



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"CUAUTITLAN"

ANALISIS Y DISTRIBUCION DE ENERGETICOS
EN PLANTAS INDUSTRIALES

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A

RAMON GONZALEZ VARGAS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX. 1985



V N A M



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

I.	INTRODUCCION - - - - -	1
II.	ASPECTOS GENERALES DE LOS ENERGETICOS EN MEXICO Y EN LA INDUSTRIA - - - - -	5
III.	PROCESO GENERAL DE MANUFACTURA - - - - -	23
	III.1 LINEAS DE PRODUCCION	
	III.2 PRODUCTOS PRINCIPALES	
	III.3 PRODUCTOS INTERMEDIOS	
	III.4 DIAGRAMAS DE PROCESOS DE MANUFACTURA DE:	
	- PRODUCCION DE CAPROLACTAMA	
	- PLANTA HIDROGENADORA	
	- PRODUCCION DE MANIFAC	
	- PRODUCCION DE CEMENTO	
	- PRODUCCION DE GENERALES	
IV.	USO DE LOS ENERGETICOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL - - - - -	41

IV.1 LINEAS PRODUCTIVAS

IV.2 SERVICIOS GENERALES DE COMPLEMENTACION

IV.3 TRANSPORTES

IV.4 GENERADORES DE VAPOR

IV.4.1 TIPOS DE CALDERAS, CARACTERISTICAS
DE OPERACION Y DISEÑO

IV.5 GENERADORES DE ENERGIA ELECTRICA

IV.5.1 CICLO RANKINE

IV.5.2 TURBOGENERADORES

IV.5.3 GENERADORES DE COMBUSTION INTERNA

V. CONCLUSIONES - - - - - 73

VI. BIBLIOGRAFIA - - - - - 78

C A P I T U L O I

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N .

La industria mexicana tiene sus orígenes a raíz de la terminación del porfiriato ya que con la revolución mexicana ocurrida en el año de 1910 este período de estancamiento es superado y surge la necesidad de crear la industria.

No es hasta el año de 1910 en que aparecen algunas industrias pequeñas y dispersas en la ciudad de México, - son industrias con procesos de manufactura muy simple debido a la gran falta de tecnología, el país hasta poco antes de llegar a este inicio industrial cubría sus necesidades por medio de la manufactura artesanal o por medio de exportaciones a otros países europeos.

Las industrias que nacen son como la del jabón, vidrio, papel, y la textil. La de mayor importancia de estas es sin duda la textil la cual tiene una difusión media a causa de que ella depende de otra industria que es, la del algodón, el cual en esta época era consumido con una demanda muy baja en nuestro país.

En el año de 1940 surge la Segunda Guerra Mundial, con la que viene un gran desarrollo industrial en to-

do el mundo ya que se crean necesidades de una gama de - productos industriales indispensables y por lo que se crean en nuestra población un mejor medio ambiente para la elaboración de productos en serie.

La industrialización mexicana depende en gran parte de los hidrocarburos elaborados por la industria petrolera, siendo estos fuente de sustentación, y es por esta razón que nos debe preocupar la disponibilidad de ellos. Los hidrocarburos son básicos para que ocurra un proceso de manufactura, debido a que por medio de estos las máquinas que intervienen durante los procesos industriales efectúan diversos tipos de trabajo.

Los productos derivados del petróleo son diversos y estos energéticos son indispensables en los diferentes sectores de la población. La demanda de energía se encuentra estrechamente relacionada con el urbanismo, el proceso de industrialización y el transporte. En el urbanismo sirve entre otros servicios para proporcionar el alumbrado público; en los procesos de industrialización dependen de los energéticos principalmente para la producción de vapor y en el transporte son necesarios para el funcionamiento de cualquier máquina de combustión interna.

La demanda de energéticos en México durante la década de los años 1965 a 1975 se incrementa con una ta-

za del 7.3% y el crecimiento de población es del 3.5%, por lo que supera el crecimiento de energéticos al de población, esto es un comportamiento adecuado para un país en vías de desarrollo.

Se debe también tomar en cuenta como una fuente de energía importante en el país a la energía eléctrica, ya que con el crecimiento de población a traído como consecuencia un aumento en el consumo de esta. La energía eléctrica se encuentra a su vez estrechamente relacionada con los hidrocarburos, ya que para producirla por medio de los generadores de combustión interna, turbinas de gas, turbinas de vapor y otros son usados algunos de los derivados del petróleo; sin embargo no se debe olvidar que también pueden funcionar con carbón, gas natural, e incluso se aprovechan las caídas de agua, o bien las plantas generadoras de energía eléctrica a base de energía nuclear, y los de energía geotérmica etc. no dependen en lo absoluto de ningún comburente.

La energía se puede enfocar desde tres aspectos generales:

- 1) Energía Primaria
- 2) Energía Secundaria
- 3) Energía Util

La energía primaria es aquella que se toma directamente de la naturaleza y que no a recibido ninguna trans-

formación por la mano del hombre a fin de utilizarla. Un ejemplo claro de ello se tiene en el petróleo crudo, en el gas natural, y en el carbón mineral que aún no ha sido procesado por la industria.

La energía secundaria es aquella que para facilitar su uso ha sido necesario hacer alguna transformación en ella, los derivados del petróleo como son la gasolina, combustóleo, diesel etc. son comburentes capaces de producir una energía diferente de la que pudiera haberse aprovechado de su estado original de donde provienen.

La energía útil es la energía que es posible convertirla íntegramente en trabajo, para lo cual es aprovechable al emplearse en cualquier tipo de proceso ya que al llevar a cabo un balance de energía entre las etapas de energía primaria y energía secundaria hay un consumo de ella entre cada etapa, lo cual quiere decir que cierta cantidad de energía se está perdiendo debido a los procesos de transformación, transporte y distribución.

C A P I T U L O I I

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES DE LOS ENERGETICOS EN MEXICO Y EN LA
INDUSTRIA

La demanda de energéticos en nuestro país tiene diferentes comportamientos debido a que los consumidores pertenecen a diferentes sectores y a diferentes regiones del país.

Los principales sectores consumidores de energéticos se encuentran en: la industria, transporte, doméstico, servicios, y agrícola.

Las regiones se dividen en: noroeste, norte, centro norte, centro-pacífico, centro-golfo, centro, distrito federal y área metropolitana, pacífico-sur y peninsular.

Estas regiones de nuestro país han sido consideradas así debido a que como ya se menciona tienen diferente comportamiento, el cual se puede considerar como:

- a) Dinámico
- b) Crecimiento medio
- c) Crecimiento lento.

El crecimiento dinámico se caracteriza por una alta demanda de energéticos para el sector industrial, en el que los procesos de industrialización y de urbanización van a requerir consumo de energéticos de mayor calidad como lo es el gas licuado, gas natural, diesel etc.

El crecimiento medio posee una menor demanda de energéticos que el dinámico pero presenta un buen desarrollo en el sector agropecuario, sin embargo, el consumo de energéticos en el sector industrial es poco menor que el caso - considerado como crecimiento dinámico.

Finalmente el análisis del crecimiento lento muestra un panorama desagradable en sus indicadores socioeconómicos; lo ponen en evidencia, situandolo con un atraso económico.

En el periodo de 1970-1979 la energía a crecido a una tasa media del 8% segun datos del cuadro No.1, y con el 5.2% hasta la actualidad, adopta procesos técnicos mas avanzados que requieren de un mayor consumo de energía, y como el - costo de ella es relativamente bajo su utilización se hace cada vez mas irracional. La producción de energía durante este periodo a requerido del consumo de hidrocarburos para la producción de ella; estos han contribuido con el 89% del total global, el coque y el carbón tambien han sido ocupados para la producción de energía aunque con porcentajes mas bajos como lo son el 4% y el 7% respectivamente.

Es posible hacer evaluaciones sobre el consumo de los energéticos a futuro considerando el crecimiento de la economía mexicana, para lo cual se utiliza un modelo económico, en el que se manejan parámetros estadísticos.

El uso de hidrocarburos deberá valorar su costo al mantener consumos más racionales, es por esta razón que se deben considerar todas las posibles ventajas que puede proporcionar un buen aprovechamiento de los energéticos.

El cuadro No. 1 muestra el consumo regional de hidrocarburos para uso energético, sin incluir insumos para la producción de energía eléctrica, además presenta la taza media de crecimiento anual en cada región. Este resumen consiste en datos históricos de 1965 a 1975, y datos proyectados por econometría de 1976 a 1985.

CUADRO No. 1

DEMANDA REGIONAL DE HIDROCARBUROS M C P C E.

HISTORICO: 1965-1975 PROYECTADO: 1976-1985											
AÑO	I NOROESTE	II NORTE	III NORESTE	IV CENTRO NORTE	V CENTRO PACIFICO	VI CENTRO GOLFO	VII CENTRO	VIII D.F. Y AREA METROPO- LITANA	IX PACIFICO SUR	X PENIN- SULAR	TOTAL
1965	2,356,492	1,122,210	4,687,513	607,614	1,394,472	3,529,458	2,400,212	8,828,275	468,073	545,783	23,947,003
1966	2,584,053	1,243,116	5,252,428	640,371	1,508,406	3,801,489	2,736,547	7,400,360	518,231	624,000	26,309,001
1967	2,694,353	1,324,958	5,958,692	720,632	1,628,017	4,234,058	3,001,778	7,803,512	580,402	685,038	28,730,000
1968	2,736,989	1,324,511	6,048,869	779,400	1,814,751	4,406,403	3,258,856	8,164,402	651,405	723,338	29,909,004
1969	3,062,040	1,379,130	6,442,566	824,111	2,030,931	4,681,949	3,542,467	8,064,017	707,062	771,720	32,345,999
1970	3,212,822	1,412,536	6,892,105	870,225	2,243,001	4,702,609	3,960,632	9,215,600	752,130	797,543	34,000,003
1971	3,439,120	1,474,120	6,255,904	872,677	2,388,350	5,846,620	4,576,736	9,672,399	907,173	800,905	36,134,004
1972	3,551,174	1,474,992	7,670,629	975,141	2,714,609	5,402,002	4,820,716	10,435,508	982,834	906,790	38,974,001
1973	3,745,588	1,428,937	7,876,149	1,070,657	2,958,564	5,800,271	5,423,835	11,109,177	1,094,005	1,030,820	41,547,001
1974	4,098,711	1,518,009	9,061,474	1,219,955	3,341,904	6,393,389	5,389,929	11,757,090	1,129,845	1,217,016	45,126,002
1975	4,360,683	1,448,291	9,010,974	1,360,398	3,402,664	7,388,136	5,378,777	13,202,132	1,149,417	1,339,555	48,081,005
t.m.a.c.	6.1	2.3	6.3	7.9	10.0	6.9	9.1	6.3	10.0	6.4	6.9
1976	4,464,114	1,588,696	9,484,433	1,310,153	3,738,301	7,302,374	6,111,052	13,332,880	1,309,776	1,461,476	60,103,165
1977	4,702,939	1,621,196	9,980,554	1,386,930	4,034,950	8,103,608	7,121,308	14,096,976	1,487,292	1,668,879	64,204,714
1978	4,952,547	1,653,962	10,489,097	1,465,883	4,345,858	9,015,883	7,569,067	14,879,420	1,667,902	2,091,913	68,130,512
1979	5,213,659	1,686,787	11,351,109	1,546,912	4,670,968	10,102,188	7,942,477	15,669,504	1,836,447	2,186,546	72,205,597
1980	5,486,947	1,719,724	11,922,693	1,630,792	5,010,233	10,683,109	8,297,065	16,430,910	2,368,416	2,506,142	65,956,031
1981	5,773,218	1,752,767	12,788,839	1,716,064	5,303,048	11,487,553	8,866,329	17,200,303	2,786,861	2,600,185	70,144,827
1982	6,073,341	1,785,938	13,300,920	1,803,370	5,731,174	12,422,887	9,260,578	17,918,674	3,018,980	2,705,399	74,018,989
1983	6,388,156	1,819,139	13,850,273	1,892,774	6,112,812	12,909,383	10,427,221	18,641,670	3,162,436	2,796,940	78,000,800
1984	6,718,669	1,852,542	14,428,838	1,984,134	6,500,533	13,891,508	10,851,229	19,215,813	3,284,728	2,889,081	81,625,875
1985	7,065,691	1,886,090	15,041,660	2,078,092	6,918,336	14,403,509	11,291,903	19,852,742	3,353,895	2,986,368	85,178,356
t.m.a.c.	6.2	4.0	6.4	6.2	7.1	7.8	6.6	4.5	12.9	7.8	6.0

M C P C E - METROS CUBICOS DE PETROLEO CRUDO EQUIVALENTE

t.m.a.c. - TASA MEDIA DE CRECIMIENTO ANUAL

En el cuadro No. 2 se muestra el consumo de energía eléctrica y gas, consta de datos históricos 1965 - 1975, y datos proyectados de 1976 a 1985.

**DEMANDA REGIONAL DE ENERGIA ELECTRICA PUBLICA
MCPCE**

HISTORICO: 1965-1975
PROYECTADO: 1976-1985

AÑO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	TOTAL
	NOROESTE	NORTE	NORESTE	CENTRO NORTE	CENTRO PACIFICO	CENTRO GOLFO	CENTRO	D.F. Y AREA METROPO. LITANA	PACIFICO SUR	PENINSULAR	
1965	136,273	05,221	155,468	33,269	00,079	09,996	199,611	448,622	27,084	20,897	1,294,488
1966	151,028	105,244	168,049	35,814	91,169	02,022	220,404	495,190	30,600	31,029	1,428,949
1967	173,700	109,082	200,764	42,439	104,497	121,452	240,344	539,868	42,226	37,747	1,812,130
1968	190,974	120,357	230,961	49,476	121,132	143,097	264,976	695,422	45,744	44,030	1,812,177
1969	212,193	140,325	272,973	58,327	132,648	172,847	297,284	668,037	50,834	50,756	2,002,224
1970	220,361	159,412	301,656	64,404	166,130	186,389	335,671	753,874	65,268	58,327	2,320,482
1971	251,967	167,302	311,253	70,163	183,190	222,323	377,897	808,149	70,163	65,677	2,527,904
1972	283,103	182,977	345,908	78,693	209,101	257,192	433,344	893,323	67,176	76,454	2,817,271
1973	311,040	206,649	379,923	86,797	224,243	281,610	475,036	951,033	80,206	81,252	3,095,789
1974	328,991	254,313	407,220	98,206	257,085	314,878	534,110	1,010,856	113,136	94,474	3,428,368
1975	320,889	284,489	435,157	120,055	278,197	341,109	584,868	1,065,554	120,037	102,265	3,708,678
T.M.C.	10.4	11.3	11.0	13.3	13.6	15.1	11.7	9.4	15.1	14.0	11.3
1976	416,603	308,161	516,035	131,268	333,539	427,160	898,934	1,263,902	136,700	113,241	4,344,571
1977	460,478	344,735	572,909	148,855	379,070	481,991	1,003,990	1,456,033	144,910	123,904	4,827,904
1978	508,830	385,574	637,541	168,582	430,892	566,738	1,133,073	1,633,159	160,236	135,420	5,508,053
1979	562,367	431,318	708,130	191,081	489,751	652,789	1,062,141	1,860,374	190,015	148,218	6,296,182
1980	621,536	482,384	789,609	216,459	566,899	751,955	1,212,578	2,048,042	216,566	162,931	7,895,707
1981	684,911	529,548	873,728	246,349	632,636	826,049	1,384,484	2,101,677	245,995	180,311	7,866,546
1982	759,099	603,626	970,479	277,904	719,066	937,524	1,521,930	2,180,875	278,411	201,211	8,516,095
1983	848,965	676,075	1,077,923	314,878	817,212	1,148,938	1,709,172	2,252,772	314,132	226,009	9,379,976
1984	927,255	755,047	1,197,348	356,704	928,747	1,323,305	1,943,332	2,257,357	351,159	256,684	10,301,090
1985	1,024,821	844,016	1,329,250	404,341	1,056,530	1,524,278	2,177,811	2,261,622	305,811	288,137	11,316,215
T.M.C.	10.5	11.8	11.1	13.3	13.6	15.2	13.4	6.8	13.0	11.2	11.1

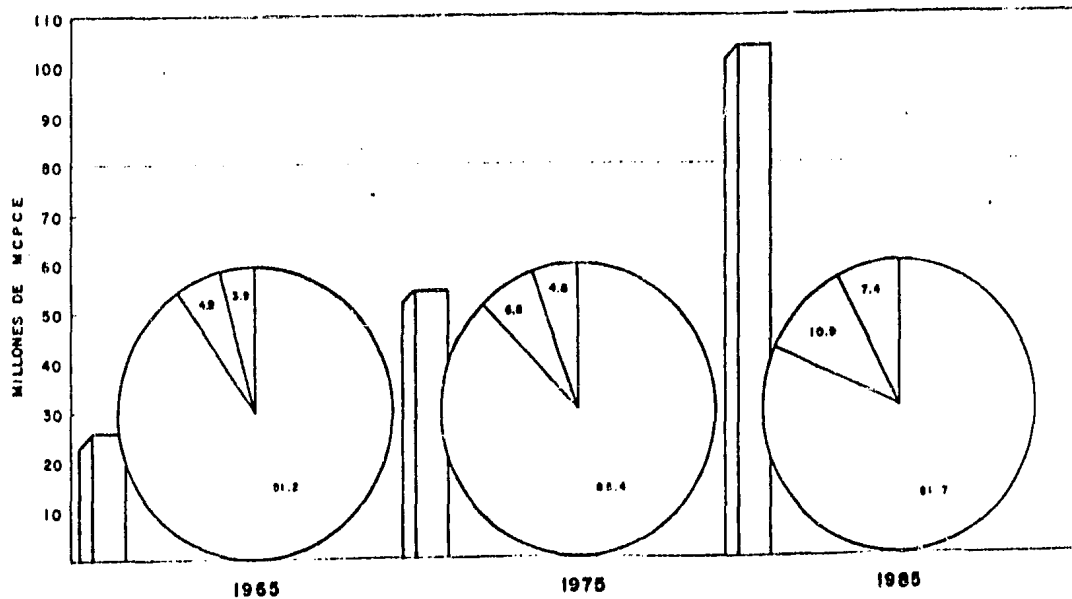
El cuadro No. 3 muestra la demanda de carbón, el carbón es usado por la industria mineral y la siderúrgica debido a que algunas de ellas poseen su propio proceso de coquización; el resto de las industrias usan este energético en su forma procesada.

CUADRO No. 3

DEMANDA REGIONAL DE CARBON MINERAL Y COQUE*											
Miles de MCPCE											
HISTORICO: 1965-1975											
PROYECTADO: 1976-1985											
ANO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	TOTAL
	NOROESTE	NORTE	NORESTE	CENTRO NORTE	CENTRO PACIFICO	CENTRO GOLFO	CENTRO	D.F. Y AREA METROPO. LITANA	PACIFICO SUR	PENINSULAR	
1965			993	24							1,017
1966			1,036	29							1,065
1967			1,153	34							1,187
1968			1,289	40							1,329
1969			1,311	48							1,357
1970			1,505	55							1,560
1971			1,751	62							1,813
1972			1,880	72							1,952
1973			2,078	79							2,157
1974			2,500	125							2,625
1975			2,548	148							2,696
m.a.c.			10.6	18.8							10.7
1976			2,747	176	22						2,945
1977			2,763	218	210						3,191
1978			2,905	271	395						3,571
1979			3,506	333	499						4,338
1980			4,581	395	670						5,646
1981			6,153	456	1,152						7,761
1982			6,893	525	1,297						8,715
1983			8,451	601	1,407						10,459
1984			9,315	680	1,587						11,582
1985			11,146	702	2,239						14,087
m.a.c.			19.0	17.0	48.5						28.6

CUADRO No. 4

DEMANDA NACIONAL POR CLASES DE ENERGETICOS
(Millones de MCPCE)



91.2 HIDROCARBUROS

4.9 ELECTRICIDAD

3.9 CARBON

88.4 HIDROCARBUROS

6.8 ELECTRICIDAD

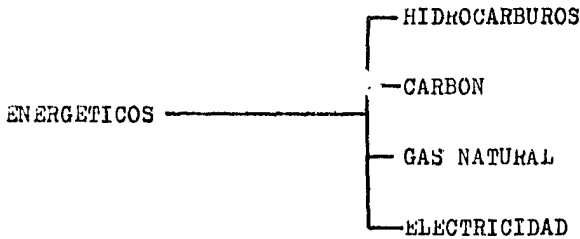
4.8 CARBON

81.7 HIDROCARBUROS

10.9 ELECTRICIDAD

7.4 CARBON

El siguiente diagrama presenta un resumen simplificado de las diferentes clases de energéticos usados en el país.



existe una estrecha relación entre ellos ya que todos tienen el mismo fin que es la de producir energía.

Como en el capítulo No.V se utilizan ejemplos ilustrativos para la generación de vapor, y turbomaquinaria - para la generación de electricidad, es necesario que dentro de este capítulo No.II se incluya dentro de los diferentes aspectos de los combustibles.

La tabla No.1 en la cual se presenta una relación de los energéticos mas comunes así como de sus poderes caloríficos por unidad de medida.

T A B L A No. 1.

PRINCIPALES ENERGETICOS CONSUMIDOS EN MEXICO Y SU PODER
CALORIFICO PROMEDIO POR UNIDAD DE MEDIDA.

ENERGETICO	PODER CALORIFICO
GAS NATURAL	8.46×10^3 Kcal/ miles de m^3
	8460 Kcal/ m^3
GAS LICUADO	11×10^6 Kcal/ ton.
GASOLINA	7.80×10^3 Kcal/ Lt.
DIESEL	9.1×10^3 Kcal/ Lt.
	9.1×10^6 Kcal/ m^3
DIESEL ESPECIALIZADO	8.6×10^3 Kcal/ Lt.
	8.8×10^6 Kcal/ m^3
COMBUSTOLEO LIGERO	10.202×10^3 Kcal/ Lt.
	10.202×10^6 Kcal/ m^3
COMBUSTOLEO PESADO	10.213×10^3 Kcal/ Lt.
	10.213×10^6 Kcal/ m^3
COMBUSTOLEO	9×10^3 Kcal/ Lt.
	9×10^6 Kcal/ m^3

COQUE DE CARBON	7.465×10^6	Kcal/ton.
TURBOSINA	7.924×10^3	Kcal/Lt.
GAS-AVION	7.5×10^6	Kcal/m ³
FRACTO GAS	7.8×10^3	kcal/Lt.
ANTRACITA	7.5×10^9	Kcal/miles de ton.
	7.5×10^6	Kcal/ton.
	7.5×10^3	Kcal/Kg.
CARBON BITUMINOSO	5.7×10^9	Kcal/miles de ton.
	5.7×10^6	Kcal/ton.
	5.7×10^3	Kcal/Kg.
CARBON SUBBITUMINOSO	3.5×10^9	Kcal/miles de ton.
	3.5×10^6	Kcal/ton.
	3.5×10^3	Kcal/Kg.
GAS DE COQUE	6.9×10^9	Kcal/miles de ton
	6.9×10^6	Kcal/ton.
	6.9×10^3	Kcal/Kg.
CARBONCILLO O CISCO DE COQUE	5.5×10^9	Kcal/miles de ton.
	5.5×10^6	Kcal/ton.
	5.5×10^3	Kcal/Kg.

COQUE DE PETROLEO	8.3×10^9 Kcal/miles de ton.
	8.3×10^6 Kcal/ton.
	8.3×10^3 Kcal/Kg.
	11.2×10^9 Kcal/miles de m^3
	11.2×10^6 Kcal/ m^3
	11.2×10^3 Kcal/Lt.
ALQUITRAN	9.2×10^9 Kcal/miles de ton.
	9.2×10^6 Kcal/ton.
	9.2×10^3 Kcal/Kg.
CERA	9×10^9 Kcal/miles de ton.
	9×10^6 Kcal/ton.
	9×10^3 Kcal/Kg.
	8×10^9 Kcal/miles de m^3
	8×10^6 Kcal/ m^3
	8×10^3 Kcal/Lt.
CRUDO	10.2×10^9 Kcal/miles de ton.
	10.2×10^6 Kcal/ton.
	10.2×10^3 Kcal/Kg.
	8.8×10^9 Kcal/miles de m^3
	8.8×10^6 Kcal/ m^3
	8.8×10^3 Kcal/Lt.

METANO	8×10^6 Kcal/miles de m^3 8×10^3 Kcal/ m^3 8×10 Kcal/Lt.
ETANO	14.2×10^6 Kcal/miles de m^3 14.2×10^3 Kcal/ m^3 14.2×10 Kcal/Lt.
PROPANO	20.5×10^6 Kcal/miles de m^3 20.5×10^3 Kcal/ m^3 20.5×10 Kcal/Lt.
ISOBUTANO	25.8×10^6 Kcal/miles de m^3 25.8×10^3 Kcal/ m^3 25.8×10 Kcal/Lt.
BUTANO	26.7×10^6 Kcal/miles de m^3 26.7×10^3 Kcal/ m^3 26.7×10 Kcal/Lt.
PENTANO	32×10^6 Kcal/miles de m^3 32×10^3 Kcal/ m^3 32×10 Kcal/Lt.

BAGAJO (30% de humedad)	3.5×10^9	Kcal/miles de ton.
	3.5×10^6	Kcal/ton.
	3.5×10^3	Kcal/Kg.
COMBUSTIBLE DE MADERA	3.26×10^9	Kcal/miles de ton.
	3.26×10^6	Kcal/ton.
	3.26×10^3	Kcal/Kg.
DESPERDICIOS	4.7×10^9	Kcal/miles de ton.
	4.7×10^6	Kcal/ton.
	4.7×10^3	Kcal/Kg.
PAPEL	4.2×10^9	Kcal/miles de ton.
	4.2×10^6	Kcal/ton.
	4.2×10^3	Kcal/Kg.
ASERRIN Y VIRUTA	2.7×10^9	Kcal/miles de ton.
	2.7×10^6	Kcal/ton.
	2.7×10^3	Kcal/Kg.
ALCOHOL ETILICO	6.6×10^9	Kcal/miles de ton.
	6.6×10^6	Kcal/ton.
	6.6×10^3	Kcal/Kg.
ALCOHOL METILICO	5×10^9	Kcal/miles de ton.

ALCOHOL METILICO	5×10^6 Kcal/ton. 5×10^3 Kcal/Kg.
GAS DE MINA	8×10^6 Kcal/miles de ton. 8×10^3 Kcal/ton. 8×10 Kcal/Kg.
GAS DE HORNO	4.2×10^6 Kcal/miles de m^3 4.2×10^3 Kcal/ m^3 4.2×10 Kcal/Lt.
GAS DE ALTO HORNO	9.0×10^5 Kcal/miles de m^3 9.0×10^2 Kcal/ m^3 0.9×10^0 Kcal/Lt.
PETROLEO DIAFANO	10.3×10^9 Kcal/miles de ton 10.3×10^6 Kcal/ton. 10.3×10^3 Kcal/Kg.

ENERGIA ELECTRICA :

COMPRADA A C.F.E.	2.860×10^3 Kcal/Kw-Hr
E.E AUTOGENERADA	0.86×10^3 Kcal/Kw-Hr.

La tabla que se presenta no es una tabla completa, tan solo se estan tomando algunos de los energéticos mas u suales en la industria que se consideran de mayor consumo. Se puede observar que se han incluido hidrocarburos, carbón gas natural, y la electricidad como fuente energética. Estos valores, se dan en multiples para una mayor facilidad de su manejo durante el análisis dimensional propio en generadores de vapor y turbomaquinaria para generación de E. E. al obtener sus eficiencias; las unidades de combustible se suponen tambien las más comerciales.

C A P I T U L O I I I

CAPITULO III

PROCESO GENERAL DE MANUFACTURA.

Los procesos de manufactura en la industria han sufrido diversos cambios a través del tiempo, las etapas de desarrollo que poco a poco se han implantado provocan como consecuencia nuevas técnicas, y, el uso de locales adecuados, para así, obtener un proceso más eficiente y con menores costos.

Se puede considerar a Eli Whitney con su técnica elaborada en 1880 (E.U.), de crear un taller de fábrica - ción con procesos de manufactura organizados. Whitney emplea la máquina despepitadora de algodón y principios intercambiables en su maquinaria; esto se refiere a que por medio de unidades motoras era transmitida la energía a diferentes máquinas con funciones especializadas cada una.

En el proyecto de una industria se deben de considerar varios aspectos para el buen funcionamiento, y, el máximo de resultados favorables. Los criterios que se deben seguir son:

- Procurar que los productos posean buena calidad

- Uso de materiales de bajo costo y facilidad para trabajarlos
- Seleccionar un proceso de manufactura eficiente y con un costo unitario económico.

Es posible representar un proceso de manufactura por medio de un diagrama en el que se representen todas las etapas que se siguen para la elaboración de un producto hasta destinarlo a ventas. En la figura No.III.1 se muestra el diagrama genérico de un proceso de manufactura.

DIAGRAMA GENERICO DE UN PROCESO DE MANUFACTURA EN
LA INDUSTRIA.

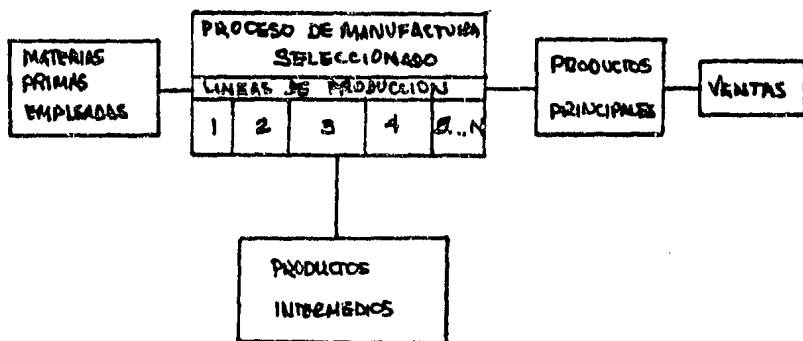


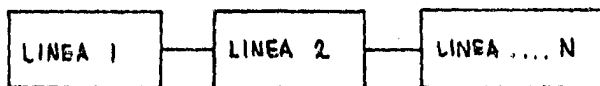
FIG. N^o III.1

Como se puede ver en la figura No.III.1, las materias primas empleadas para ser procesadas deberán seguir una determinada secuencia, pero es necesario que se aclaren los términos que se han expuesto durante el proceso, por lo tanto, en los siguientes incisos se hace una breve explicación de cada uno de ellos.

III. 1 LINEAS DE PRODUCCION.

Se puede considerar como línea de producción a una parte durante el proceso en la que va a intervenir un grupo de maquinaria, transformando a la materia prima, esta línea deberá estar limitada por las condiciones de frontera proporcionadas por los tratamientos físicos o químicos que se le den en cada línea productiva. Será necesario - que se siga un orden, ya que el producto obtenido por cada una de ellas será propiamente la materia prima de la siguiente línea de producción, es decir, la línea de producción anterior alimenta la línea posterior.

LINEAS DE PRODUCCION.



III. 2 PRODUCTOS PRINCIPALES

Estan definidos dentro de este tipo de productos - aquellos que despues de haber sido procesados a través de todas las líneas de producción han adquirido su presentación final que es la destinada a ventas.

Cuando estos productos principales han pasado por todas y cada una de las líneas productoras, se les da un nombre genérico a cada producto obtenido por líneas, o sea que el proceso de manufactura tiene que estar dividido - también, éste tendrá un nombre técnico genérico por cada paso del proceso; en el inciso III.4 se mencionan varios procesos de manufactura en diferentes tipos de industrias, en los que se hace notar cada término especificado en el diagrama de la figura No.III.1

Sucede en forma regular que los productos principales no son uno solo; sino que por el contrario casi todas las empresas suelen tener una gran variedad de ellos, las industrias que presentan tan solo un producto principal son pocas; pero si las hay, entre ellas se pueden incluir las de cemento, yeso, etc.

III. 3 PRODUCTOS INTERMEDIOS.

Estos productos son consecuencia de la elaboración de los productos principales ya que en cada etapa intermedia de la manufactura de estos durante su desarrollo, tendrán que pasar por etapas intermedias. Es por esto que aparecen los productos intermedios; para ser un producto - intermedio no solo tendrán que haber sufrido un cambio físico o químico, deben estar ya terminados para poder ser consumidos por otra industria que no sea la productora de ellos o también deben estar físicamente listos sin ser sometidos a más procesamiento de manufactura.

III. 4 DIAGRAMAS DE PROCESOS DE MANUFACTURA DE:

- PRODUCCION DE CAPROLACTAMA
- PLANTA HIDROGENERADORA
- PRODUCCION DE LLANTAS
- PRODUCCION DE CEMENTO
- PRODUCCION DE CEREALES

PRODUCCION DE CAPROLACTAMA.

Al aplicar los conceptos definidos en el capítulo No.III para la producción de caprolactama se han hecho las siguientes identificaciones:

- SIETE LINEAS PRODUCTIVAS

- COMO PRODUCTOS INTERMEDIOS SE CONSIDERAN:

- 1) CICLOHEXANONA
- 2) OXIMA DE CICLOHEXANONA
- 3) CAPROLACTAMA CRUDA

- EN PRODUCTOS PRINCIPALES SOLO EXISTE LA CAPROLACTAMA.

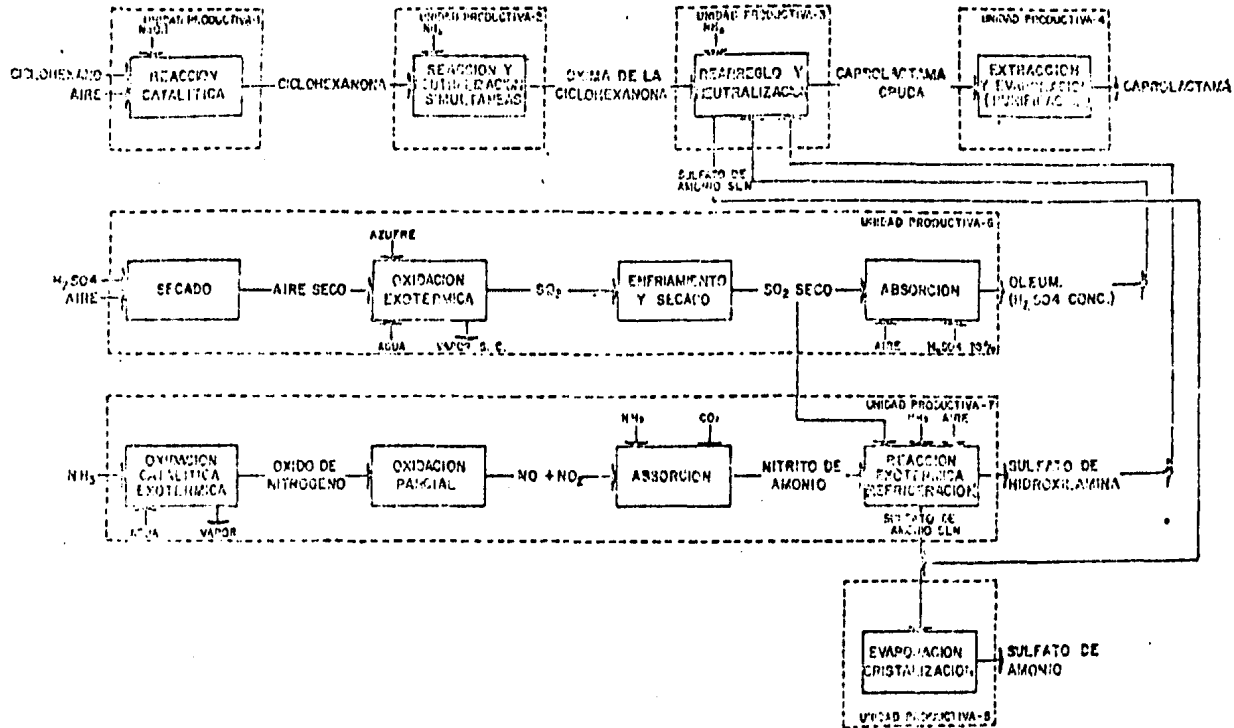
Si se suponen líneas independientes las unidades 1, 2, y 3, entonces sus productos principales serían: La ciclohexanona, oxima de ciclohexanona y la caprolactama cruda; sin embargo como todo el proceso es único se deben considerar como productos intermedios ya que estos son materias primas para las unidades 2, 3, y 4, respectivamente

Las unidades 5 y 7 están incluidas en la unidad 3; estas producen sulfato de amonio y sulfato de hidroxila -
mina, esto significa que están aportando un tratamiento -

físico a la oxima de la ciclohexanona con el fin de producir caprolactama cruda que es el producto intermedio de la unidad o línea de producción No.3.

La línea de producción No.6 se incluye a su vez en la línea No.7 en ella hay producción de oleum (P. INTERMEDIO) el cual es necesario para producir sulfato de amonio. Donde puede surgir la duda es de como considerar al sulfato de amonio, sulfato de hidroxilamina y oleum respecto a la unidad No.3; estos complementos químicos se deben de considerar materia prima de la línea mencionada.

PRODUCCION DE CAPROLACTAMA



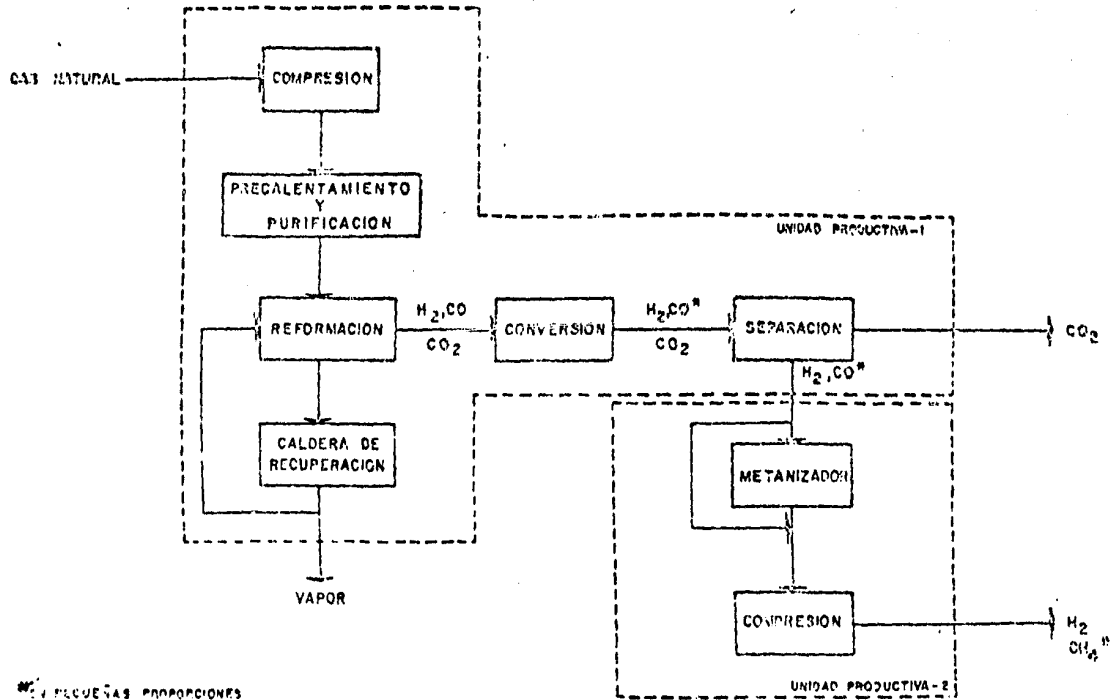
PLANTA GENERADORA DE HIDROGENO.

El proceso de la producción de hidrógeno es sencillo pero se muestra su diagrama, debido a que en él es más fácil de distinguir su proceso de manufactura; por sus características se pueden dividir en:

- DOS LINEAS PRODUCTIVAS
- COMO PRODUCTO INTERMEDIO SE IDENTIFICA EL CO_2
- DESDE LUEGO EL PRODUCTO PRINCIPAL SERA EL HIDROGENO

Se han considerado dos líneas solamente debido a que al hacer la separación de gases el CO_2 ya no recibe ningún tratamiento durante el proceso final, y el hidrógeno no aún se debe metanizar y comprimir para poder llevarlo ante el consumidor.

PLANTA GENERADORA DE HIDROGENO



* EN PEQUEÑAS PROPORCIONES

PRODUCCION DE LLANTAS.

En este tipo de manufactura interviene una serie de maquinaria muy amplia; pero todas estan encaminadas a la fabricaci3n de llantas, por lo que se puede considerar un proceso muy simple, debido a ello se identific3:

- UNA SOLA LINEA DE PRODUCCION
- NO HAY PRODUCTOS INTERMEDIOS
- PRODUCTO PRINCIPAL LAS LLANTAS

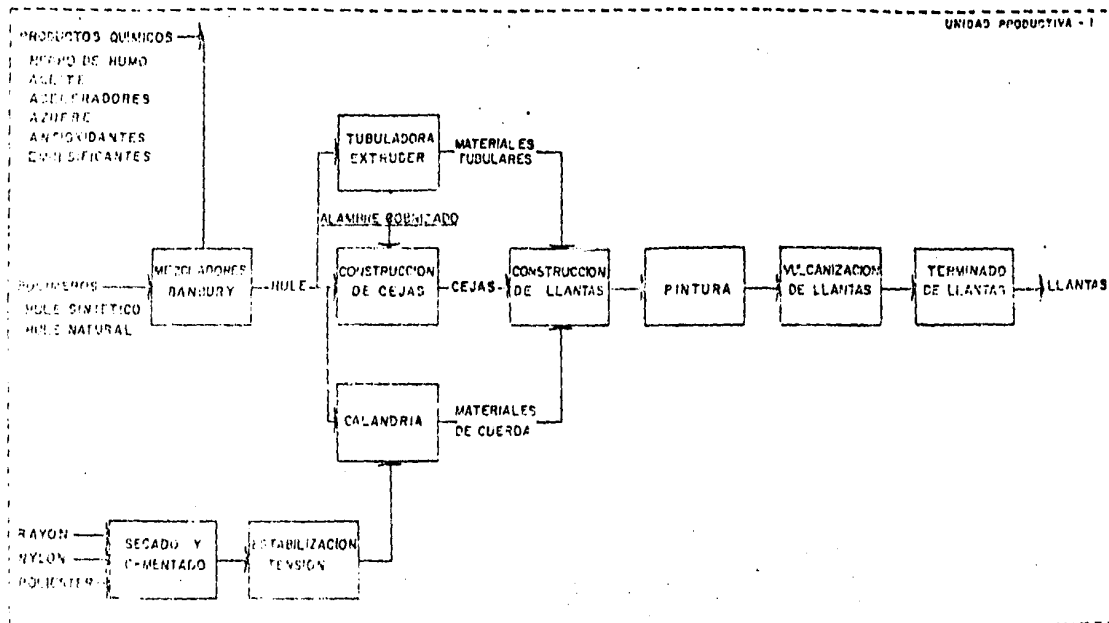
Para la elaboraci3n de las llantas es necesaria - una gran variedad de materias primas; azufre, antioxidantes, emulsificantes etc.; pero estas que se mencionan constituyen solo una peque1a parte de esas materias primas.

No se consideran productos intermedios, ya que el hule, cejas, materiales tubulares y M. de cuerda son partes de un proceso mayor que no se ha concluido, ellos al reunirlos eslabonadamente han de constituir una llanta.

Se debe hacer la observaci3n de que una f3brica de llantas esta formada por varios grupos de maquinaria del mismo tipo, y , para la misma finalidad, entonces se podr3 constituir con cada una de ellas una l3nea productiva diferente.

DIAGRAMA III.4.3

PRODUCCION DE LLANTAS



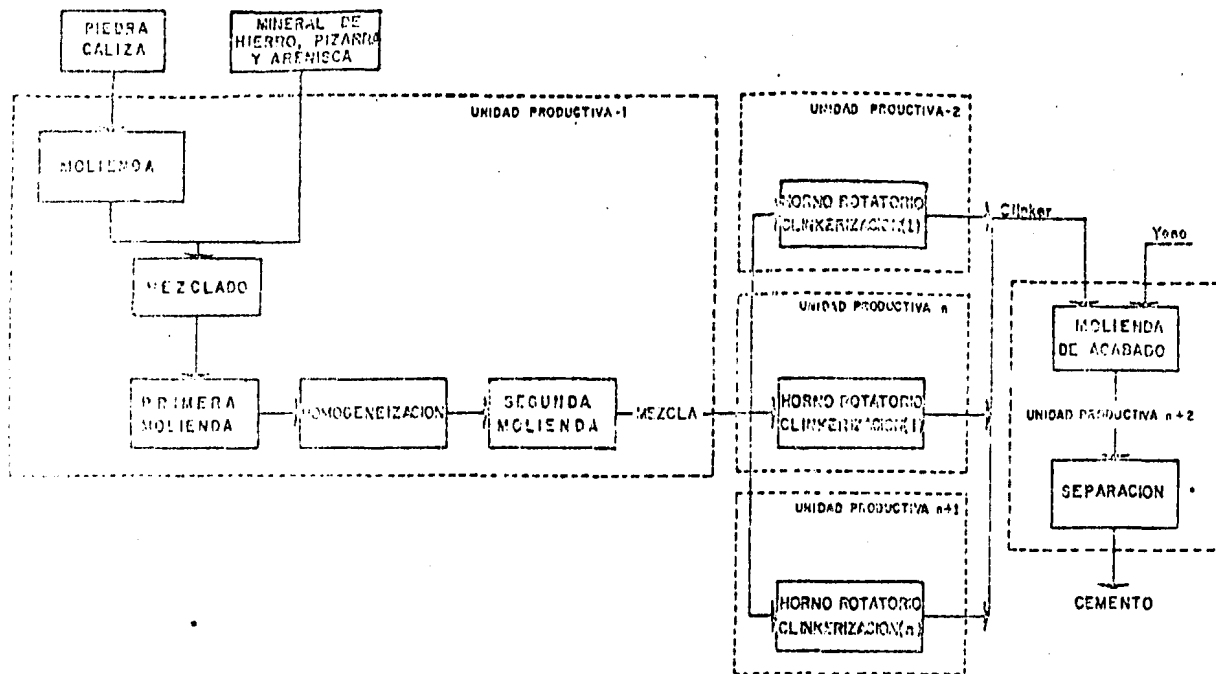
PRODUCCION DE CEMENTO

En el proceso del cemento se ha considerado como la primera línea productiva, a la parte donde se hace la molienda, la cual se efectua en etapas, ya que el material al ser tamizado debe ser procesado varias ocasiones a raíz de que no todo el material pasa por las mallas en la primera etapa; esto se debe repetir hasta alcanzar a pasar por una malla no muy pequeña hasta lograr homogeneizar el material.

La segunda línea productiva esta constituida por los hornos de clinkerización, entonces dependera de cuantos hornos hay en una industria para considerar la misma cantidad de nuevas líneas de producción. Se toma el criterio de considerar a cada horno como una línea productiva por llevarse a cabo una sola operación en cada uno de ellos.

Por último se identifica la línea productiva No.3 aquella donde se hace una molienda mas detallada para obtener un grado de finura en el material, y separar el material listo para consumo que en este caso es el cemento.

PRODUCCION DE CEMENTO



PRODUCCION DE CEREALES

Este proceso es bastante complicado por la gran cantidad de etapas que deben realizarse en su elaboración, en el proceso se identifican doce líneas productivas, además se identifican productos intermedios como aceite para consumo humano, y también se identifica la harina, la cual suele ser empleada por diversos consumidores.

Se debe considerar que estos ejemplos de procesos industriales, se han dividido según el criterio de la persona que interpretó el diagrama, pero pueden tomarse otros criterios también válidos, siempre y cuando se siga el mismo lineamiento de los términos usados en el capítulo No.III.

C A P I T U L O I V

CAPITULO IV

CONSUMO DE ENERGETICOS

El estudio energético presentado, se refiere principalmente al análisis y distribución de ellos y a la forma en que van a intervenir durante los procesos de manufactura industrial en México; intervienen en los diferentes equipos tales como generadores de vapor, turbomáquinaria para generación de energía eléctrica, y generadores de combustión interna. Como un breve recordatorio se mencionaran los principales ciclos de trabajo y las características de cada uno de ellos.

La generación de energía se logra a través de diversos medios, pero todos se rigen por los principios fundamentales de la termodinámica.

Esta energía se encuentra dentro de la materia y para poder ser aprovechada es necesario que se le transforme debido a que se presenta como energía primaria, por ejemplo la energía que hay en una caída de agua, puede ser aprovechada y convertirse en energía mecánica, otro claro ejemplo de energía podría ser la Geotérmica aprovechándose

para producir energía eléctrica. Hay una gran infinidad de tipos de energía primaria que al transformarse en energía secundaria el hombre la controla convirtiéndola en trabajo útil.

El trabajo tiene diferentes manifestaciones, pero lo típico es que cuando se realiza trabajo hay producción de calor (manifestación de energía), esto fué descubierto por Joule cuando un cañó era disparado continuamente, el calor que se producía era debido a la fricción que realizaba la bala con las paredes del conducto.

La producción de calor se puede demostrar mediante los siguientes principios:

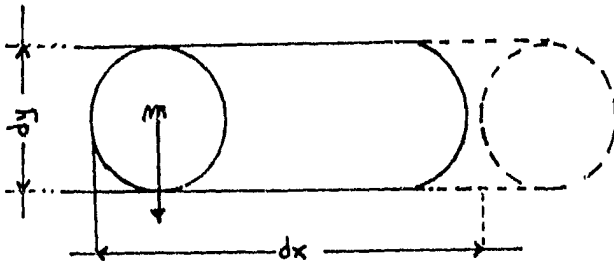


Fig. N.º IV. 2

La figura No.IV.2 nos muestra un cañón disparando una bala, el cañón se ha situado dentro de ejes de referencia con los siguientes parámetros:

m = masa de la bala

x = distancia

F = fuerza

$$F = m \frac{d^2 x}{dy^2}$$

Se esta aplicando una de las leyes de Newton ya que $F = ma$; como el cuerpo de la bala tiene una masa " m " que hay que mover, es necesario aplicarle una fuerza " F " para vencer la fuerza que ejerce la gravedad de la tierra sobre la bala.

Aparece fricción debido a la rugosidad de los materiales que entran en contacto, entonces la ecuación de Newton se puede expresar:

$$F = c \frac{d^2 x}{dy^2}$$

donde:

f = constante de fricción

$$F = \frac{\text{carga}}{\text{área}}$$

El área de contacto donde se ejerce la presión será:

$$A = \frac{W}{P}$$

A: AREA DE CONTACTO

W: PESO

P: PRESION

como " F " es la fuerza necesaria para mover la bala, hace un esfuerzo cortante para deslizar la bala en el área del conducto.

$$f \frac{dx}{dy} = As = F$$

s esfuerzo cortante

$$As = W$$

$$\therefore \frac{F}{W} = \frac{s}{P} = f$$

al aparecer " f " fricción se realiza trabajo

$$\frac{F}{W} = \frac{s}{P} = \frac{Kg}{Kg} = \frac{Kg / cm^2}{Kg / cm^2} = f$$

por lo tanto es adimensional.

Con esto se ha demostrado que el trabajo produce calor y que se requiere de una energía primaria (F) para producirlo.

En un proceso industrial sucede lo mismo que en el principio demostrado, pues para que las máquinas entreguen trabajo necesitan de un energético, la energía como un principio termodinámico que es, se divide en tres tipos:

- 1) ENERGIA TERMICA O INTERNA (U)
- 2) ENERGIA CINETICA (K)
- 3) ENERGIA POTENCIAL (P)

La energía interna es originada por el movimiento interno de las moléculas constitutivas de la materia.

La energía potencial es la fuerza de atracción sobre los cuerpos que ejerce la tierra debido a su masa.

La energía cinética se debe, a que, al mover la materia todas las moléculas que la integran se mueven a la misma velocidad.

Por lo tanto la energía "E" se expresa mediante la siguiente identidad:

$$E = U + K + P$$

El trabajo es energía en tránsito, la cual se mueve a través de una frontera, en Termodinámica esto se considera un sistema el que puede ser abierto o cerrado, dependiendo de sus características; por ejemplo, si se considera como elemento de transición a un combustible (volumen), entonces será un sistema abierto ya que el volumen de combustible saldrá poco a poco del sistema en forma de gas. Y será un sistema cerrado si es un fluido expansible, como el vapor encerrado dentro de un émbolo, ya que este no cambia su contenido, solo se expande debido al incremento de su contención.

Los conceptos Termodinámicos de energía, trabajo, sistemas cerrado y abierto sirven para comprender de una manera fácil el manejo energético de una planta industrial.

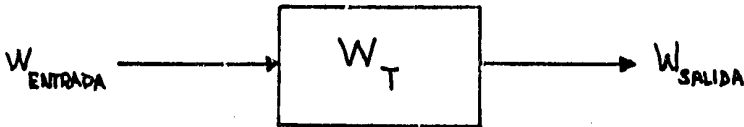


FIG. IV.3

La figura No. IV.3 representa un sistema cerrado, en el que solo hay transferencia de calor y trabajo, ya que en el nunca hay transferencia de masa; en un sistema cerrado también puede haber transferencia de electricidad la cual no se debe perder de vista durante un proceso industrial (para considerarla en balance masivo), las diferentes formas de producirla se da en los incisos correspondientes a generadores de combustión interna y turbomáquina para generación de E.E.

La figura No.IV.3 se puede interpretar como un balance de masa ya que;

$$W_t = W_{sal} - W_{ent}$$

W : trabajo

el flujo de trabajo es igual al abastecimiento del mismo. Su identidad también se expresa de la siguiente forma:

$$Q_{entra} + W_{entra} = Q_{sale} + W_{sale}$$

Pues en un sistema cerrado hay flujo de trabajo, energía, y electricidad.

$$\delta Q_{\text{entra}} - Q_{\text{sale}} = \sum Q = w_{\text{sale}} - W_{\text{entra}} = \sum W$$

como se evalúan para un ciclo de trabajo, entonces

$$\sum Q = \oint dQ \quad \text{y} \quad \sum W = \oint dw$$

$$\therefore \oint dQ - \oint dw = 0$$

Que es la forma canónica de expresar la primera ley de la Termodinámica (la energía no se crea ni se destruye, tan solo se transforma).

Hasta el momento solo se han recordado algunos conceptos básicos de energía, pero en incisos posteriores del capítulo IV se analiza el consumo de estos energéticos, - así como de la eficiencia que se puede obtener mediante su uso industrial.

Normalmente la estructuración del consumo energético para un proceso industrial consta de los siguientes consumos:

- LINEAS PRODUCTIVAS
- SERVICIOS GENERALES DE COMPLEMENTACION
- TRANSPORTE
- GENERADORES DE VAPOR
- TURBOGENERADORES (DE E.E.)
- GENERADORES DE COMBUSTION INTERNA (PARA E.E.)

Cada consumidor de energéticos se explica mas ampliamente en los siguientes incisos.

IV. 1 CONSUMO DE ENERGETICOS EN LINEAS PRODUCTIVAS.

El consumo de combustibles en cada línea productiva es considerado aquel que directamente fue usado en esta parte del proceso, es importante recordar en que forma fué distribuido el total de combustibles ya que al hacer un balance de materia se deberá obtener la misma cantidad al final del ciclo de trabajo, esto es importante debido a que por medio del balance se obtendrá la eficiencia con que se han usado estos combustibles, desde luego no será una eficiencia de un 100 % , ya que siempre hay pérdidas por distintas causas.

Sí alguna máquina interviene directa y físicamente dentro de una línea productiva, y esta consume algún combustible, incluyendo energía eléctrica, entonces ese consumo será cargado a esa línea productora. Se debe considerar también como consumo dentro de la línea productiva los combustibles que pudieran servir para cualquier tipo de mantenimiento.

Se tiene un ejemplo ilustrativo del consumo de combustibles en una línea productiva, en la rama textil, el ejemplo sería la línea de tintorería, esta parte del proceso sirve para dar el teñido a las telas, lo cual es logrado mediante la aplicación de colores sintéticos mez-

clados en agua, el agua deberá ser calentada hasta determinados rangos de temperatura, este calentamiento se va a lograr mediante la producción de vapor, y para lograrlo habrá que hacer un gasto de energéticos; entre estos energéticos se pueden mencionar el gas licuado, combustóleo, diesel, etc.

El energético que se deberá usar será el más adecuado; ya que algunos combustibles pudieran perjudicar la calidad del producto, como en el caso de una planta productora de cal; solo se debe usar para sus hornos el gas natural y no otros comburentes como el combustóleo, ya que mancharía el producto.

Segun experiencias en diferentes tipos de procesos industriales el mayor consumo de electricidad es en las líneas productivas debido al consumo de su maquinaria, la cual generalmente utiliza corriente eléctrica, el consumo de otros energéticos en esta parte del proceso no es muy significativa, pero pueden darse excepciones.

IV. 2 CONSUMO DE ENERGETICOS EN SERVICIOS GENERALES DE COMPLEMENTACION.

Estos servicios son todos aquellos que no tienen como fin la producción, pero sin embargo son indispensables para la planta. Entre estos servicios se pueden incluir el alumbrado, producción de vapor para baños, para el aire acondicionado de oficinas, gas para la estufa del comedor etc.

Esta parte de la planta industrial es la menos consumidora de cualquier tipo de energéticos. Se estima que el consumo de corriente eléctrica para servicios generales es de un 2 % a un 10 % del total de E.E. consumido por la planta, y en el caso de comburentes es insignificante.

Hay casos en que esto no se cumple, por ejemplo las industrias mineras consumen una gran cantidad de energéticos para sus servicios de complementación, debido a que se encuentran situadas en lugares remotos, en donde no hay corriente eléctrica, y por esta razón se ven obligados a producirla, consumiendo así una gran cantidad de combustibles productores de energía.

Otra rama industrial de gran consumo energético es la siderúrgica con sus hornos de inducción, los cuales tienen un gasto eléctrico de gran consumo; una empresa de esta índole es HYLSA (MONTERREY) con un consumo de 40 000 000 Kw anuales, de esta forma se podrían citar una gran cantidad de ejemplos, y entonces se llegaría a la conclusión de que pueden haber empresas con un gran consumo energético ó con consumos insignificantes en sus servicios generales de complementación y de líneas productivas. Es posible determinar los consumos energéticos de una industria, si se hace un diagrama de proceso en los cuales se identifiquen los mayores consumidores de estos, así se podrá determinar su distribución al ser empleados en diferentes etapas del proceso.

IV. 3 CONSUMO ENERGETICO EN TRANSPORTES.

En los transportes se incluyen todos los vehículos automotores consumidores de energía, tanto la materia prima como los productos terminados deben ser transportados dentro y fuera de la empresa o también a las diversas líneas de producción, por ello se deben considerar en los transportes a todos los vehículos tales como grúas, monta cargas, tractores, bandas transportadoras, trascabos, e incluso vehículos que transportan la materia prima hasta los diferentes distribuidores de los productos.

En los transportes el consumo de energía es muy bajo en comparación con la producción, no tienen mayor trascendencia, pero sin embargo se deben tener cuenta para un balance masivo al final del proceso de manufactura.

IV. 4 CONSUMO DE ENERGETICOS EN GENERADORES DE VAPOR.

Los generadores de vapor son los más grandes consumidores de energía, pues estos la transforman en vapor que se aprovecha en alguna forma de energía secundaria.

El vapor producido por una caldera es usado en diferentes aplicaciones; como por ejemplo en calefacción, para evaporar disoluciones químicas, para máquinas, bombas, e incluso para generar E.E. por medio de turbinas de vapor.

Los generadores de vapor no solo son una simple caldera, sino que por el contrario están compuestos por sus diversos accesorios, entre estos accesorios se pueden mencionar:

- Equipo quemador de combustible
- Recalentador
- Serpentina de los recalentadores
- Calentador de aire

El equipo quemador de combustible es aquel donde se hace la mezcla necesaria para la combustión, hay una mezcla de aire con el combustible atomizado, esta combinación química de gases produce una flama al ser encendida, la cual es la que proporciona el cambio de temperatura -

ra en el agua de alimentación de la caldera.

Recalentador; cuando la temperatura de ebullición de algun líquido esta en función de la presión es una temperatura de saturación, este líquido esta compuesto de dos fases, líquida y gas, una de ellas se esta saturando ya que parte del líquido se vaporiza conforme es bombeada el agua a la caldera, entonces el recalentador se utiliza para hacer un recalentado al vapor elevando su temperatura por arriba de la de saturación; y si hay un equilibrio térmico este vapor no debe contener líquido.

Serpentines de los recalentadores; estos sirven para que la temperatura del vapor se mantenga más estable, ya que aumenta de volumen al ser calentado, provocando una circulación mas rápida de vapor, al mantenerlo circulando por los serpentines se retiene por más tiempo aprovechando así su calor.

Calentador de aire; aprovecha el calor de los conductos de humo calentando el aire, con este se logra una mejor eficiencia y una buena combustión debidos a una flama mas estable en los generadores.

Enseguida se presentan algunos ejemplos de calderas con sus principales características:

IV. 4. 1 TIPOS DE CALDERAS.

CALDERAS DE TUBOS DE HUMO:

En los tubos que se encuentran en el interior de la caldera circulan los gases producidos durante la combustión, este tipo de calderas es usado en instalaciones pequeñas, donde no hay un consumo exagerado de vapor, además estas calderas son de un costo menor.

Las principales características de diseño y operación de vapor para una caldera de este tipo se dan a continuación, las presiones de diseño están entre el rango de presiones que va de 10.5 a 17.5 kg / cm².

CARACTERISTICAS DE OPERACION:

PRESION ABSOLUTA: 10.5 Kg/ cm²
TEMPERATURA: 181.34 °C
HORAS DE OPERACION: 8760 hr.
COMBUSTIBLE: 3873.515 m³ de diesel

PRODUCCION DE VAPOR VIVO: 5000 Kg /hr.
CANTIDAD NETA DE VAPOR PRODUCIDO: 43 300,000 Kg
ENERGIA REQUERIDA: 4 023,856.906 Kcal/hr

CARACTERISTICAS DE DISEÑO:

PRESION ABSOLUTA: 17.6 Kg / cm²
TEMPERATURA: 204.95 °C
PRODUCCION DE VAPOR VIVO: 5400 Kg / cm²

CALCULOS:

para encontrar la energía requerida se aplica:

$$\text{Energía Requerida} = \frac{(\text{VOL. COMB.}) (\text{PODER CALORIFICO})}{(\text{H OP})}$$

$$\text{análisis dimensional} = \frac{(\text{m}^3) (\text{Kcal} / \text{m}^3)}{\text{hr}} = \frac{(\text{Kcal})}{\text{hr}}$$

$$\text{sustituyendo E.R.} = \frac{(3873.515)(9.1 \times 10^6)}{3760} =$$

$$\text{E.R} = 4^{\circ}023,856.906 \text{ Kcal/ hr.}$$

Para la eficiencia:

$$\eta = \frac{(\text{PRODUCCION DE VAPOR VIVO}) (\Delta H) (\text{H OP})}{(\text{VOL. COMB}) (\text{PODER CALORIFICO})}$$

$$\text{análisis dimensional} = \frac{(\text{Kg} / \text{hr}) (\text{Kcal/Kg}) (\text{hr})}{(\text{m}^3) (\text{Kcal} / \text{m}^3)} = \text{adimensional}$$

para encontrar ΔH , hay que tomar las presiones absolutas,

como $P_{\text{abs}} = P_{\text{man}} + P_{\text{atms.}}$

$$\therefore P_{\text{abs}} = 10.5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ a } T = 131.34 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow H_1$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = 1.033 \text{ Kg/cm}^2 \text{ a } T = 100 \text{ }^\circ\text{C} (\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow H_2$$

$$\therefore H_1 = 663.38 \text{ Kcal/Kg} \quad (\text{considerando Hg})$$

$$H_2 = 100.04 \text{ Kcal/Kg} \quad (\text{considerando H}_1)$$

$$\therefore \Delta H = (663.38 - 100.04) = 563.4 \text{ Kcal/Kg.}$$

Sustituyendo:

$$\eta = \frac{(5000)(563.4)(3760)}{(3873.55)(9.1 \times 10^6)} = 0.70$$

$$\therefore \eta = 70 \%$$

CALDERAS ACUOTUBULARES.

Consta de tubos doblados, también es conocida como caldera Stirling, puede quemar cualquier tipo de combustible, incluyendo carbón, consta de una gran capacidad de agua, este tipo de caldera se proyecta para producir - hasta 454 000 Kg/hr. de vapor y maneja presiones tan altas como 52.7 Kg/cm^2 . , estas calderas son usadas en industrias con un gran consumo de vapor.

CARACTERÍSTICAS DE OPERACION:

Presión Absoluta: 35 Kg/cm^2 .

Temperatura: 327°C

Horas De Operación: 8760 hr.

Combustible:

m^3 de diesel= 4000

m^3 de combustóleo= 1.079×10^2

Producción de vapor vivo: 350 000 Kg/hr.
 Cantidad neta de vapor producido: 3.066×10^9 Kg.
 Energía requerida: 4' 266,107.306 Kcal/hr.

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO:

Presión absoluta: 52.7 Kg/cm².
 Temperatura: 338 °C
 Producción de vapor vivo: 454 000 Kg/hr.

CALCULOS:

$$\begin{aligned}
 \text{Energía Requerida} &= \frac{(4000 \times 9.10^6) + (1.079 \times 10^3 \times 9 \times 10^6)}{3760} = \\
 &= \frac{3.64 \times 10^{10} + 9.711 \times 10^8}{8760} = \\
 &= \frac{3.73711 \times 10^{10}}{8760} =
 \end{aligned}$$

$$\Delta R. = 4 \cdot 266,107.306 \text{ Kcal/hr.}$$

Para la eficiencia:

$$H_1 = 728.16 \text{ (Hg) de tablas vapor recalentado}$$

$$H_2 = 100.04 \text{ (H}_f\text{) considerando el agua}$$

$$\Delta H = (728.16 - 100.04) \text{ Kcal/Kg} = 628.12 \text{ Kcal/Kg}$$

$$\eta = \frac{(350\,000) (628.12) (8760)}{(4\,000 \times 9.1 \times 10^6) + (1.079 \times 10^2 \times 9 \times 10^6)} =$$

$$\eta = 0.5153$$

$$\therefore \eta = 51.53 \%$$

COMENTARIOS: El primer caso es una caldera pequeña consumiendo exclusivamente un solo combustible.

El segundo caso es una caldera de gran tamaño con un equipo quemador dual; el cual usa dos combustibles diferentes.

IV. 5 GENERADORES DE ENERGIA ELECTRICA

Para generar energía eléctrica en una planta industrial normalmente se logra mediante el vapor, este se debe convertir en potencia para hacer trabajar las máquinas que lo logran mediante esta potencia, las turbinas de vapor son las que se encargan de ello, aunque también existen las turbinas de gas, las cuales funcionan por medio de otros energéticos. Otra forma de producir E.E. puede ser lograda por generadores impulsados por combustión interna.

Cada generador de E.E. se rige por un ciclo de trabajo diferente por tener características diferentes, - las plantas de vapor productoras de potencia se rigen por el ciclo Rankine, y las de combustión interna por el ciclo Otto. En este estudio a continuación se hace una pequeña mención del ciclo Rankine a fin de recordatorio.

IV.5.1 CICLO RANKINE.

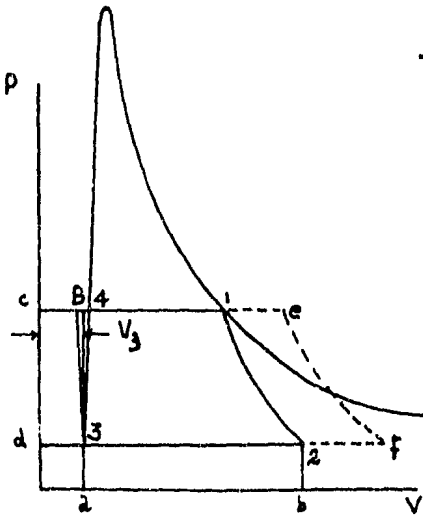


FIG. Nº 4

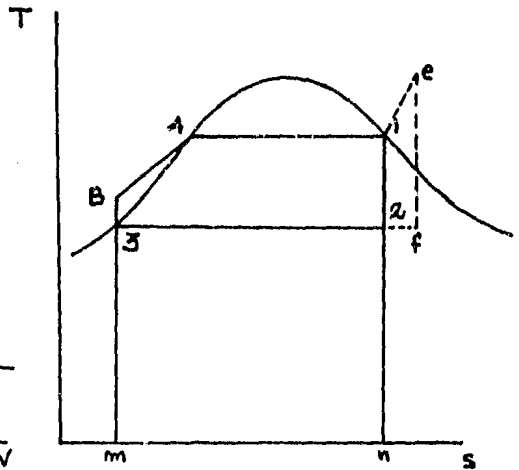


FIG. Nº 5

Curvas P V y s T del
 ciclo de los generadores de vapor productores
 de potencia.

IV.5.2 TURBOGENERADORES.

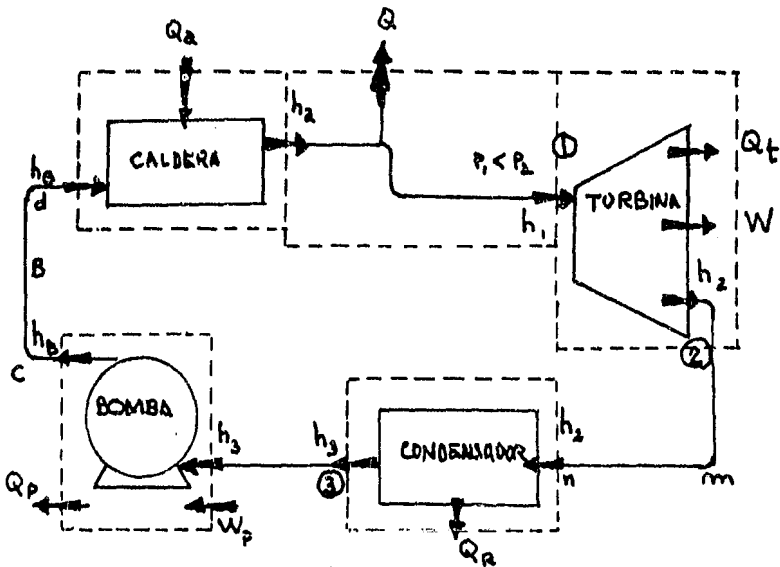


FIG. Nº 6.

DIAGRAMA DE UNA PLANTA DE VAPOR PRODUCTORA DE
POTENCIA

Calor añadido a presión constante en la caldera:

$$Q_A = h_1 - h_B$$

AREA m-B-4-1-2-n
en curva sT.

TRABAJO NETO:

$$W_{\text{neto}} = h_1 - h_B - (h_2 - h_3) = h_1 - h_2 + h_3 - h_B$$

$$\text{AREA de sT} = 1 - 2 - 3 - B - 4$$

TRABAJO DE LA BOMBA:

$$W_P = (h_B - h_3) \quad (\text{considerando que no hay pérdidas, sería ideal}).$$

$$\text{AREA de PV} = 3 - B - c - d$$

De esta forma se pueden encontrar las siguientes relaciones

conocimiento de la eficiencia de la bomba.

$$W_P = \frac{(h_B - h_3)}{\eta_P}$$

TRABAJO DE LA TURBINA:

$$w_t = -\Delta h = h_1 - h_2$$

∴ EL TRABAJO NETO:

$$W_{\text{neto}} = W_t - W_P = h_1 - h_2 - W_P \quad (\text{Kcal/Kg})$$

CALCULO DE LA EFICIENCIA EN LOS TURBOGRUPOS GENERADORES
DE ELECTRICIDAD.

ENTRADA:

$$(G)_j (H_e)_j$$

SALIDA:

$$\frac{(EGTV)_j (860) + D(H_D)_j + \sum_{i=1}^{i=j} E_i (H_i)}{(H OP)}$$

j = No. de turbogrupos.

$(G)_j$ = caudal de vapor o gasto (Kg/hr)

$(H OP)_j$ = horas de operación durante el año (hr)

$(EGTV)_j$ = electricidad generada del turbogrupos (KWH)

D = volumen de descarga del turbogrupos (Kg/hr)

E_i = volumen de la extracción i del turbogrupos (Kg/hr)

H_e = Entalpía de entrada (Kcal / kg)

H_D = Entalpía del caudal de descarga (Kcal / Kg)

H_i = Entalpía de la extracción i (Kcal/kg)

Nota H_e , H_D , y H_i todas $H = \psi (P, T)$

∴ La eficiencia del turbogrupo:

$$\eta = \frac{\text{Salida}}{\text{entrada}}$$

donde: $0.5 \leq \eta \leq 0.9$

Hay que considerar también, que no siempre todo el vapor que se utiliza en una industria, se produce en ella, sino que hay ocasiones en que este se compra a otra industria vecina, lo que quiere decir que está fuera de sus límites de batería; así mismo hay industrias con un excedente de vapor, el cual, también puede ser vendido a otras industrias.

Es bueno recordar que existen combustibles auto generados, este caso lo encontramos por ejemplo en las industrias azucareras, su bagazo de caña en ocasiones no puede ser ocupado para la fabricación de papel, entonces se quema en las calderas y sirve de insumo energético, otra forma de ahorro de energéticos, es cuando en alguna planta industrial se pueden aprovechar las reacciones exotérmicas las cuales prácticamente no tienen costo.

IV.5.3 GENERADORES DE COMBUSTION INTERNA

La generación de E.E. también puede ser lograda - mediante motores de combustión interna acoplados a un generador, estos trabajan mediante el ciclo otto, el cual no se mencionará ya que no es la finalidad de este estudio - energético, enseguida se presentan los calculos para la - eficiencia de un grupo generador de E.E. por combustión.

CALCULO DE LA EFICIENCIA DE LOS GRUPOS GENERADORES DE COMBUSTION INTERNA.

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (EGOG)_i (360)}{\sum_{i=1}^{i=n} (COMB)_i (PC)_i}$$

EGOG =electricidad generada del grupo generador i (KWH)

COMB_i =Volumen del combustible i (m³)

PC_i =Poder calorifico del combustible i (Kcal/m³)

donde: 0.7 > η > 0.2

Como se puede ver, todos los elementos dedicados a la producción y los no dedicados a la producción en una industria, tienen una estrecha relación con los energéticos, es por esta razón que se han considerado como la finalidad central de este estudio, para así dar un uso racional de los energéticos dentro de la industria.

CAPITULO V.

CAPITULO V

CONCLUSIONES .

Despues de haber analizado el consumo de combustibles dentro de una planta industrial, durante una gran cantidad de procesos de manufactura, de todos tipos, se puede llegar a la síntesis de un proceso genérico de manufactura.

Esto se puede representar por medio de un diagrama, que de hecho es la conclusión de este estudio, en el se muestran todos los elementos constitutivos de un proceso industrial, ademas de la distribución de vapor para sus diferentes áreas.

El diagrama consta de cuatro unidades productivas en las que esta indicada la materia prima al iniciar el proceso, también en cada unidad aparece un producto ligado o intermedio el que aún no a terminado de ser transformado física ó químicamente para convertirse en un producto principal el cual será presentado a ventas.

El cuadro que representa la parte de producción dentro de la industria debe de recibir una distribución de servicios generales; estos servicios generales estan constituidos por los siguientes elementos:

- 1) Generacion de vapor
- 2) Generación de energía eléctrica
- 3) Servicios generales de complementación

La generación de vapor esta constituida por las calderas, estas pueden formar un solo grupo generador de vapor siempre y cuando tengan las mismas características de diseño, en el diagrama se incluyen tres grupos generadores de los que hay tres descargas de vapor a diferentes presiones, se consideran vapores: a baja presión (2.5 Kg/cm^2), presión media (7.5 a 17.5 Kg/cm^2), presión alta (52.7 Kg/cm^2)

En los generadores de vapor se consumen los combustibles comprados, aunque no se debe olvidar que también es posible incluir los combustibles autogenerados en las empresas tales como las azucareras.

Para la generación de energía eléctrica se han considerado tres formas de producirla:

- a) Turbina de gas
- b) Turbina de vapor
- c) Turbina de combustión interna

Las dos primeras son de considerable importancia debido al consumo de combustibles, la de vapor es alimentada por el vapor producido en los generadores de vapor ya antes mencionados. En el caso de los generadores de combustión interna son poco importantes en cuanto al consumo energético, estos son usados como plantas de emergencia para la producción de e.e., trabajan pocas horas en comparación con los turbogrupos de gen. de e.e.

Los servicios generales complementarios son ajenos a la producción, estos se usan para el alumbrado de la empresa, oficinas, baños etc.. También podemos mencionar entre estos servicios generales al aire acondicionado.

En esta forma se puede resumir un proceso de manu
ratura en una forma genérica, el cual puede adaptarse para
cualquier tipo o clase de empresa industrial.

C A P I T U L O VI

CAPITULO VI

B I B L I O G R A F I A .

- 1) ENERGY RATIONING AND ENERGY CONSERVATION
FOUNDATIONS FOR A SOCIAL POLICY
USA. NATIONAL TECHNICAL INFORMATION SERVICE
- 2) ENERGY ALTERNATIVES
USA. NATIONAL TECHNICAL INFORMATION SERVICE
- 3) ENERGY BALANCE FOR THE WASHINGTON AREA FOR 1973
USA. METROPOLITAN WASHINGTON
COUNCIL OF GOVERNMENT
- 4) SERIE ENERGETICOS VOL. III
DEMANDA DEL SECTOR INDUSTRIAL
INDUSTRIAS SELECCIONADAS
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS ECONOMICOS Y PLAN. INDUSTRIAL

- 5) SERIE ENERGETICOS VOL. IV
DEMANDA REGIONAL ANALISIS Y PERSPECTIVAS
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS ECONOMICOS Y PLAN. INDUSTRIAL

- 6) TERMODINAMICA
VIRGIL MORING FAIRES
5^ª EDICION EN INGLES
UNION TIPOGRAFICA EDITORIAL
HISPANO AMERICANA

- 7) ENERGIA Y ECONOMIA
MEXICO 2000
MEMORIAS
SEMINARIO ORGANIZADO POR LA ASOCIACION MEXICANA DE
ENERGIA DE FUSION
PERSPECTIVAS DEL MERCADO DE ENERGIA EN MEXICO, AÑO 2000
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

- 8) PROCESOS DE MANUFACTURA
VERSION SI
B.H. AMSTRAD
PHILLIP F. OSTWALD
MYRON L. BEJEMAN
CIA. EDITORIAL CONTINENTAL S.A. MEXICO

9) MANUAL DE CALDERAS SELMCO
CLEAVER BROOKS