, injection molding and slush molding grades which do not yellow under the action of UV light	+	0	0 / +	+	+ / ++ ¹⁾	+ / - ¹⁾	++	- / ++ ¹⁾	+ / ++ ¹⁾
900 / Ether	70A - 73D	Injection molding and extrusion grades with very good resistance to microbes and hydrolysis; highly flexible at low temperatures	+	0	0	+	++	-	0	++	++
impact mod. Ester	57D - 66D	Special grades for shoe shells and similar applications with a high rigidity and good low -temperature impact strength	+	++	0	+	+	+	0	0	++

++ = very good; + = good; 0 = satisfactory; - = moderate; x = improves with increasing hardness; 1) depending on the grade

Series 100 ester grades

Injection molding, extrusion and blow molding grades with a high mechanical strength. In extrusion applications, there is no crystallization of the melt with grades in this series even when the extruder has been in service for a long period of time. Used primarily for articles subject to wear, such as castors, shoe heels, pneumatic hoses and bellows.

Desmopan®

DP 1060A Shore hardness: 60A; injection molding grade; free from plasticizer; grease and oil resistance; good wear resistance; Application: rigid/flexible composites; shoe soles

DP 8060SGN Shore hardness: 61A; injection molding grade; good wear resistance; short cycle times; Application: shoe soles

DP 1485A Shore hardness: 86A / 33D; extrusion and injection molding grade; suitable for extrusion blow molding; very broad processing range; Application: bellows; hoses, unreinforced; profiles; engineering injection moldings

192 Shore hardness: 94A / 42D; injection molding grade; with high mechanical strength for articles subject to wear; Application: shift lever balls; rollers; coupling elements; shoe heels

150 Shore hardness: 96A / 50D; injection molding grade; with high mechanical strength for articles subject to wear

DP 1350D Shore hardness: 96A / 50D; extrusion grade; good wear resistance; high melt stability; Application: pneumatic hoses

Desmopan® (TPU)				100 series, Ester grades					
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	DP 1060A	DP 8060SGN	DP 1485A	192	150	DP 1350D
Mechanical properties (23 °C/50 % r.h.)									
Shore hardness, method A		-	ISO 868	60	61	86	94	96	96
shore hardness, method D		-	ISO 868			33	42	50	50
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	15	22	46	50	50	50
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	850	900	630	520	420	420
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	2,9	3	5	9	15	15
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	15	5	9	18	31	31
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	55		36	60	50	50
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	30		11	25	25	25
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	60	100	19	30	30	30
Impact resilience	-	%	ISO 4662	55	51	46	30	30	30
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	33		78	100	120	120
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178					130	130
Thermal properties									
Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	20		63	280	458	458
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	7		10	30	62	62
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	4		7	15	26	26
Other properties (23 °C)									
Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1198	1200	1216	1230	1240	1240
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1						
Molding conditions									
Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	160 - 200	190 - 210	200 - 220	210 - 225	210 - 230	210 - 230
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20	20	20	20 - 40	20 - 40	
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-			180 - 200			210 - 230

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

Series 200, ester grades

Blow molding and coating grades, may be used for food contact applications.

Our Ecology Department will be pleased to provide you with more information on the subject of "Food Contact":

Bayer MaterialScience AG
 Dr. Eduard Haensel
 Tel.: +49(0)214/30-72939
 Fax: +49(0)214/30-31764
 e-mail: eduard.haensel@bayermaterialscience.com

Desmopan®

- DP 2784A** Shore hardness: 82A / 33D;
base material for batches
- DP 2586A** Shore hardness: 86A / 38D; extrusion and injection molding grade;
Application: blown film
- DP 2786A** Shore hardness: 88A; calender coating grade;
Application: fabric coating
- DP 2590A** Shore hardness: 92A; extrusion and injection molding grade;
Application: blown film
- DP 2792A** Shore hardness: 93A / 50D; calender coating grade;
Application: fabric coating

Desmopan® (TPU)				200 series, Ester grades				
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	DP 2784A	DP 2586A	DP 2786A	DP 2590A	DP 2792A

Mechanical properties (23 °C/50 % r.h.)

Shore hardness, method A		-	ISO 868	82	86	88	92	93
shore hardness, method D		-	ISO 868	33	38			50
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	25	45	33	45	43
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	500	500	590	500	520
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	4.0	5.6	6.4	10	10
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	10	12	11,2	30	20
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815			52		69
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815		23	17		26
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	30	32	86		70
Impact resilience	-	%	ISO 4662	45	46	37		29
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	50	71	69		
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178					

Thermal properties

Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	53	37	438	1860	318
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	13	12	40	74	24
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	5,2	8,3	19	29	11

Other properties (23 °C)

Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1200	1190	1205	1205	1205
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1					

Molding conditions

Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	190 - 210	210 - 230	190 - 210	210 - 230	190 - 220
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20 - 40	20 - 40	20	20	20 - 40
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-		195 - 215		190 - 210	

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

Series 300, ester grades (1)

Injection molding and extrusion grades offering a high mechanical strength together with improved hydrolysis resistance and low-temperature flexibility. Low swelling values in oils, greases and solvents.

This is the series of grades used most frequently for extruded articles of all types, as well as for highly-stressed structural parts.

Desmopan®

DP 3070A Shore hardness: 70A; injection molding grade; plasticizer-free; Application: engineering injection moldings; rigid/flexible composite systems

DP 3080A Shore hardness: 80A; injection molding grade; plasticizer-free; Application: rigid/flexible composite systems; engineering parts

DP 3380A Shore hardness: 80A; extrusion grade; plasticizer-free; Application: hoses, reinforced; profiles

385 E Shore hardness: 85A / 32D; extrusion and injection molding grade; Application: hoses, unreinforced; screenpacks; engineering parts; rigid/flexible composite systems

585 Shore hardness 85A / 32D; injection molding grade; containing microbicial agent; Application: sport shoe soles

3385A Shore hardness: 85A / 33D; extrusion and injection molding type; good wear resistance; short cycle times; Application: rigid/flexible composite systems; hoses, unreinforced; profiles; injection molding engineering parts

Desmopan® (TPU)				300 series, Ester grades (1)					
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	DP 3070A	DP 3080A	DP 3380A	385 E	585	3385A
Mechanical properties (23 °C/50 % r.h.)									
Shore hardness, method A		-	ISO 868	70	80	80	85	85	85
Shore hardness, method D		-	ISO 868				32	32	33
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	25	44	44	50	40	50
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	800	600	590	500	550	500
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	2,5	4,5	4,5	6,0	5,0	5
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	4,6	8,3	8,3	13	12	15
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	52	42	42	50	55	42
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	24	18	18	25	30	15
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	50	20	20	30	25	25
Impact resilience	-	%	ISO 4662	47	41	41	42	40	50
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	36	58	58	70	70	70
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178						17
Thermal properties									
Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	11	95	95	32	68	
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	4	20	20	12	15	
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	2	13	13	8,7	9,9	
Other properties (23 °C)									
Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1148	1160	1160	1200	1200	1200
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1						
Molding conditions									
Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	200 - 230	185 - 200	185 - 200	210 - 230	210 - 230	190 - 210
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20	20 - 40	20	20 - 40	20 - 40	20
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-			175 - 190	200 - 220		175 - 205

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

Series 300, ester grades (2)

Injection molding and extrusion grades with high mechanical strength, improved hydrolysis resistance and low-temperature flexibility. Low swelling values in oils, greases and solvents.

This is the series of grades used most frequently for extruded articles of all types, as well as for highly-stressed structural parts.

Desmopan®

3485A Shore hardness: 85A / 33D; extrusion and injection molding grade; suitable for extrusion blow molding; with mold release agent; high melt stability;
Application: bellows; injection molding engineering parts

DP 3491A Shore hardness: 92A / 40D; extrusion and injection molding grade; suitable for extrusion blow molding; high melt stability;
Application: blow molding; profiles; injection molding engineering parts

392 Shore hardness: 92A / 40D; extrusion and injection molding grade;
Application: cogged belts: profiles; hoses, unreinforced

345 Shore hardness: 95A / 47D; injection molding grade; with high mechanical strength for articles subject to wear;
Application: injection molding engineering parts

355 Shore hardness 96A / 56D; injection molding grade;
Application: injection molding engineering parts

356 Shore hardness: 97A / 55D; injection molding grade
Application: engineering parts; ski-boot shells; heel patches

Desmopan® (TPU)				300 series, Ester grades (2)					
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	3485A	DP 3491A	392	345	355	356
Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)									
shore hardness, method A		-	ISO 868	85	92	92	95	96	97
shore hardness, method D		-	ISO 868	33	40	40	47	56	55
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	50	50	45	52	60	60
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	500	500	450	450	430	400
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	5.0	8.0	9.0	12	15	19
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	15	20	22	27	35	40
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	42	50	41	42	45	50
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	15	20	25	25	30	30
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	25	25	25	30	35	35
Impact resilience	-	%	ISO 4662	50	36	33	35	35	35
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	70	100	80	100	130	130
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178	17			70	150	140
Thermal properties									
Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	32	95	115	230	505	470
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	12	22	24	47	66	72
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	8,1	14	15	22	24	29
Other properties (23 °C)									
Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1200	1200	1210	1220	1200	1250
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1						
Molding conditions									
Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	190 - 210	190 - 210	210 - 230	210 - 235	220 - 235	210 - 235
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-	175 - 205	180 - 210	200-220			

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

Series 300, ester grades (3)

Injection molding and extrusion grades with high mechanical strength, improved hydrolysis resistance and low-temperature flexibility. Low swelling values in oils, greases and solvents.

This is the series of grades used most frequently for extruded articles of all types, as well as for highly-stressed structural parts.

Desmopan®

359

Shore hardness: 97A / 59D; injection molding grade; with high mechanical strength for articles subject to wear;
Application: injection molding engineering parts; roller tires; shoe heels; ski-boot shells

DP 3059D

Shore hardness: 97A / 59D; injection molding grade; with mold release agent; excellent wear resistance; very short cycle times;
Application: heel patches; castors; shoe shells; injection molding engineering parts

365

Shore hardness: 98A / 65D; injection molding engineering parts;
Application: injection molding engineering parts; heel patches; sports shoe soles

372

Shore hardness: 98A / 73D; injection molding grade;
Application: injection molding engineering parts; gear socket balls for automotive sector

Desmopan® (TPU)				300 series, Ester grades (3)			
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	359	DP 3059D	365	372

Mechanical properties (23 °C/50 % r.h.)

Shore hardness, method A		-	ISO 868	97	97	98	98
shore hardness, method D		-	ISO 868	59	59	65	73
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	50	60	50	70
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	400		400	250
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	20	21	25	35
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	40	42	40	
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	60	60	50	
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	30	30	30	
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	35	18	30	30
Impact resilience	-	%	ISO 4662	35	35	40	42
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	160	120	180	220
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178	180	180	350	650

Thermal properties

Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	555	560	632	1000
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	105	115	160	354
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	38	42	52	68

Other properties (23 °C)

Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1230	1230	1230	1240
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1				

Molding conditions

Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	220 - 240	200 - 230	220 - 245	220 - 245
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-				

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

Series 300 ester grades (4) (sport shoe grades)

The 300 series grades listed below were developed for use in sport shoe soles. They have UV protection and fulfill the requirements of the leading sport shoe manufacturers. In addition to this, they are noted for their short cycle times, easy demolding and very good melt flowability when processed by injection molding. Long flow paths can thus be achieved with low wall thicknesses too.

Desmopan® (TPU)				300 series, Ester grades (4)			
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	KU 2-8785 DPS 032*	KU 2-8792 A*	KU 2-8795 A*	KU 2-8798 A*
Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)							
Shore hardness, method A	-	-	ISO 868	85	91	94	94
Shore hardness, method D	-	-	ISO 868	33	36	41	53
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	50	50	55	65
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	550	500	450	400
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	5	8.0	10	17
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	15	17	26	39
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	42	50	40	45
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	15	20	20	25
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	25	27	26	25
Impact resilience	-	%	ISO 4662	50	43	40	36
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	70	90	90	120
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178				100
Thermal properties							
Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	39	90	157	390
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	11	19	27	62
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	7	12	16	27
Other properties (23 °C)							
Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1200	1200	1210	1220
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1				
Molding conditions							
Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	200 - 220	190 - 210	190 - 210	195 - 215
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20	20 - 40	20 - 40	20 - 40
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-				

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

*) see disclaimer for developmental products

Series 300, ester grades (5) (sport shoe grades, reduced-wear)

These grades with the additional designation S043 are a further development of our sport shoe series of grades. In addition to the familiar good properties, such as UV stabilization, good flowability and short cycle times, these grades are noted for their considerably improved wear properties. They are used on parts subject to high wear. For coloring, it should be noted that these grades have a slightly milky natural color.

Desmopan® (TPU)				300 series, Ester grades (5)			
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	DP 8785A S043	DP 8792A S043	DP 8795A S043	DP 8798A S043

Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)

Shore hardness, method A		-	ISO 868	85	91	94	94
shore hardness, method D		-	ISO 868	33	40	41	53
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	45	50	50	65
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	500	500	450	400
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	5	7	10	17
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	14	17	24	39
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	42	50	45	45
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	15	20	21	25
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	18	18	17	15
Impact resilience	-	%	ISO 4662	50	43	40	36
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	70	80	90	120
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178				

Thermal properties

Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	39	115	185	374
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	11	19	29	67
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	7	12	16	28

Other properties (23 °C)

Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1200	1200	1210	1220
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1				

Molding conditions

Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	190 - 210	190 - 210	190 - 220	200 - 230
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20	20	20	25 - 40
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-				

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

Series 300, ester grades (6) (transparent grades)

All the highly transparent grades listed here are hydrolysis-stabilized and have special UV protection. They can be used for clear, transparent injection moldings with a wall thickness of up to 6 mm. Hoses, flat film and profiles can be extruded from these grades.

Desmopan® (TPU)				300 series, Ester grades (6)			
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	DP 3685AU	DP 3690AU	DP 3695AU	DP 3660DU
Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)							
Shore hardness, method A	-	-	ISO 868	86	93	96	98
Shore hardness, method D	-	-	ISO 868	38	40	43	56
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	50	55	59	60
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	450	430	425	400
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	5	8	12	19
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	13	24	34	40
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	36			
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	13			
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	22	22	20	20
Impact resilience	-	%	ISO 4662	32	29	25	31
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	88	95	112	170
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178				110
Thermal properties							
Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	190	848	1180	2380
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	13	54	69	267
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	6	30	33	77
Other properties (23 °C)							
Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1197	1211	1218	1229
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1				
Molding conditions							
Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	215 -235	215 - 235	215 - 235	215 - 235
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20	20 - 40	20 - 40	20 - 40
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-	180 - 200	180 - 200	190 - 210	190 - 210

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

Series 400, ester grades

This series offers a number of special properties thanks to the use of special raw materials and ancillary materials. Compared with the 100 and 300 series of ester grades, the individual materials display improved:

- compression set
- elasticity
- heat resistance
- hydrolysis resistance
- oil/grease resistance
- microbe resistance

These injection molding grades are used first and foremost in functional engineering components for automotive, mechanical and plant engineering.

Desmopan®

481 Shore hardness: 80A / 30D; injection molding grade; plasticizer-free; grease and oil-resistant; low compression set; high elasticity; high heat resistance; easy-release; Application: rollers; seals; membranes; automotive engineering parts

487

Shore hardness: 86A / 34D; injection molding grade; grease and oil resistant; low compression set; high heat resistance; short cycle times; Application: automotive engineering parts; rollers; seals, membranes; damping elements

445

Shore hardness: 93A / 44D; injection molding grade; grease and oil resistant; high heat resistance; low compression set; Application: automotive engineering parts: injection molding engineering parts

453

Shore hardness: 97A / 52D; injection molding grade; grease and oil resistant; low compression set; good wear resistance; Application: injection molding engineering parts; automotive engineering parts

460

Shore hardness: 97A / 58D; injection molding grade; grease and oil resistant; low compression set; high heat resistance; high elasticity; short cycle times; Application: automotive engineering parts; engineering parts

Desmopan® (TPU)				400 series, Ester grades				
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	481	487	445	453	460
Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)								
Shore hardness, method A		-	ISO 868	80	86	93	97	97
Shore hardness, method D		-	ISO 868	30	34	44	52	58
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	30	35	38	38	35
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	600	500	500	475	350
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	5.0	6.0	8	17	21
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	9.0	14	20	29	33
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	35	30	35	27	35
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	22	15		15	25
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	25	20	25	32	40
Impact resilience	-	%	ISO 4662	48	45	35	30	35
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	45	70	95	180	150
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178					170
Thermal properties								
Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	17	46	280	448	710
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	7,2	13	25	53	128
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	6,7	9,6	16	24	43
Other properties (23 °C)								
Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1200	1210	1220	1230	1220
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1					
Molding conditions								
Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	225 - 235	230 - 240	210 - 235	220 - 240	235 - 245
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-					

Series 500, ether/ester grades

Ether/ester grades that combine the advantages of both classes of raw material at low cost. These are used in applications subject to mechanical stressing with a simultaneous risk of damage through micro-organisms. Fields of application include extrusion coating, seals, technical injection moldings and watch straps.

Desmopan®

- 5377A** Shore hardness: 77A / 28D; extrusion and injection molding grade; improved microbe resistance; improved hydrolysis resistance; Applications: cable sheathings; fabric coating; watch straps
- DP 5080A** Shore hardness: 80A / 29D; injection molding grade; improved microbe resistance; improved hydrolysis resistance; Application: seals, membranes; rigid/flexible composite systems
- 588E** Shore hardness: 88A / 33D; extrusion and injection molding grade; improved microbe resistance; improved hydrolysis resistance; Application: cable sheathings; hoses, unreinforced; roof lining

Series 600, ether grades

The grades in the 600 series can be used as a lower-cost solution for applications that require the hydrolysis and microbe resistance of the 900 series but not such high-level mechanical properties. Potential applications include fire extinguisher hoses, shoe soles and rigid/flexible combinations.

Desmopan®

- DP 6065A** Shore hardness: 66A; injection molding grade; plasticizer-free; very good hydrolysis and microbe resistance; very short cycle times; Application: rigid/flexible composite systems; shoe soles
- DP 6386A** Shore hardness: 85A; extrusion and injection molding grade; very good hydrolysis and microbe resistance; short cycle times; Application: fire-extinguisher hoses; injection molding engineering parts; rigid/flexible composite systems
- DP 6045D** Shore hardness: 94A / 45D; injection molding grade; with special UV stabilizers; very good resistance to hydrolysis and microbes; very short cycle times; Application: injection molding engineering parts; animal identification tags

Desmopan® (TPU)				500 series, Ether/Ester grades			600 series, C3-Ether grades		
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	5377A	DP 5080A	588 E	DP 6065A	DP 6386A	DP 6045D
Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)									
Shore hardness, method A		-	ISO 868	77	80	88	66	85	94
Shore hardness, method D		-	ISO 868	28	29	33			45
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	26	28	35	17	24	27
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	740	650	600	850	725	391
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	4.0	4.0	6.0	2.7	6.8	13.5
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	7.0	9.0	11	6	11	23
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	50	50	50	36	37	56
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	20	20	25	16	17	18
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	80	70	60	150	90	90
Impact resilience	-	%	ISO 4662	45	45	36	50	43	39
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	40	55	55	26	40	50
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178					18	
Thermal properties									
Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	20	20	39	42		455
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	6,7	7,5	11	15		155
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	5,1	5,6	7,9	12		91
Other properties (23 °C)									
Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1140	1140	1150	1084	1117	
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1						
Molding conditions									
Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	180 - 200	190 - 210	210 - 230	190 - 210	215 - 230	200 - 220
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 30	20	20 - 30
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-	170 - 190		190 - 210		185 - 210	

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

Series 700, carbonate grades

The grades in this series have been specially developed for particular applications and have been successfully used in these applications for many years. They display good resistance to microbes and hydrolysis, experience less swelling in water than other grades and offer a level of mechanical properties comparable to ester grades.

Applications include fire-extinguisher hoses, film, cogged belts, seals and animal identification tags.

Desmopan®

786 E	Shore hardness: 88A / 33D; extrusion and injection molding grade; high mechanical strength; very good hydrolysis and microbe resistance; good low-temperature flexibility; Application: fire-extinguisher hoses; films; profiles; engineering parts
790	Shore hardness: 92A / 40D; extrusion and injection molding grade; good hydrolysis and microbe resistance; high mechanical strength; good low-temperature flexibility; Application: cogged belts; profiles; injection molding engineering parts
795 U	Shore hardness: 94A / 43D; injection molding grade; with special UV stabilizers; good hydrolysis and microbe resistance; short cycle times; Application: animal identification tags

Desmopan® (TPU)				700 series, Carbonate grades		
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	786 E	790	795 U

Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)

Shore hardness, method A		-	ISO 868	88	92	94
shore hardness, method D		-	ISO 868	33	40	43
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	43	55	46
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	525	450	430
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	7.0	10	14
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	14	25	34
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	55	50	42
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	25	25	22
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	40	30	25
Impact resilience	-	%	ISO 4662	32	32	32
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	60	85	102
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178			72

Thermal properties

Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	120	200	450
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	15	22	48
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	9,3	12	19

Other properties (23 °C)

Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1150	1210	1200
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1			

Molding conditions

Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	210 - 230	210 - 230	210 - 230
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20 - 40	20 - 40	20 - 40
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-	190 - 210	200 - 220	

Series W8000, aliphatic (1)

The new Desmopan® product line based on an aliphatic isocyanate. In addition to possessing the familiar properties of TPUs, these products do not yellow under the action of UV light. They additionally offer a particularly high resilience and "snappiness".

This is why these grades are particularly suitable for colored applications in automotive engineering and the sport and leisure sectors.

Desmopan®

W DP85085A Shore hardness: 85A; injection molding grade; improved microbe resistance; good low-temperature flexibility; improved hydrolysis resistance; Application: automotive interior applications

W DP 85786A Shore hardness: 90A; calender-coating grade; good low-temperature flexibility; high compression set; improved microbe resistance; improved hydrolysis resistance; Application: fabric coating

W DP 89085A Shore hardness: 86A; injection molding grade; very good hydrolysis and microbe resistance; good low-temperature flexibility; high compression set; low wear; for colored applications in the automotive, sports and leisure sectors

KU 2-88586* Shore hardness: 89A; special grade for slush processes; good low-temperature flexibility; high compression set; improved microbe resistance; improved hydrolysis resistance

Desmopan® (TPU)				W8000 series, Aliphatic grades (1)			
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	W DP85085A	W DP85786A	KU 2-88586*	W DP 89085A

Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)

Shore hardness, method A		-	ISO 868	85	90	89	86
shore hardness, method D		-	ISO 868				
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	32	26	25	33
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	880	850	890	750
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	6.0	6,3	6.3	7
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	9.5	9,5	9.5	10
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	42	43	43	
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	18			
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	28	30	30	31
Impact resilience	-	%	ISO 4662	63	62	62	64
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	75	74	74	42
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178				33

Thermal properties

Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	62	67	67	150
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	22	22	22	30
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	15	15	15	40

Other properties (23 °C)

Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1130	1130	1130	1080
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1				

Molding conditions

Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	180-210	170 - 190	170 - 190	200 - 220
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20 - 40	20	20 -40	20 -40
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-				

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

*) see disclaimer for developmental products

Series W8000, aliphatic (2)

The new Desmopan® product line based on an aliphatic isocyanate. In addition to possessing the familiar properties of TPUs, these products do not yellow under the action of UV light. The products in the following Table also have very good hydrolysis and microbe resistance, good low-level flexibility and low wear values. They additionally offer a particularly high resilience and "snappiness".

This is why these grades are particularly suitable for colored applications in automotive engineering and the sport and leisure sectors.

Desmopan® (TPU)				W8000 series, Aliphatic grades (2)		
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	W DP89043D	W DP89051D	W DP89056D

Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)

Shore hardness, method A		-	ISO 868	95	96	95
shore hardness, method D		-	ISO 868	43	51	56
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	39	48	43
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	717	550	320
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	12	17	20
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	18	23	43
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	41	46	46
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815			
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	11	17	22
Impact resilience	-	%	ISO 4662	56	52	51
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	96	142	
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178	80	170	250

Thermal properties

Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	73	152	700
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	46	77	298
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	31	52	193

Other properties (23 °C)

Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1080	1080	1110
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1			

Molding conditions

Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	210 - 230	230 - 250	240 - 260
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	40 - 60	40 - 60	40 - 60
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-			

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

Series 900, ether grades (1)

Products offering very good hydrolysis and microbe resistance. Their excellent low-temperature flexibility constitutes a further characteristic feature. The 900 grade series is used inter alia in applications where good flexibility or impact strength is required at very low temperatures. Applications include cables, hoses, profiles, films and shoe shells.

Desmopan®

DP 9370A Shore hardness: 70A; extrusion and injection molding grade; good low-temperature flexibility; plasticizer-free; high moisture vapor transmission rate; Application: roof lining; seals, membranes; films; rigid/flexible composite systems; sport shoe soles

DP 9370AU As for DP 9370A but with special UV stabilizers

DP 9380A Shore hardness: 82A / 31D; extrusion and injection molding grade; good low-temperature flexibility; complies with DIN VDE 0282-10; Application: cable sheathings; hoses, unreinforced

9385 Shore hardness: 86A / 35D; extrusion and injection molding grade; good low-temperature flexibility; complies with DIN VDE 0282-10; Application: cable sheathings; hoses, unreinforced

DP 9585A Shore hardness: 85A / 34D; extrusion and injection molding grade; good low-temperature flexibility; Application: blown film; fabric coating; cable sheathings; profiles; engineering parts

DP 9392A Shore hardness: 92A / 42D; extrusion and injection molding grade; good low-temperature flexibility; Application: hoses, unreinforced; cable sheathings; profiles; engineering parts

DP 9392AU As for DP 9392A but with special UV stabilizers

DP 9095AU Shore hardness: 95A / 43D; injection molding grade; with special UV stabilizers; good wear resistance, low tendency to warp; short cycle times; Application: animal identification tags

Desmopan® (TPU)				900 series, C4-Ether grades (1)					
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	DP 9370A / AU	DP 9380A	9385	DP 9585A	DP 9392A / AU	DP 9095AU
Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)									
Shore hardness, method A		-	ISO 868	70	82	86	85	92	95
shore hardness, method D		-	ISO 868		31	35	34	42	43
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	25	40	48	40	50	65
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	800	500	600	630	500	370
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	2.4	5.0	6.0	6.0	8,5	18
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	4.3	9.0	13	10	17	30
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	49	42	43	36	40	77
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	22	25	25	28	20	30
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	69	20	25	84	20	18
Impact resilience	-	%	ISO 4662	63	50	40	45	32	33
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	39	50	65	60	85	129
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178						
Thermal properties									
Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	37	14	29	31	104	275
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	4,5	8,3	12	12	22	40
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	3,2	6,3	7,9	7,8	13	19
Other properties (23 °C)									
Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1060	1110	1120	1110	1150	1149
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1						
Molding conditions									
Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	190 - 210	205 - 225	205 - 225	205 - 225	210 - 230	200 - 220
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-	175 - 215	195 - 215	195 - 215	180 - 210	195 - 215	200 - 220

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

Series 900, ether grades (2)

Products offering very good hydrolysis and microbe resistance. Their excellent low-temperature flexibility constitutes a further characteristic feature. The 900 grade series is used inter alia in applications where good flexibility or impact strength is required at very low temperatures. Applications include cables, hoses, profiles, films and shoe shells.

Desmopan®

- DP 9395A** Shore hardness: 95A / 46D; extrusion and injection molding grade; good low-temperature flexibility; Application: pneumatic hoses; cable sheathings; profiles, injection molding engineering parts
- DP 9395AU** As for DP 9395A but with special UV stabilizers
- 955 U** Shore hardness: 97A / 55D; injection molding grade; with special UV stabilizers; very good low-temperature impact strength; Application: ski-boot shells; hoses, unreinforced; injection molding engineering parts

- DP 9659DU** Shore hardness: 97A / 59D; extrusion and injection molding grade; with special UV stabilizers; transparent up to 6 mm wall thickness; Application: ski-boot shells; hoses, unreinforced
- DP 9662DU** Shore hardness: 97A / 62D; extrusion and injection molding grade; with special UV stabilizers; transparent up to 6 mm wall thickness; Application: ski-boot shells; hoses, unreinforced
- DP 9665DU** Shore hardness: 98A / 65D; extrusion and injection molding grade; with special UV stabilizers; transparent up to 6 mm wall thickness; Application: ski-boot shells; hoses, unreinforced; pneumatic hoses
- KA 8333*** Shore hardness: 98A / 66D; injection molding grade; very good low-temperature impact strength; Application: shoe soles; engineering parts
- DP 9873D** Shore hardness: 98A / 73D; injection molding grade; very good low-temperature impact strength; Application: shoe soles; injection molding engineering parts

Desmopan® (TPU)				900 series, C4-Ether grades (2)						
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	DP 9395A / AU	955 U	DP 9659DU	DP 9662DU	DP 9665DU	KA 8333*	DP 9873D
Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)										
Shore hardness, method A		-	ISO 868	95	97	97	97	98	98	98
shore hardness, method D		-	ISO 868	46	55	59	62	65	66	73
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	50	55	60	55	55	55	55
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	450	400	400	350	350	325	310
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	13	20	22	28	26	29	35
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	27	35	40	49	55	45	50
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815	40	46					
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815	22						
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	30	40	20	20	19	30	
Impact resilience	-	%	ISO 4662		38	29	31	40	47	45
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	100	140	89	98	208	150	200
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178	55	170	180	220		530	910
Thermal properties										
Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	209	330	1370	1270	1440	530	733
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	39	104	267	362	440	233	475
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	19	32	75	97	110	63	156
Other properties (23 °C)										
Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1150	1160	1160	1176	1175	1170	1190
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1							
Molding conditions										
Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	210 - 230	215 - 235	220 - 235	220 - 235	220 - 235	225 - 235	225 - 235
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	20 - 40	20 - 40	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 60
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-	200 - 220	205 - 235	205 - 235	205 - 235			

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

*) see disclaimer for developmental products

Impact-modified ester grades

This series of grades was developed primarily for shoe shells and similar applications. Shoe shells or ski boots produced in these grades are lightweight and offer a high rigidity and elasticity with a very good low-temperature impact strength. The modified Desmopan® grades additionally display a high scratch and wear resistance.

Glass fiber reinforced grades

Injection moldings in glass fiber reinforced Desmopan® are characterized by a low shrinkage and a low coefficient of expansion. The coefficient of expansion in the direction of the glass fibers is of the same order of magnitude as for aluminum.

Field of application: exterior automotive engineering parts.

Parts in R-TPU display a high heat resistance, good low-temperature impact strength and sound insulation, good flow-ability and accurate reproduction of detail.

Molded parts can be printed and painted.

Desmopan® (TPU)				Impact modified, Ester grades					Glass fiber reinforced grades
Typical Properties	Test Conditions	Units	Standards	KU 2-8715*	KA 8529*	KA 8377*	KA 8410*	KA 8417*	DP 3970D

Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)

Shore hardness, method A		-	ISO 868	96	97	97	98	98	99
shore hardness, method D		-	ISO 868	57	59	62	64	66	70
Ultimate tensile strength	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	52	60	60	60	54	64
Elongation at break	200 mm/min	%	i.A. ISO 527-1,-3	470	410	390	380	360	25
Stress at 100 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	18	18	24	26	31	
Stress at 300 % strain	200 mm/min	MPa	i.A. ISO 527-1,-3	35	37	40	43	45	
Compression set	24 h; 70 °C	%	ISO 815		60				
Compression set	72 h; 23 °C	%	ISO 815		30				
Abrasion resistance	-	mm ³	ISO 4649	25	30	30	30	30	
Impact resilience	-	%	ISO 4662	36	38	38			
Tear propagation resistance	500 mm/min	kN/m	ISO 34-1	130	140	160	150	190	
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178	175	240	330	440	510	1700

Thermal properties

Torsional storage modulus	-20 °C	MPa	ISO 6721-2	542	600	760	824	895	2870
Torsional storage modulus	23 °C	MPa	ISO 6721-2	127	157	206	250	311	1450
Torsional storage modulus	70 °C	MPa	ISO 6721-2	46	57	64	77	93	765

Other properties (23 °C)

Density	-	kg/m ³	ISO 1183	1170	1200	1200	1200	1180	1376
Glass fiber / glass bead / filler content	-	%	ISO 3451-1						21

Molding conditions

Injection molding-Melt temperature	-	°C	-	225 - 240	225 - 240	225 - 240	225 - 240	225 - 240	220 - 245
Injection molding-Mold temperature	-	°C	-	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 80
Extrusion-Melt temperature	-	°C	-						

DP = Developmental product (see disclaimer for developmental products)

*) see disclaimer for developmental products

Pretreatment of the granules

TPU absorbs moisture from the air. The extent and rate at which this happens depends on the raw material type, hardness and climate. To ensure trouble-free processing and avoid any loss of quality, we recommend drying to a moisture content of $\leq 0.05\%$. If the granules are too moist, blisters or streaks can occur on the surface of the finished components. The extrudate is no longer smooth and glossy but foamy and gassy.

A frequent cause of defects is also the use of undried functional concentrates. These batches should be separately pre-dried and have a moisture content $\leq 0.05\%$. Such levels can be reliably reached in conventional dry air and circulating air dryers.

Depending on the hardness, the recommended drying temperatures are between 80 and 110 °C, with drying times of 1 to 3 hours. Better drying can be achieved in a shorter time with dry air dryers.

Dried, hot granules should not be left to cool down in the open air. They must be stored in dry containers that can be re-sealed. The machine hopper must be kept covered.

Coloring

Apart from a few exceptions, Desmopan® is supplied solely in its natural color. This will be somewhere between transparent yellow and opaque white, depending on the grade in question.

Converters can easily color Desmopan® themselves. A simple and reliable means of doing this is by using pigment masterbatch with Desmopan® as the carrier material.

Pigment masterbatch based on polystyrene or SAN resin is suitable to a limited extent, while masterbatch based on polyethylene, polypropylene or PVC is not at all suitable. Desmopan® can similarly be colored with pigments and pastes. The standard quantities employed (depending on wall thickness and color density):

Pigment masterbatch	1.0 - 4%
Coloring pastes	0.5 - 1%
Pigments	0.2 - 0.5%

Particular care should be taken to ensure that the coloring agents employed are dry. Even the addition of just 1% moist pigment masterbatch can affect the surface and impair demolding behavior.

Food contact

Since there are different provisions governing food contact in a large number of countries, no general statement can be made here.

If you have any questions on this subject please contact:

Bayer MaterialScience AG
Dr. Eduard Haensel
Tel.: +49(0)214/30-72939
Fax: +49(0)214/30-31764
E-Mail: eduard.haensel@bayermaterialscience.com

Occupational hygiene and environmental advice

Air extraction

Desmopan® can be machined and processed over a wide temperature range but, as with all natural and synthetic organic materials, it decomposes at a certain temperature. The development of smoke signifies that decomposition is taking place.

Slow decomposition commences at approximately 240 °C, depending on the grade of Desmopan® involved. Further information may be obtained from our Safety Data Sheets.

We recommend efficient air extraction in all cases. This is particularly important for extrusion and welding, since, in the latter case in particular, it is impossible to achieve a controlled temperature profile.

Waste disposal

Providing that it is not contaminated with other substances, Desmopan® can essentially be dumped on municipal landfills. It does not constitute a hazard to water. If the material can no longer be recycled, then it is feasible and, indeed makes sense, for it to be incinerated in a waste incineration plant on account of its high calorific value.

Recycling

Molded parts in Desmopan® must be marked in accordance with DIN/ISO 11469 and ISO 11469 (see TI KU21159).



>TPU<

All Desmopan® grades can be remelted in a stable manner and can thus be reprocessed in the course of recycling (they should be pre-dried as a matter of principle).

Injection molding

Sprue and runner waste and other clean waste can be granulated and re-processed. The quantity of regrind added to virgin material should always be selected on the basis of the requirement profile specified for the parts. This will also show whether it is possible to use 100 % regrind. Unless the injection moldings are being used for inferior-quality applications, they must be tested to check that they meet the specified requirements.

Extrusion

Either process separately or add to injection molding grades.

DP / * This is a developmental product. Further information, including amended or supplementary data on hazards associated with its use, may be compiled in the future. For this reason no assurances are given as to type conformity, processability, long-term performance characteristics or other production or application parameters. Therefore, the purchaser/user uses the product entirely at his own risk without having been given any warranty or guarantee and agrees that the supplier shall not be liable for any damages, of whatever nature, arising out of such use.

Commercialization and continued supply of this material are not assured. Its supply may be discontinued at any time.

This information and our technical advice – whether verbal, in writing or by way of trials – are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary rights of third parties are involved. Our advice does not release you from the obligation to verify the information currently provided - especially that contained in our safety data and technical information sheets - and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use and processing of our products and the products manufactured by you on the basis of our technical advice are beyond our control and, therefore, entirely your own responsibility. Our products are sold in accordance with the current version of our General Conditions of Sale and Delivery.

Unless specified to the contrary, the values given have been established on standardised test specimens at room temperature. The figures should be regarded as guide values only and not as binding minimum values. Kindly note that, under certain conditions, the properties can be affected to a considerable extent by the design of the mold/die, the processing conditions and the coloring.

Publisher: Business Development – TPU
Bayer MaterialScience AG,
D-51368 Leverkusen
www.plstics.bayer.com

Anexo C. Materiales para inyección.

C.2. Especificaciones de material Termoplástico Texin 1199



TEXIN[®] DP7-1199

Thermoplastic Polyurethane

Aromatic Polyester-Based Grade

Description and Applications

Texin DP7-1199 resin is an aromatic polyester-based thermoplastic polyurethane with a Shore hardness of approximately 70A; it can be processed by injection molding and extrusion. Texin DP7-1199 resin offers good processing and outstanding abrasion resistance, impact strength, toughness, and flexibility. It is stabilized against degradation due to UV exposure.

Typical applications include overmolding, compounding modifier, seals and gaskets, athletic soles, casters, mine screens, wear surfaces and extruded profiles, tubing and sheet. As with any product, use of Texin DP7-1199 resin in a given application must be tested (including field testing, etc.) in advance by the user to determine suitability.

Storage, Drying and Regrind Usage

Texin thermoplastic polyurethane resins are hygroscopic and will absorb ambient moisture. The resins should remain in their sealed containers and stored in a dry area. Storage temperatures should not exceed 86°F (30°C). Unused resin from opened containers, or reground material that is not to be used immediately, should also be stored in sealed containers under cool and dry conditions.

Prior to processing, Texin DP7-1199 resin must be thoroughly dried for a minimum of 2 hours in a desiccant dehumidifying hopper dryer to a moisture content of less than 0.03%. Hopper inlet air temperature should be 180-220°F (82-104°C), the inlet air dew point should be -20°F(-29°C) or lower.

Where end-use requirements permit, up to 20% Texin resin regrind may be used with virgin material. Regrind material must be generated from properly molded/extruded parts, sprues, runners, trimmings, and/or films. Degraded or discolored material may not be used for regrind. All regrind material must be free of contamination and thoroughly blended with virgin material prior to drying and processing. Finished parts containing regrind must be tested to ensure that end-use requirements are fully met.

Injection Molding and Extrusion Conditions

Typical starting conditions for injection molding, extrusion are noted below. Actual processing conditions will depend on machine size, mold design, material residence time, shot size, part geometry, etc.

Typical Injection Molding Conditions

Barrel Temperatures:	
Rear	350°-380°F (177°-193°C)
Middle	360°-390°F (182°-199°C)
Front	360°-390°F (182°-199°C)
Nozzle	360°-390°F (182°-199°C)
Melt Temperature	370°-395°F (188°-202°C)
(Melt temperature should not exceed 410°F (210°C))	
Mold Temperature	60°-110°F (15°-45°C)
Injection Pressure	6,000-14,000 psi
Hold Pressure	60-80% of Injection Pressure
Back Pressure	800 psi max.
Screw Speed	40-80 rpm
Injection Speed	Moderate
Cushion	1/8 inch max

* These items are provided as general information only. They are approximate values and are not part of the product specifications.

Typical Conditions for Extrusion

Rear (Feed)	350°-380°F (177°-193°C)
Middle (Transition)	360°-390°F (182°-199°C)
Front (Meter)	360°-390°F (182°-199°C)
Die	360°-390°F (182°-199°C)
Melt	370°-395°F (188°- 202°C)

Developmental Product Information

Texin DP7-1199 resin is a developmental product and is not considered part of the Bayer MaterialScience line of standard commercial products. Complete commercialization and continued supply are not assured. *The purchaser/user agrees that Bayer MaterialScience reserves the right to discontinue this product without prior notice.*

Regulatory Compliance Information

The end uses of the product described in this bulletin must comply with applicable regulations, such as the FDA. If you have any questions on the regulatory status of these products, contact your Bayer MaterialScience representative or Bayer's Regulatory Affairs Manager in Pittsburgh, PA.

Health and Safety Information

Appropriate literature has been assembled which provides information concerning the health and safety precautions that must be observed when handling Texin DP7-1199 resin. Before working with this product, you must read and become familiar with the available information on its hazards, proper use and handling. This cannot be overemphasized. Information is available in several forms, e.g., material safety data sheets and product labels. Consult your Bayer MaterialScience representative or contact Bayer's product safety and Regulatory Affairs Department in Pittsburgh, PA.

* These items are provided as general information only. They are approximate values and are not part of the product specifications.

Typical Properties* For Natural Resin	ASTM Test Method (Other)	Units		Texin DP7-1199	
		U.S. Conventional	SI Metric	U.S. Conventional	SI Metric
General					
Specific Gravity	D 792 (ISO 1183)			1.18	
Shore Hardness	D 2240 (ISO 868)	A Scale		70	
Taber Abrasion	D 3489 (ISO 4649)				
H-18 wheel, 1000-g load, 1000 cycles		mg Loss		20	
Bayshore Resilience	D 2632	%		16	
Mold Shrinkage at 100-mil Thickness:	D 955 (ISO 2577)				
Flow Direction		in/in (mm/mm)		0.008	
Cross-Flow Direction		in/in (mm/mm)		0.008	
Mechanical					
Tensile Strength	D 412 (ISO 37)	lb/in ²	MPa	3,450	23.8
Tensile Strength @ 100% Elongation	D 412 (ISO 37)	lb/in ²	MPa	650	4.5
Tensile Strength @ 300% Elongation	D 412 (ISO 37)	lb/in ²	MPa	1,475	10.2
Ultimate Elongation	D 412 (ISO 37)		%	575	
Tear Strength, Die "C"	D 624 (ISO 34)	lbf/in	kN/m	400	70.0
Flexural Modulus	D 790 (ISO 178)				
158°F (70°C)		lb/in ²	MPa	1,350	9.3
73°F (23°C)		lb/in ²	MPa	1,950	13.4
Compression Set (Post-cured**):	D 395B (ISO 815)				
22 hours at 158°F (70°C)			%	30	
22 hours at 73°F (23°C)			%	14	
Thermal					
Glass Transition Temperature (Tg)	(DMA) ^a	°F	°C	-9	-23
Vicat Softening Temperature (Rate A)	D 1525 (ISO 306)	°F	°C	162	72

*These values are provided as general information only. They are approximate values and are not part of the product specifications.

** Post-cured for 16 hours at 230°F (110°C).

Note: The information contained in this bulletin is current as of November 2012. Please contact Bayer MaterialScience to determine whether this publication has been revised.

Bayer MaterialScience LLC

100 Bayer Road • Pittsburgh, PA 15205-9741 • Phone: 1-800-662-2927 • www.BayerMaterialScienceNAFTA.com

The manner in which you use and the purpose to which you put and utilize our products, technical assistance and information (whether verbal, written or by way of production evaluations), including any suggested formulations and recommendations are beyond our control. Therefore, it is imperative that you test our products, technical assistance and information to determine to your own satisfaction whether they are suitable for your intended uses and applications. This application-specific analysis must at least include testing to determine suitability from a technical as well as health, safety, and environmental standpoint. Such testing has not necessarily been done by us. Unless we otherwise agree in writing, all products are sold strictly pursuant to the terms of our standard conditions of sale. All information and technical assistance is given without warranty or guarantee and is subject to change without notice. It is expressly understood and agreed that you assume and hereby expressly release us from all liability, in tort, contract or otherwise, incurred in connection with the use of our products, technical assistance, and information. Any statement or recommendation not contained herein is unauthorized and shall not bind us. Nothing herein shall be construed as a recommendation to use any product in conflict with patents covering any material or its use. No license is implied or in fact granted under the claims of any patent.

20521 11/12

Anexo C. Materiales para inyección.

C.3. Especificaciones de material Poliamida Nylon 6

Nailon 6/6 reforzado con 30 % de fibra de vidrio.

Propiedades Físicas	ASTM Test Method	Units	Nylon 6/6	Nylon 6/6 GF30
Density	D792	lbs/cu in	0.0412	0.0488
Specific Gravity	D792	----	1.14	1.35
Water absorption, 24 hours, 73°F (23°C)	D570	%	8.5	0.7

Propiedades Mecánicas	ASTM Test Method	Units	Nylon 6/6	Nylon 6/6 GF30
Tensile Strength 73°F	D638	psi	12,400	27,000
Elongation 73° F	D638	%	90	3
Flexural Strength, 73° F	D790	psi	17,000	39,100
Flexural Modulus, 73°F	D790	psi	4.1 X 10 ⁵	12 X 10 ⁵
Izod Impact Strength, Notched, 73°F	D256	----	R120 - M79	M101
Rockwell Hardness	D785	ft-lbs/in.	1.2	2.1

Anexo D. Solicitud de patente de arete
2013

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Anexo E. Solicitud de patente de pinza
aplicadora 2013

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Anexo F. Memoria de vídeos de prototipos

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Anexo G. Simulación en Solid Works:

Análisis estático de los elementos del
dispositivo ALLFLEX

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Anexo H. Simulación en Solid Works:

Análisis estático de los elementos del
dispositivo propuesto

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.

Anexo I. 3D printing prototyping

CONTENIDO RESTRINGIDO

Contenido de carácter confidencial, de ser necesario solicitar la consulta del documento. El resguardo de la información está a cargo de:

Dr. Marcelo López Parra

Profesor Titular, Investigador del Centro de Alta Tecnología, F.I.

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich.

Jefe del Departamento de Posgrado en Ingeniería Mecánica, F.I.