



**fcfm** Ingeniería Eléctrica  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

# CAUCHO

Félix Canales P. y Víctor Galaz C.

Profesor: Alberto Botteselle D.  
Profesor Auxiliar: Cristian Pineda F.

EL57C Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I 26 de Octubre del 2009

## Contenido

- Introducción
- Historia
- Tipos de Caucho
- Proceso de Producción
- Productos
- Propiedades Físicas
- Información Comercial

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I 2

## Introducción

El caucho es una sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica.

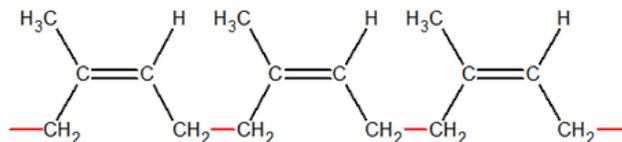
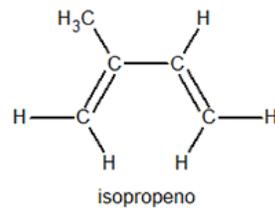
El caucho natural se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas

El caucho sintético se prepara a partir de hidrocarburos insaturados

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

3

## Introducción



Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

4

## Historia



- Origen, 1600AC
- 1770 goma de borrar
- 1791 impermeabilización de un paño
- 1839 Goodyear, vulcanización
- 1910 nace el caucho sintético

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

5

## Producción del caucho

- Extracción
- Filtrado y limpieza
- Triturado o masticación
- Sanitación o extrusión
- Vulcanizado

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

6

## Extracción

- Los arboles y arbustos de donde se extrae el látex son:
- Guayule
- Hevea
- árbol del Hule
- Varios arbustos interiores(diente de león, enredaderas, algodoncillo, entre otros).

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

7

## Extracción



Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

8

## Triturado o masticación

- Hacen que se estire y que no se endurezca (carbonato de calcio y la baritina o sulfato de bario)
- Para dar dureza al material (óxido de zinc, carbonato de magnesio y ciertas arcillas)
- Ablandadores
- Colorantes

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

9

## Sanitación o extrusión

- El caucho se prepara para producirlo en láminas, también se le puede dar textura con prensas o rodillos. Terminado este proceso, el caucho está listo para pasar a la etapa de vulcanización.



Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

10

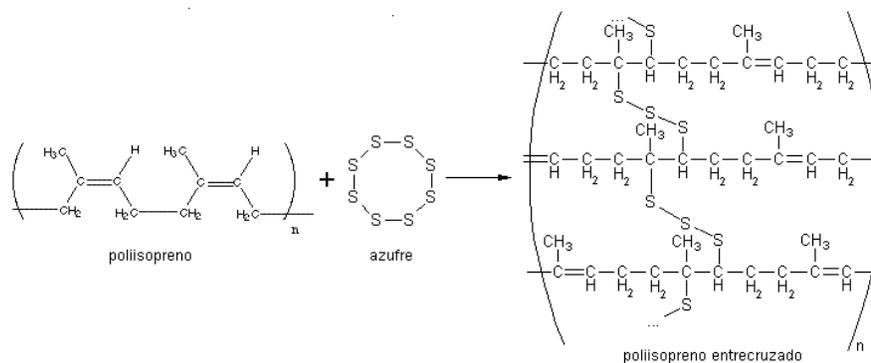
## Vulcanización

- Se agrega azufre a baja presión y alta temperatura (acelera el proceso)
- El resultado obtenido es que las moléculas elásticas de caucho quedan unidas entre sí a una mayor o menor extensión .
- El caucho se vuelve más estable, duro, durable, más resistente al ataque químico y sin perder la elasticidad natural.
- Es un proceso irreversible.

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

11

## Vulcanización



Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

12

# Proceso completo

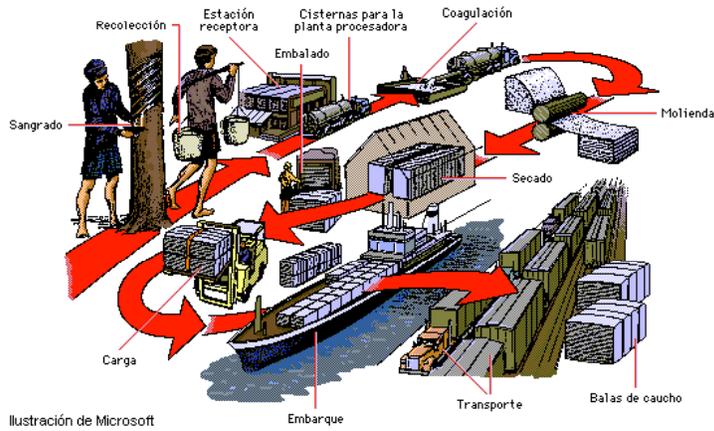


Ilustración de Microsoft

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

13

# Proceso de Producción



Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

14

## Tipos de Caucho

D-1418	Nombre Comercial	Nombre Quimico
NR	Caucho Natural	Caucho Poli isopreno
SBR	SBR	Caucho Estireno Butadieno
CIIR	Cloro Butilo	Caucho Poli Cloro Isobutileno
EPDM	EPDM	Caucho Etilen Propileno Norboneno
CSM	Hypalon	Caucho Polietileno Clorosulfonado
CR	Neopreno	Caucho Poli Cloropreno
NBR	Acrilo Nitrilo	Caucho Butadieno Acrilo Nitrilo
FKM	Viton	Caucho Fluorado
FVMQ	Fluorsilicona	Caucho fluor Vinil Silano

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

15

## Productos

- Industriales
- Hogar
- Relacionados con electricidad
- Cables de poder

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

16

# Productos

- Industriales



Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

# Productos

- Hogar



Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

## Productos

- Relacionados con la electricidad

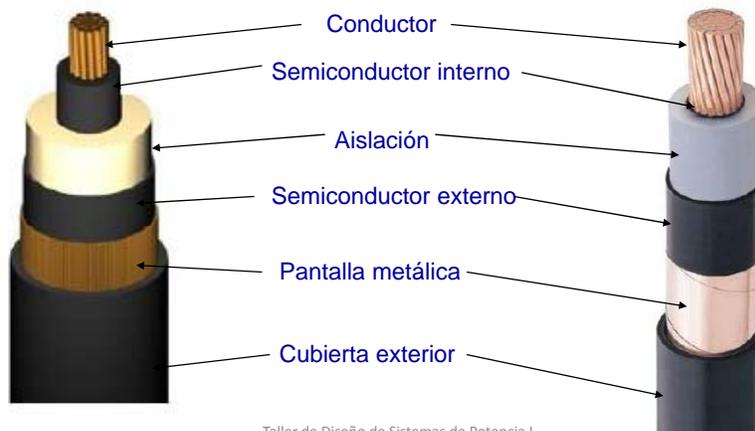


Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

19

## Productos

- Cables de Poder (XAT y EAT)



Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

20

## Productos

- Cables de Poder: Aislante
  - Termofijos: Materiales que frente a un aumento de temperatura no presentan plasticidad, ya que siempre mantienen su forma.
    - Polietileno Reticulado (XLPE) XAT
    - ✓ Goma Etileno Propileno (EPDM) EAT

## Propiedades Físicas

- Propiedades
- Comparación con otros aislantes

## Propiedades Físicas

### • Mecánicas y Eléctricas

Designación ASTM 0-1418	NR	SBR	CIIR	EPDM	CSM	CR	NBR	FKM	FVMQ
Peso Específico (gr/cm <sup>3</sup> )	0.92	0.94	0.92	0.88	1.18	1.25	1	1.86	1.4
Adhesión a Metales/Tejidos	E	B	P-B	P-B	B	E	B	P-B	B
Rango de Temp de trabajo (°C)	-20 a 70	-10 a 70	-15 a 150	-35 a 150	-35 a 160	-10 a 100	-35 a 130	-10 a 230	-80 a 250
Rango de Dureza (°Sh A)	30-100	40-100	40-90	30-90	45-100	30-95	40-95	60-90	40-80
Resistencia a la tracción Max (kg/cm <sup>2</sup> )	300	220	200	200	250	250	250	200	100
Alargamiento de Ruptura Max (%)	650	600	800	600	500	600	650	300	400
Deformación permanente por Compresión	E	B	P	B	P-B	B	B	B-E	P-B
Resiliencia	E	B	P	B	P	E	B	P	P
Resistencia Eléctrica	E	E	E	E	B	P	C	B	E
Resistencia a la Abrasión	E	B-E	P	B	B-E	B-E	B	B	C
Resistencia al Desgarre	E	P	B	P	B	B	B-E	N	N-P
Resistencia al Impacto	E	E	B	B	B	B	P	B	C
Temperatura de Rigidez (°C)	-30 a -45	-18 a -45	-25 a 40	-30 a 45	-35 a -45	-10 a -45	-10 a -5	-10 a -25	-5
Ozono	N	N	E	E	B-E	B	P	E	E
Agua y Luz Solar	C	C	E	E	E	B-E	C	E	E
Agua/Vapor	B	P	E	E	B	B	P-B	B	P-B
Alcalis Diluidos - Concentrados	P-B	P-B	E	E	E	E	B	E	B
Ácidos Diluidos - Concentrados	P-B	P-B	E	E	E	E	B	B-P	B
Fuel/Oil	N	N	N	N	B	B	E	E	E
Base Hidrocarburo	N	N	N	N	P-B	C	B	E	E

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

23

## Propiedades Físicas

### • Mecánicas y Eléctricas

Caucho Natural	Excelentes propiedades Mecánicas, tracción, flexión y compresión. - Excelente aislante eléctrico, muy buena resistencia a los ácidos diluidos y detergentes. - Buena adhesión a tejidos y metales.
Estireno-Butadieno	- Muy Buenas propiedades Mecánicas. - Resistente al envejecimiento por calor y oxidación. - Buena resistencia a los ácidos diluidos
Nitrilo	- Buenas propiedades mecánicas. - Excelente resistencia a grasas y aceites, así como hidrocarburos alifáticos
Neopreno (Cloropreno)	- Muy Buenas propiedades mecánicas, excelente resistencia al ozono, sol e intemperie. - Buena resistencia a los disolventes alifáticos, a los ácidos diluidos y a los detergentes. - Ciertas formulaciones son ignífugas, no propagando la llama y autoextinguéndose cuando cesa la misma.
Etileno - Propileno	- Excelente resistencia a la intemperie, ozono, luz solar y aire. - Buena resistencia a la abrasión y poca absorción de agua. - Buen aislante eléctrico y amplia resistencia química, ácidos, alcalis, detergentes, acetonas, alcoholes, etc...

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

24

## Propiedades Físicas

- Mecánicas y Eléctricas

Butyl	- Excelente resistencia a la intemperie, a la luz solar al aire y es impermeable al gas. - Muy buena resistencia al calor, a los ácidos fluidos y a los detergentes, así como los ácidos fuertes.
Etileno Clorosulfonado (HYPALON)	- Muy Buena resistencia Mecánica. - Excelente resistencia a los ácidos fuertes y oxidantes, a la intemperie y al ozono. - Buena resistencia a los aceites y al calor.
Silicona	- Excelente resistencia a la intemperie, ozono, aire, luz, calor. - Muy buenas propiedades dieléctricas, resistente a las grasas y aceites, ácidos, alcalis y detergentes. - Resistente a altas temperaturas.
Elastomero Fluorado (VITON)	- Muy buena resistencia mecánica, a la abrasión y al envejecimiento. - Buena resistencia al calor y la llama. - Excelente resistencia a los derivados del petróleo, disolventes alifáticos, aromáticos y cloros, ácidos diluidos, detergentes, ácidos fuertes y ácidos oxidantes.
Poliuretano	Excelentes características mecánicas especialmente abrasión y desgarró..

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

25

## Comparación entre Aislantes

	UNIDAD	PVC	PE	POLIPROPILENO	TPR	NYLON	POLILESTER	XLPE	EPDM	CPE	EVA	HYPALON
T° SERVICIO	°C	60 a 105	70	70	105	75	60	90	90	60	90	105
T° EMERGENCIA	°C	90 a 110	90	90	110			130	130		130	
T° CORTOCIRCUITO	°C	150	150	150	150			250	250		250	
T° MIN. OPERAC.	°C	-25	-40	-15	-75	-50	-40	-65	-65	-40	-50	-40
ABS. HUMEDAD	(gr/cm <sup>3</sup> )x10 <sup>-2</sup>	1,3	0,066	0,2	0,55	1,3	1,3	0,066	0,26	4,5	0,33	0,15
RIGIDEZ DIELECT.	kV/mm	12	23	23	19	10		21	18,5		14,4	12,7
CTE. DIELECT.		4 a 6	2,3	2,23	2,4	4,4		2,2	2,3		4,15	7,55
FACT. PERDIDAS	x10 <sup>-2</sup>	5	0,1	0,11	0,3	7		0,1	0,16		5,2	6,84
RESIST. TRACCION	Nw/m <sup>2</sup>	13	10	20	11	86	30			17	10	13
ALARGAMIENTO	%	250	350	350	650	300	450			400	130	500

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

26

## Comparación entre Aislantes

- Ventajas del EPDM
  - Resistencia Tracción (70 [kg/cm<sup>2</sup>] pura y 140[kg/cm<sup>2</sup>] con carga negra)
  - Mayor resistencia a la humedad
  - Mayor resistencia al efecto corona
  - Mejor aislamiento en seco
  - Mayor resistencia térmica
  - Buena resistencia a la abrasión
  - Excelente resistencia a la intemperie, ozono, luz solar y aire.
  - Buen aislante eléctrico y amplia resistencia química ( ácidos, alcalis, detergentes, acetonas, alcoholes, etc)
  - Gran resistencia al calor (5% respecto XLP) y envejecimiento

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

27

## Comparación entre Aislantes

- Desventajas del EPDM
  - Regular adhesión a metales
  - Regular resistencia al desgarramiento
  - Baja resistencia a ciertos disolventes (hidrocarburos alifáticos, h. aromáticos, lacas)
  - Resistencia baja al aceite y gasolina
  - Factor de pérdidas mayor al polietileno reticulado
  - Regular resistencia a la llama

Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

28

## Información Comercial

- Modo de empaque
- Importadores de Caucho
- Importadores de Cables aislados en caucho

## Información Comercial

- Modo de empaque
  - *Caucho*: rodillos de látex coagulado
  - *Cables*: Carretes

## Información Comercial

- **Importadores de Caucho:**

*Empresa :* Munelec. Importación, exportación y distribución de productos eléctricos.

*Página:* <http://www.munelec.cl/>

*Empresa :* Amster. Materias primas para caucho.

*Página:* <http://www.amster.cl/>

*Teléfono :* 2082818

*Empresa :* Comex S.A. Materias primas para caucho.

*Página:* <http://www.comexsa.cl/>

*Teléfono :* 683 6062

## Información Comercial

- **Productores de Cables aislados en EPDM**

*Empresa :* Cocesa

*Página:* <http://www.pdic.com/>

*Teléfonos:* 4222146 - 4222162 - 4222206

*Empresa :* Madeco

*Página:* <http://www.madeco.cl/>

<http://redmin.cl>

Importador cables Cademsa (<http://www.cablescohrhil.com.ar>)



**fcfm**

Ingeniería Eléctrica  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

# CAUCHO

Félix Canales P. y Víctor Galaz C.

Profesor: Alberto Botteselle D.  
Profesor Auxiliar: Cristian Pineda F.

EL57C Taller de Diseño de Sistemas de Potencia I

26 de Octubre del 2009