



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

ARAGON

***LA ENERGIA EN EL CAMPO DE LA
INGENIERIA***

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A:

EFREN PABLO LOZA PÉREZ



ASESOR:
MONTAÑO SERRANO ALFREDO

MEXICO 2009



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 esta 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.

NUNCA CONSIDERES EL ESTUDIO COMO UNA OBLIGACION,
SINO COMO UNA OPORTUNIDAD PARA PENETRAR EN EL BELLO
Y MARAVILLOSO MUNDO DEL SABER.

ALBERT EINSTEIN

AYUDAME A DECIR LA VERDAD DELANTE DE LOS FUERTES Y A NO
DECIR MENTIRAS PARA GANARME EL APLAUSO DE LOS DEVILES. SI ME
DAS FORTUNA, NO ME QUITES LA RAZON. SI ME DAS ÉXITO. NO ME
QUITES LA HUMILDAD.

SI ME DAS HUMILDAD NO ME QUITES LA DIGNIDAD.

AYUDAME SIEMPRE A VER LA OTRA CARA DE LA MEDALLA, NO ME
DEJES INCULPAR DE TRAICION A LOS DEMAS POR NO PENSAR IGUAL
QUE YO.

ENSEÑAME A QUERER A LA GENTE COMO A MI MISMO Y A NO
JUZGARME COMO A LOS DEMAS. NO ME DEJES CAER EN EL ORGULLO SI
TRIUNFO, NI EN LA DESESPERACION SI FRACASO.

MAS BIEN RECUERDAME QUE EL FRACASO ES LA EXPERIENCIA QUE
PRECEDE AL TRIUNFO.

ENSEÑAME QUE PERDONAR ES UN SIGNO DE GRANDEZA Y QUE LA
VENGANZA ES UNA SEÑAL DE BAJEZA.

SI ME QUITAS EL ÉXITO, DEJAME FUERZAS PARA APRENDER DEL
FRACASO, SI YO OFENDIERA A LA GENTE, DAME VALOR PARA
DISCULPARME Y SI LA GENTE ME OFENDE, DAME VALOR PARA
PERDONAR.

¡ SEÑOR..... SI YO ME OLVIDO DE TI, NUNCA TE OLVIDES DE MI !

MAHATMA GANDHI

AGRADECIMIENTOS.

A **DIOS** POR HABERME PERMITIDO LLEGAR HASTA AQUÍ.

A MI PADRE EN SU MEMORIA **EFREN LOZA ALVARADO**. QUE ME APOYO EN TODOS LOS MOMENTOS Y QUE DESDE EL CIELO ME CUIDA.

A MI MADRE **MARIA CRISTINA PEREZ ROMERO** POR EL APOYO INCONDICIONAL Y CARIÑO QUE ME DA EN TODO TIEMPO.

A MIS PROFESORES POR SU GRAN ACTITUD Y DISPOSICION PARA MI ENSEÑANZA. ING ALFREDO MONTAÑO SERRANO MUCHAS GRACIAS.

A TODAS LAS PERSONAS QUE HAN ESTADO CONMIGO EN LOS MOMENTOS CLAVE PARA MI DESARROLLO. HERMANAS IVI, IVON GRACIAS!!.

AMIGOS: JESSICA OSORNIO, GUILLERMO RESENDIZ, VICTOR ESPINOZA, MAGALY SANCHEZ, SALVADOR TRILLO, RUBEN SALINAS, MARGARITA MAIZ, VICTOR GONZALEZ, JUAN CANTORIANO, HUGO SANCHEZ, EDITH ZARAGOZA. A TODOS USTEDES MUCHAS GRACIAS

A MIS TIOS:

BARBARA PEREZ, RUBEN PEREZ, VICTOR LOZA, AURELIA LOZA, PORFIRIO PEREZ, BETY PEREZ, SOCORRO LOZA, DAVID BARROSO, BERTHA LOZA.

MI ABUELITA:

HERME ROMERO.

INDICE

CAPITULO 1.- INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LA ENERGIA

| | |
|---------------------------------------|----|
| JUSTIFICACION | 1 |
| INTRODUCCION | 2 |
| INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LA ENERGIA | 4 |
| 1.1 QUE ES LA ENERGIA? | 4 |
| 1.2 HISTORIA. | 9 |
| 1.3 MATERIA Y ENERGIA. | 16 |
| 1.4 DEFINICIONES Y GENERALIDADES. | 17 |
| 1.5 ENERGIA CINETICA. | 19 |
| 1.6 CONSERVACION DE LA ENERGIA. | 20 |
| 1.7 ENERGIA POTENCIAL. | 21 |

CAPITULO 2.- UNIDADES

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | UNIDAD DE MEDIDA. | 23 |
| 2.2 | SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES. | 24 |
| 2.3 | PATRÒN DE MEDIDA. | 24 |
| 2.4 | TABLAS DE CONVERSIÒN | 25 |
| 2.5 | TIPOS DE UNIDADES DE MEDIDAS. | 28 |
| 2.6 | LONGITUD. | 28 |
| 2.7 | MASA. | 29 |
| 2.8 | MASA INERCIAL. | 30 |
| 2.9 | MASA GRAVITACIONAL. 31 | |
| 2.10 | EQUIVALENCIA DE LA MASA INERCIAL Y LA MASA GRAVITATORIA . | 32 |

| | | |
|------|----------------------------------|----|
| 2.11 | CONSECUENCIAS DE LA RELATIVIDAD. | 32 |
| 2.12 | MASA CONVENCIONAL. | 34 |
| 2.13 | TIEMPO. | 35 |
| 2.14 | INTENSIDAD (ELECTRICA). | 36 |
| 2.15 | TEMPERATURA | 37 |
| 2.16 | INTENSIDAD LUMINOSA. | 38 |

CAPITULO 3.- MOTOBOMBAS

| | | |
|------|---|----|
| 3.1 | DEFINICION | 39 |
| 3.2 | BOMBAS ALTERNATIVAS | 39 |
| 3.3 | BOMBAS CENTRÍFUGAS | 40 |
| 3.4 | BOMBAS DE CHORRO | 40 |
| 3.5 | OTRAS BOMBAS | 41 |
| 3.6 | MAQUINAS HIDRAULICAS | 41 |
| 3.7 | CARACTERISTICAS DE UN MOTOR QUE OPERA LA BOMBA. | 43 |
| 3.8 | APLICACIÓN DEL EQUIPO. | 44 |
| 3.9 | DESARROLLO | 46 |
| 3.10 | SOLUCION SIMULTÁNEA | 51 |
| 3.11 | GRAFICA SIMULTÁNEA | 52 |
| 3.12 | PARTE INTERNA | 54 |
| 3.13 | SOLUCION | 55 |

CONCLUSIONES

62

BIBLIOGRAFIA

65

LA ENERGIA EN EL CAMPO DE LA INGENIERIA

JUSTIFICACION

El presente trabajo surgió a partir de la creciente necesidad que se tiene para dar un enfoque a los procesos de energía en general y aplicarlos a la ingeniería en todos sus campos. Por eso el título LA ENERGIA EN EL CAMPO DE LA INGENIERIA

El UNIVERSO ESTA LLENO DE ENERGIA Y ESTA SE VA TRASFORMANDO, LA ENERGIA ES MOVIMIENTO, LUZ, CALOR; ES CUANTIFICABLE Y PARA TRASFORMAR, LA ENERGIA SE UTILIZAN DIVERSOS VEHICULOS, EJEMPLO, AGUA, AIRE, LUZ, SOL, VAPOR, COMBUSTIBLES ETC.

Al mirar a nuestro alrededor se observa que las plantas crecen, los animales se trasladan que las máquinas y herramientas realizan las más variadas tareas. Todas estas actividades tienen en común que precisan del concurso de la energía.

La energía es una propiedad asociada a los objetos y sustancias y se manifiesta en las transformaciones que ocurren en la naturaleza.

La energía se manifiesta en los cambios físicos, por ejemplo, al elevar un objeto, transportarlo, deformarlo o calentarlo.

La energía es una magnitud cuya unidad de medida en el S.I. es el julio (J).

INTRODUCCION.

La ingeniería y la tecnología son de vital importancia en la dirección de la reducción de la pobreza. El Ingeniero debe ser el autor de la construcción de capacidades de innovación y desarrollo tecnológico que le conduzca a desarrollar permanentemente nuevos productos, procesos y servicios para suplir las necesidades que el mercado demanda. En los procesos de innovación, participan diversos actores, el sector empresarial debe ser protagonista directo en la actividad innovadora, pero también es importante el papel del sector universitario, ya que a través de la cooperación Universidad + Empresa, se revaloriza la interacción entre Ciencia, Tecnología y Producción.

El México actual vive preocupado por el progreso tecnológico y por el desarrollo que del mismo se deriva. Esta preocupación es el rasgo más característico de nuestro momento histórico, hasta el punto que viene determinando una clasificación universal de los diferentes países que pueblan nuestro planeta en países desarrollados y países en desarrollo.

Países desarrollados son aquellos donde la mayoría de los habitantes gozan de un alto nivel de vida, caracterizado por un alto PIB (producto interno bruto), elevado consumo de energía, abundante producción y mucho confort. En los países subdesarrollados el nivel promedio es inferior al promedio mundial tanto en PIB como en los demás factores.

¿Dónde se fundamenta el desarrollo? Puede decirse que el desarrollo camina sobre tres pies: los recursos humanos, los energéticos y las materias primas. La coordinación de estos tres factores determina básicamente el desarrollo tecnológico y el bienestar material. Algunos señalan también como factor fundamental a los recursos económicos, pero estimamos que éstos son más bien efecto que causa del propio desarrollo, aunque en el proceso cíclico que implican las transformaciones el dinero constituya un equilibrante que facilita los intercambios que exigen los medios para lograr el progreso requerido. Existen además otros muchos factores secundarios, la mayor parte de ellos dependientes de los mismos factores humanos.

De los tres factores básicos señalados: hombres, energéticos y materias primas, ¿consideramos como más importante en el desarrollo de un país el primero, esto es, la preparación, educación y nivel cultural de sus habitantes. Así vemos países como Suiza, Francia, Japón, por ejemplo, que gozan de alto nivel de vida con escasísimos recursos materiales (energía y materias primas).

Existen asimismo países con abundantes recursos energéticos o de materias primas que no han logrado salir del subdesarrollo. Esto nos lleva a la necesidad de una mejor preparación de los recursos humanos Disponibles.

El hombre es quien debe señalar las metas y definir los sistemas operativos que procuren la mejor utilización de los demás factores. El éxito o fracaso del desarrollo dependerá de la profundidad de estudio y de análisis que hagamos de los recursos disponibles, de los procesos de conversión y transformación y. de los sistemas de interacción dinámica para satisfacer las necesidades de las diferentes comunidades, en una palabra, de la programación que hagamos de nuestro desarrollo, tratando siempre de evitar o reducir los problemas que complican o dificultan el real bienestar que se busca.

Los desaciertos en el desarrollo se pagan caros pues se producen desajustes y crisis socioeconómicas que crean un clima de incertidumbre en las garantías de progreso e incluso de supervivencia. La crisis actual es un "yo acuso" a las fallas del desarrolló. Buscando alivio se habla de la necesidad de una interdependencia a nivel mundial, considerándola como la regla de oro de vida de los pueblos. ¿Qué alcance tendrá la interdependencia? ¿Puramente económicos? ¿Intercambios de energéticos y materias primas por tecnología? Suponiendo que ello se logre en términos de una clara justicia y de un respeto al derecho de gentes, siempre muy dudosos, creemos que ello no basta para establecer las bases de una paz estable y una armonía de vida entre los hombres.

No creemos que el hombre sea motivado sólo por las necesidades y los intereses Materiales, como quiere verlo la filosofía materialista. Es preciso que se hallen vivas las elevadas aspiraciones del espíritu, para que el hombre exhiba otra actitud de más serena comprensión, de más solícito servicio, de más visible amor a sus semejantes.

Si bien todos los hombres deben tener conciencia de .esta problemática, entendemos que los ingenieros se ven particularmente obligados por la responsabilidad que tienen en el manejo de la energía y de las materias primas, dos factores fundamentales para las trasformaciones materiales que propician el desarrollo tecnológico.

CAPITULO 1

INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LA ENERGIA.

En este capitulo se recordaran los conceptos básicos de energía con el fin de comprenderlos mas adelante.

1.1

QUE ES LA ENERGIA?

Energía, capacidad de un sistema físico para realizar trabajo. La materia posee energía como resultado de su movimiento o de su posición en relación con las fuerzas que actúan sobre ella. La radiación electromagnética posee energía que depende de su frecuencia y, por tanto, de su longitud de onda. Esta energía se comunica a la materia cuando absorbe radiación y se recibe de la materia cuando emite radiación. La energía asociada al movimiento se conoce como energía cinética, mientras que la relacionada con la posición es la energía potencial. Por ejemplo, un péndulo que oscila tiene una energía potencial máxima en los extremos de su recorrido; en todas las posiciones intermedias tiene energía cinética y potencial en proporciones diversas. La energía se manifiesta en varias formas, entre ellas la energía mecánica, térmica química, eléctrica, radiante o atómica. Todas las formas de energía pueden convertirse en otras formas mediante los procesos adecuados. En el proceso de transformación puede perderse o ganarse una forma de energía, pero la suma total permanece constante.

Un peso suspendido de una cuerda tiene energía potencial debido a su posición, puesto que puede realizar trabajo al caer. Una batería eléctrica tiene energía potencial en forma química. Un trozo de magnesio también tiene energía potencial en forma química, que se transforma en calor y luz si se inflama. Al disparar un fusil, la energía potencial de la pólvora se transforma en la energía cinética del proyectil. La energía cinética del rotor de un dinamo o alternador se convierte en energía eléctrica mediante la inducción electromagnética. Esta energía eléctrica puede a su vez almacenarse como energía potencial de las cargas eléctricas en un condensador o una batería, disiparse en forma de calor o emplearse para realizar trabajo en un dispositivo eléctrico. Todas las formas de energía tienden a transformarse en calor, que es la forma más degradada de la energía. En los dispositivos mecánicos la energía no empleada para realizar trabajo útil se disipa como calor de rozamiento, y las pérdidas de los circuitos eléctricos se producen fundamentalmente en forma de calor.

Las observaciones empíricas del siglo XIX llevaron a la conclusión de que aunque la energía puede transformarse no se puede crear ni destruir. Este concepto, conocido como principio de conservación de la energía, constituye uno de los principios básicos

de la mecánica clásica. Al igual que el principio de conservación de la materia, sólo se cumple en fenómenos que implican velocidades bajas en comparación con la velocidad de la luz. Cuando las velocidades se empiezan a aproximar a la de la luz, como ocurre en las reacciones nucleares, la materia puede transformarse en energía y viceversa. En la física moderna se unifican ambos conceptos, la conservación de la energía y de la masa.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La leña fue la primera fuente de energía para el ser humano, y la más importante durante la mayor parte de su historia. Era muy asequible porque en muchas partes del mundo crecían grandes bosques. En los tiempos antiguos también se usaban algunas otras fuentes de energía que sólo se encontraban en zonas puntuales: asfalto, carbón y turba de depósitos superficiales, y petróleo procedente de filtraciones de yacimientos subterráneos.

La situación cambió en la edad media cuando la leña se empezó a utilizar para fabricar carbón vegetal, que se empleaba para obtener metales a partir de sus menas. A medida que se talaban los bosques y disminuía la cantidad de leña disponible, en los comienzos de la Revolución Industrial, el carbón vegetal fue sustituido en la obtención de metales por el coque procedente del carbón. El carbón, que también se empezó a utilizar para propulsar las máquinas de vapor, se fue convirtiendo en la fuente de energía dominante a medida que avanzaba la Revolución Industrial.

El agua, como fuente de energía, es un recurso renovable que no contamina, no produce subproductos, su utilización como combustible no limita su aprovechamiento para otras aplicaciones, por lo que es un recurso noble que debería ser explotado con más interés para satisfacer necesidades de electrificación en regiones donde se den las condiciones

Aumento del uso del petróleo

Aunque hacía siglos que el petróleo se empleaba en campos tan diferentes como la medicina o la construcción, la moderna era del petróleo empezó con la perforación de un pozo comercial en Pensilvania (Estados Unidos), en 1859. La industria petrolera estadounidense creció rápidamente, y surgieron numerosas refinerías para fabricar productos derivados del petróleo crudo. Las compañías petroleras empezaron a exportar su principal producto, el queroseno empleado para iluminación, a todas las zonas del mundo. El desarrollo del motor de combustión interna y del automóvil creó un enorme mercado nuevo para otro derivado importante, la gasolina. Un tercer producto, el gasóleo de calefacción, empezó a sustituir al carbón en muchos mercados energéticos.

Las compañías petroleras, la mayoría estadounidenses, encontraron inicialmente reservas de crudo mucho mayores en Estados Unidos que en otros países. Esto hizo que las compañías petroleras de otros países sobre todo Gran Bretaña, Países Bajos y Francia empezaran a buscar petróleo en muchas partes del mundo, especialmente en Oriente Próximo. Los británicos iniciaron la producción del primer campo petrolífero en esa zona (concretamente en Irán) justo antes de la I Guerra Mundial. Durante la guerra, la industria petrolera estadounidense produjo dos tercios del suministro mundial de petróleo a partir de yacimientos nacionales, e importó un sexto de México. Al final de la

I Guerra Mundial, y antes del descubrimiento de los productivos campos del este de Texas, Estados Unidos, con sus reservas afectadas por el esfuerzo bélico, se convirtió en un importador neto de petróleo durante algunos años.

A lo largo de las tres décadas siguientes, con el apoyo ocasional del gobierno federal de Estados Unidos, las compañías petroleras de ese país se expandieron con enorme éxito por el resto del mundo. En 1955, las cinco principales empresas de petróleo de Estados Unidos producían dos tercios del petróleo del mercado mundial (sin incluir América del Norte y el bloque soviético). Dos compañías británicas producían casi un tercio, mientras que los franceses sólo producían una quincuagésima parte. Las siete principales compañías estadounidenses y británicas proporcionaban al mundo cantidades cada vez mayores de petróleo barato procedente de las enormes reservas de Oriente Próximo. El precio internacional era aproximadamente de un dólar por barril; durante esa época, Estados Unidos era en gran medida autosuficiente, y sus importaciones estaban limitadas por una cuota.

Formación de la OPEP

Dos grupos de acontecimientos simultáneos transformaron ese suministro seguro de petróleo barato en un suministro inseguro de petróleo caro. En 1960, indignados por los recortes de precios unilaterales llevados a cabo por las siete grandes compañías petroleras, los gobiernos de los principales países exportadores de petróleo —Venezuela y cuatro países del golfo Pérsico formaron la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) para intentar evitar mayores recortes en el precio que recibían por su petróleo. Lo consiguieron, pero durante una década no lograron subir los precios. Entretanto, el aumento del consumo de petróleo, sobre todo en Europa y Japón, donde el petróleo desplazó al carbón como fuente primaria de energía, provocó una enorme expansión de la demanda de productos del petróleo.

La crisis energética

El año 1973 marcó el final de la era del petróleo seguro y barato. En octubre, como resultado de la guerra entre árabes e israelíes, los países árabes productores de petróleo recortaron su producción y embargaron el suministro de crudo a Estados Unidos y los Países Bajos. Aunque el recorte árabe representaba una pérdida de menos del 7% del suministro mundial, provocó el pánico de las compañías petroleras, los consumidores, los operadores del petróleo y algunos gobiernos. Cuando unos pocos países productores comenzaron a subastar parte de su crudo se produjo una puja desenfrenada que alentó a los países de la OPEP, que por entonces eran ya 13, a subir el precio de todo su petróleo a niveles hasta 8 veces superiores a los precios de pocos años antes. El panorama petrolero mundial se calmó gradualmente, ya que la recesión económica mundial provocada por el aumento de los precios del petróleo recortó la demanda de crudo. Entretanto, la mayoría de los gobiernos de la OPEP se hicieron con la propiedad de los campos petrolíferos situados en sus países.

En 1978 comenzó una segunda crisis del petróleo cuando, como resultado de la revolución que acabó destronando al Sha de Irán, la producción y exportación iraní de petróleo cayeron hasta niveles casi nulos. Como Irán había sido un gran exportador, el pánico volvió a cundir entre los consumidores. Una repetición de los acontecimientos de 1973, incluidas las pujas desorbitadas, volvió a provocar la subida de los precios de crudo durante 1979. El estallido de la guerra entre Irán e Irak en 1980 dio un nuevo impulso a los precios del petróleo. A finales de 1980 el precio del crudo era 19 veces superior al de 1970.

Los elevados precios del petróleo volvieron a provocar una recesión económica mundial y dieron un fuerte impulso a la conservación de energía; a medida que se reducía la demanda de petróleo y aumentaba la oferta, el mercado del petróleo se fue debilitando. El crecimiento significativo en la oferta de petróleo procedente de países ajenos a la OPEP, como México, Brasil, Egipto, China, la India o los países del mar del Norte, hizo que los precios del crudo cayeran aún más. En 1989, la producción soviética alcanzó los 11,42 millones de barriles diarios y supuso el 19,2% de la producción mundial de aquel año.

A pesar de que los precios internacionales del petróleo se han mantenido bajos desde 1986, la preocupación por posibles trastornos en el suministro ha seguido siendo el foco de la política energética de los países industrializados. Las subidas a corto plazo que tuvieron lugar tras la invasión iraquí de Kuwait reforzaron esa preocupación. Debido a sus grandes reservas, Oriente Próximo seguirá siendo la principal fuente de petróleo en el futuro previsible.

PETRÓLEO Y GAS NATURAL

El petróleo crudo y el gas natural se encuentran en cantidades comerciales en cuencas sedimentarias situadas en más de 50 países de todos los continentes. Los mayores yacimientos se encuentran en Oriente Próximo, donde se hallan más de la mitad de las reservas conocidas de crudo y casi una tercera parte de las reservas conocidas de gas natural. En comparación, Estados Unidos sólo contiene un 6% de los recursos conocidos.

Perforación

Torre de perforación marina Esta plataforma petrolera semisumergida descansa sobre flotadores y está anclada al fondo. Los pozos marinos producen alrededor del 25% del petróleo extraído en todo el mundo. Photo Researchers, Inc./John Mead

Los geólogos y otros científicos han desarrollado técnicas que indican la posibilidad de que exista petróleo o gas en las profundidades. Estas técnicas incluyen la fotografía aérea de determinados rasgos superficiales, el análisis de la desviación de ondas de choque por las capas geológicas y la medida de los campos gravitatorio y magnético. Sin embargo, el único método para confirmar la existencia de petróleo o gas es perforar

un pozo que llegue hasta el yacimiento. En muchos casos, las compañías petroleras gastan millones de dólares en perforar pozos en zonas prometedoras y se encuentran con que los pozos están secos. Durante mucho tiempo, la inmensa mayoría de los pozos se perforaban en tierra firme. Después de la II Guerra Mundial se empezaron a realizar perforaciones en aguas poco profundas desde plataformas sostenidas por pilotes apoyados en el fondo del mar. Posteriormente se desarrollaron plataformas flotantes capaces de perforar en aguas de 1.000 metros o más de profundidad. Se han encontrado importantes yacimientos de petróleo y gas en el mar: en Estados Unidos (sobre todo en el golfo de Florida), en Europa, sobre todo en el mar del Norte, en Rusia (en el mar de Barents y el mar de Kara) y en las costas de Brasil. Es probable que la mayoría de los descubrimientos importantes de petróleo del futuro se produzcan en el mar.

Producción

A medida que se extrae gas y petróleo de un yacimiento, la presión existente en el depósito, que impulsa el material a la superficie, va disminuyendo gradualmente. Al final, la presión acaba haciéndose tan baja que el petróleo o gas que queda no avanza por la roca porosa hasta el pozo. Cuando se llega a ese punto ya se ha extraído casi todo el gas de un yacimiento, pero en un campo petrolífero se ha extraído menos de una tercera parte del petróleo. El petróleo restante se puede recuperar utilizando gas o agua para impulsar el crudo hacia el pozo, pero incluso después de emplear ese método suele quedar entre una cuarta parte y la mitad del petróleo. Para intentar extraer ese resto las compañías petroleras están empezando a usar productos químicos para impulsar el petróleo hasta el pozo, o emplear fuego o vapor en el yacimiento para que el petróleo fluya mejor. Las nuevas técnicas que permiten perforar en horizontal y no sólo en vertical han reducido drásticamente el coste de encontrar reservas de petróleo y gas.

El petróleo crudo se transporta a las refinerías mediante oleoductos, barcazas o gigantescos petroleros oceánicos. Las refinerías contienen una serie de unidades de procesado que separan los distintos componentes del crudo calentándolos a diferentes temperaturas, modificándolos químicamente y mezclándolos para fabricar los productos finales, sobre todo gasolina, queroseno, gasóleo, combustible para aviones de reacción, gasóleo de calefacción, aceite pesado, lubricantes y materias primas para las plantas petroquímicas.

El gas natural se suele transportar por gasoductos hasta los consumidores, que lo utilizan como combustible o, en ocasiones, para fabricar productos petroquímicos. Se puede licuar a temperaturas muy bajas y transportar en buques especiales; este método es mucho más costoso que transportar petróleo en un petrolero. El petróleo y el gas natural compiten en numerosos mercados, especialmente el de la calefacción de viviendas, oficinas, fábricas y procesos industriales.

(1.1)

1.2

HISTORIA



La Revolución Agrícola, se da cuando el hombre da un cambio de una existencia nómada a otra en un lugar más o menos fijo para cultivar productos y criar animales comestibles fue condición previa necesaria para el desarrollo Industrial. Algunos historiadores piensan que estos cambios ocurrieron primero en Siria e Irán, aproximadamente hacia 8,000 A. de J.C.

Los primeros ingenieros fueron arquitectos, especialistas en irrigación e ingenieros militares. Uno de los primeros cometidos de los ingenieros fue construir muros para proteger las ciudades; debido al riesgo de recibir un ataque enemigo, el sentirse protegido es una de las necesidades humanas básicas. Es justo pensar que los antiguos arquitectos precederían a los ingenieros en la satisfacción de esta necesidad. Sin embargo en el diseño y edificación de estructuras de uso público (edificios) se hizo necesario acudir a las habilidades de la ingeniería.

En esos días la innovación de los inventos fue sumamente lenta en aquel entonces, las necesidades militares y agrícolas tenían una mayor prioridad. También por las limitaciones en el campo de la comunicación las distancias entre las poblaciones eran sumamente grandes y se podría decir que fue realmente difícil el intercambio de conocimientos, y muchos de los inventos tuvieron que volverse a inventar antes que formaran parte del constante proceso evolutivo de la sociedad de esa época. En cambio las poblaciones aledañas a las rutas principales de comercio desde China a España se desarrollaron mucho más rápido que las demás debido a que les llegaba el Conocimiento de innovaciones que les llegaba de otros distantes lugares.

Se puede definir esta época como la era de los inventos ya que estos dieron inicio a la ingeniería, que entonces como ahora es el proceso de aplicar el conocimiento científico en bien de la humanidad (aunque otros lo utilizan para destruir).

La ciencia y la Ingeniería han avanzado mucho en los tres últimos siglos a pesar que su desarrollo se ve obstruido antes del siglo XVIII debido a la persecución que se le dio a los hombres de ciencia debido a la creencia de que eran brujos. Al final la ciencia y la ingeniería siempre se han codeado con las verdades últimas.

INGENIERÍA EGIPCIA

Los egipcios realizaron algunas de las obras más grandiosas de la ingeniería de todos los tiempos, siendo una de las más antiguas el muro de la ciudad de Menfis.

El arquitecto real de Menfis fue Kanofer, tuvo un hijo a quien llamó Imhotep, a quien los historiadores consideran como el primer ingeniero cuyo nombre se conoce. Fue su fama más como arquitecto que como ingeniero, aunque en sus realizaciones entran elementos fundamentales de la ingeniería. Hay diversidad de factores que permitieron los logros de Imhotep, cabe destacar entre ellos:

La creencia religiosa contemporánea de que para poder disfrutar de la eternidad era necesario conservar intacto el cadáver de un de un individuo; El suministro casi ilimitado de mano de obra de esclavos; La actitud paciente de quienes controlaban los recursos de ese entonces.

De todas las pirámides, la del faraón Keops fue la mayor. La Gran Pirámide, como se le conoce ahora tenía 230.4 m por lado en la base cuadrada y originalmente medía 146.3 m de altura. Contenía unos 2,300,000 bloques de piedra, de cerca de 1.1 toneladas en promedio. La exactitud con que se orientó la base con respecto a la alineación norte-sur, este-oeste fue de aproximadamente de 6 minutos de arco de error máximo, en tanto que la base distaba de ser un cuadrado perfecto por menos de 17.78 cm. Teniendo en cuenta el conocimiento limitado de la geometría y la falta de instrumentos de ese tiempo, fue una proeza notable. Cabe destacar que el único mecanismo que conocían era la palanca, ni la polea ni el tornillo eran de su conocimiento previo. El caballo como bestia de tiro se vino a utilizar 1,300 años después.

Los egipcios se cuentan entre los dibujantes más antiguos de la historia. Los dibujos eran esenciales para el éxito en la construcción de las pirámides, por lo que se plasmaron en papiro, piedra e incluso madera.

Ellos no solo se especializaron en las construcciones de catacumbas, sino que también en la agricultura progresaron mucho, construyeron diques y canales, y contaban con sistemas complejos de irrigación. Cuando la tierra de regadío era más alta que el nivel del río, utilizaban un dispositivo llamado cigoñal "shaduf" para elevar el agua hasta un nivel desde el cual se dirigía hacia la tierra. Ya desde 3,200 a. de J.C., el arte y ciencia de la irrigación eran una ceremonia que dirigía el faraón y que se llamaba "corte de los diques".

INGENIERÍA MESOPOTÁMICA

Otra gran cultura que floreció junto al agua se desarrolló en el norte de Irán, entre las riberas del río Tigris y Eufrates. Los griegos llamaron a esta tierra Mesopotámica "la tierra entre los ríos". Aunque los egipcios destacaron en el arte de construir con piedra, gran parte de la ciencia, ingeniería, religión y comercio provienen tanto de Irán como de Egipto.

Como en Egipto, la vigilancia de las riberas de barro en los canales era un menester importante. Los historiadores indican que en Mesopotámica se inició la tradición de que un político inaugure la construcción de un edificio público con una palada de tierra.

Los asirios fueron los primeros en emplear armas de hierro. Los asirios también inventaron la torre de asalto, que se convirtió en una pieza estándar del equipo militar durante los dos mil años siguientes, hasta que la invención del cañón la hizo obsoleta. Alrededor de 2,000 A.de J.C., los asirios lograron un avance significativo en el transporte. Aprendieron que el caballo se podía domesticar y servía para cabalgar, lo que les produjo una ventaja militar considerable: inventaron la caballería.

INGENIERÍA GRIEGA.

La historia griega comienza hacia el año 700 a de J.C., y al periodo desde aproximadamente 500 hasta 400 a de J.C., se le llama "Edad de Oro de Grecia". Una cantidad sorprendente de logros significativos en las áreas del arte, filosofía, ciencia, literatura y gobierno fue la razón para que esta pequeña porción del tiempo en la historia humana amerizara nombre propio.

Aproximadamente 440 a de J.C., Pericles contrató arquitectos para que construyeran templos en la Acrópolis, monte rocoso, de superficie plana que miraba a la ciudad de Atenas. Un sendero por la ladera occidental llevaba a través de un inmenso portal conocido como los Prolipeos, hasta la cima. Las vigas de mármol del cielo raso de esta estructura estaban reforzadas con hierro forjado, lo que constituye el primer uso conocido del metal como componente en el diseño de un edificio.

Se les llamaba "arquitekton", que quiere decir el que había cumplido un periodo como aprendiz en los métodos estándar de construcción de edificios públicos.

Los arquitectos recibían aproximadamente un tercio más de remuneración que los albañiles.

La "Mecánica" fue el primer texto conocido de ingeniería. En este artículo se estudiaban conceptos fundamentales de la ingeniería como la teoría de la palanca. También

contiene un diagrama que ilustra un tren de tres engranes, mostrados como círculos, lo que constituye la primera descripción conocida de engranajes. Es más probable que estos no tuvieran dientes, por lo que tuvo que ocurrir mucho deslizamiento antes de que se conociera la ventaja de los dientes y la manera de producirlos.

La mayor aportación de los griegos a la ingeniería fue el descubrimiento de la propia ciencia. Platón y su alumno Aristóteles quizás sean los más conocidos de los griegos por su doctrina de que hay en un orden congruente en la naturaleza que se puede conocer.

Sin embargo, realmente distintas metas, que no se pueden ignorar. Los matemáticos continuamente están demostrando de nuevo verdades antiguas y buscando nuevas verdades, en cambio los ingenieros están ansiosos de conocer las matemáticas que existen, de manera que las puedan aplicar al mundo actual. Los griegos desarrollaron un estudio llamado "Hybris" (orgullo), que era una creencia en la necesidad de leyes morales y físicas restrictivas en la aplicación de una técnica dominada. En pocas palabras desaprobaban los métodos casi inhumanos que tenían los egipcios para con sus esclavos (cargar monolitos de piedra varios kilómetros de distancia), por eso los griegos no llegaron a construir obras de gran magnitud como Egipto. Sin embargo, lo que los griegos no tuvieron en realizaciones de ingeniería lo compensaron con creces en los campos de arte, literatura, filosofía, lógica y política. Es interesante notar que la topografía, como la desarrollaron los griegos y luego los romanos, se considera como la primera ciencia aplicada de la ingeniería, y será prácticamente la única como ciencia aplicada durante los veinte siglos siguientes.

Aunque a Arquímedes le conoce mejor por lo que ahora se llama el "Principio de Arquímedes", también era un matemático y hábil ingeniero. Realizó muchos descubrimientos importantes en las áreas de la geometría plana y sólida, tal como una estimación más exacta de π y leyes para encontrar los centros de gravedad de figuras planas. También determinó la ley de las palancas y la demostró matemáticamente. Mientras estuvo en Egipto, inventó lo que se conoce como "el tornillo de Arquímedes", Arquímedes también fue constructor de barcos y astrónomo.

INGENIERÍA ROMANA.

Las contribuciones romanas a la ciencia fueron limitadas; sin embargo, sí abundaron en soldados, dirigentes, administradores y juristas notables. Los romanos aplicaron mucho de lo que les había precedido, y quizá se les puede juzgar como los mejores ingenieros de la antigüedad.

En su mayor parte, la ingeniería romana era civil, especialmente en el diseño y construcción de obras permanentes tales como acueductos, carreteras, puentes y edificios públicos. Una excepción fue la ingeniería militar, y otra menor, por ejemplo, la galvanización. La profesión de "architectus" era respetada y popular; en efecto, Druso, hijo del emperador Tiberio, era arquitecto.

Una innovación interesante de los arquitectos de esa época fue la reinención de la calefacción doméstica central indirecta, que se había usado originalmente cerca de 1,200 a de J.C., en Beycesultan, Turquía.

Uno de los grandes triunfos de la construcción pública durante este periodo fue el Coliseo, que fue el mayor lugar de reunión pública hasta la construcción del Yale Bowl en 1914.

Los ingenieros romanos aportaron mejoras significativas en la construcción de carreteras, principalmente por dos razones: una, que se creía que la comunicación era esencial para conservar un imperio en expansión, y la otra, por que se creía que una carretera bien construida duraría mucho tiempo con un mínimo de mantenimiento.

Quizá el triunfo más conocido en la construcción de carreteras en la antigüedad es la Vía Apia, que se inicio en 312 a. de J.C., y fue la primera carretera importante recubierta de Europa.

Los Acueductos Romanos: Casi todo lo que se sabe actualmente del sistema romano de distribución de aguas proviene del libro *De Aquis Urbis Romae* de Sexto Julio Frontino, quien fue Curator Aquarum de Roma, de 97 a 104 a. de J.C., Frontino llevaba registros de la utilización del agua, que indican que el emperador usaba el 17%, el 39% se usaba en forma privada, y el 44% para uso público estaba subdividida adicionalmente en 3% para los cuarteles, el 24% para los edificios públicos, incluidos once baños públicos, 4% para los teatros, y 13% para las fuentes. Había 856 baños privados a la fecha del informe.

Los acueductos romanos se construyeron siguiendo esencialmente el mismo diseño, que usaba arcos semicirculares de piedra montados sobre una hilera de pilares. Los romanos usaron tubería de plomo y luego comenzaron a sospechar que no era salubre, Sin embargo el envenenamiento por plomo no se diagnosticó específicamente sino hasta que Benjamín Franklin escribió una carta en 1768 relativa a su uso. Aproximadamente en 200 d. de J.C., se inventó un ariete llamado "ingenium" para atacar las murallas. Muchos años después se llamó al operador del ingenium, "ingeniator", que muchos historiadores creen que fue el origen de la palabra ingeniero. La ingeniería romana declino a partir de 100 d. de J.C., y sus avances fueron modestos. Una innovación durante este periodo fue la invención del alumbrado público en la ciudad de Antioquía, aproximadamente hacia el año 350 d. de J.C.

Muchos historiadores llaman "El Oscurantismo" al periodo de 600 a 100 d. de J.C., Durante este lapso dejaron de existir la Ingeniería y la arquitectura como profesiones.

INGENIERÍA ORIENTAL

Después de la caída del Imperio Romano, el desarrollo ingenieril se trasladó a India y China. Los antiguos hindúes eran diestros en el manejo del hierro y poseían el secreto para fabricar el buen acero desde antes de los tiempos de los romanos.

Aproximadamente en 700 d. de J.C., un monje de Mesopotamia llamado Severo Sebokhtdio a conocer a la civilización occidental el sistema numérico indio, que desde entonces hemos llamado números arábigos. Una de las más grandes realizaciones de todos los tiempos fue la Gran Muralla China.

China ha tenido canales desde hace miles de años. La mayoría de ellos tiene el tamaño adecuado para la irrigación, pero no para la navegación además de que en ese tiempo no se conocían las esclusas. Sí utilizaban compuertas, pero tenían valor limitado. Después de 3,000 años, la longitud del sistema de irrigación chino es de más de 320,000 km. El canal más largo, el Yun-ho o Gran Canal, tiene 1,920 Km y corre desde Tientsin hasta Hangchow; su construcción requirió de mil años. Los chinos fueron los primeros constructores de puentes, con características únicas. Lograron uno de los inventos más importante de todos los tiempos, el papel. Se cree que los chinos inventaron la pólvora. Es irónico que esta invención china, junto con el cañón eliminara las murallas.

Los chinos fueron los primeros en inventar mecanismos de escape para los relojes. Otro descubrimiento importante de los chinos fue la brújula, que rápidamente se extendió, para ser de uso común alrededor de 1,200 d. de J.C.

Luego los árabes aprendieron de los chinos el método de fabricación del papel, y lo produjeron en grandes cantidades.

Ingeniería Europea

La Edad Media, a la que a veces se le conoce como el periodo medieval, abarcó desde 500 hasta 1,500 d. de J.C., pero por lo general se denomina Oscurantismo al periodo que media entre el año 600 y el 1,000 d. de J.C. Durante este periodo no existieron las profesiones de ingeniería o arquitecto, de manera que esas actividades quedaron en manos de los artesanos, tales como los albañiles maestros. La literatura del Oscurantismo era predominantemente de naturaleza religiosa, y quienes tenían el poder no daban importancia a la ciencia e ingeniería. Un invento que contribuyó a la terminación de la forma de vida con castillos rodeados de murallas fue el cañón, que apareció en Alemania en el siglo XIV, y para el siglo XV los castillos ya no se podían defender.

La invención de los anteojos en 1,286 y el incremento considerable en las obras impresas en Europa en el siglo XV, fueron dos acontecimientos trascendentales en la expansión del pensamiento ingenieril.

Los antiguos romanos y griegos aprovechaban ya la energía del agua; utilizaban ruedas hidráulicas para moler trigo. Sin embargo, la posibilidad de emplear esclavos y animales de carga retrasó su aplicación generalizada hasta el siglo XII. Durante la edad media, las grandes ruedas hidráulicas de madera desarrollaban una potencia máxima de cincuenta caballos. La energía hidroeléctrica debe su mayor desarrollo al ingeniero civil británico John Smeaton, que construyó por vez primera grandes ruedas hidráulicas de hierro colado.

La hidroelectricidad tuvo mucha importancia durante la Revolución Industrial. Impulsó las industrias textil y del cuero y los talleres de construcción de máquinas a principios del siglo XIX. Aunque las máquinas de vapor ya estaban perfeccionadas, el carbón era escaso y la madera poco satisfactoria como combustible. La energía hidráulica ayudó al crecimiento de las nuevas ciudades industriales que se crearon en Europa y América hasta la construcción de canales a mediados del siglo XIX, que proporcionaron carbón a bajo precio.

Las presas y los canales eran necesarios para la instalación de ruedas hidráulicas sucesivas cuando el desnivel era mayor de cinco metros. La construcción de grandes presas de contención todavía no era posible; el bajo caudal de agua durante el verano y el otoño, unido a las heladas en invierno, obligaron a sustituir las ruedas hidráulicas por máquinas de vapor en cuanto se pudo disponer de carbón.

(1.2)

1.3

MATERIA Y ENERGIA.

Algunas aplicaciones usadas por el hombre a lo largo de la historia para multiplicar su fuerza y su fundamentación física.

Para fundamentar las aplicaciones y para entenderlas desde el punto de vista físico lo primero que necesitamos hacer es recordar algunas formulas y principios:

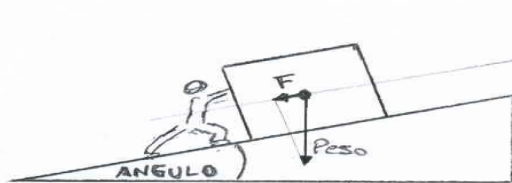
En un sistema en equilibrio la sumatoria de fuerzas y de momentos debe ser cero

El trabajo es igual a Fuerza por distancia por el coseno del ángulo entre la dirección de la fuerza y la dirección del desplazamiento: Trabajo = $F \cdot D \cdot \cos(\text{ángulo})$

El Plano Inclinado

Una de las primeras aplicaciones que desarrollo el hombre para multiplicar su fuerza fue el plano inclinado, cuando se necesitaba mover por ejemplo rocas para construir algún edificio en la antigüedad se solía construir una rampa. De esta manera la fuerza para elevar la roca era mucho menor, obviamente la distancia a recorrer seria mayor (aquí se aplica el concepto de trabajo). En este plano inclinado como podemos ver, la superficie tiene un ángulo con respecto al suelo. El objeto a desplazar tiene un peso, pero la fuerza que debe equilibrar ese peso es mucho menor, cuanto menor sea el ángulo menor será la fuerza a desarrollar y mas largo el recorrido a realizar para desplazar el objeto. La expresión de la Fuerza seria la siguiente:

$$F = \text{Peso} * \text{sen}(\text{ángulo})$$



Thomas Young, una de las más preclaras inteligencias con que ha contado la historia de la ciencia, fue quien vino a introducir por primera vez la palabra **energía** del griego trabajo, misma que definió como la aptitud de desempeñar un trabajo. Como se ve, los conceptos de energía y trabajo están desde entonces íntimamente ligados y su lugar común viene a ser el concepto de fuerza tan brillantemente expresado por Newton en el siglo anterior. Intuitivamente, el hombre reconoció desde tiempos muy remotos, la necesidad de aplicar una fuerza para producir en un cuerpo, un determinado movimiento. Si bien la fuerza era el factor que originaba el movimiento, no se contaba con el conocimiento para calcular la relación del movimiento generado y la fuerza aplicada. En el siglo XVII, Isaac Newton, vino a establecer la ecuación matemática

Que relacionaba la causa con el efecto. Con ella demostró que la cantidad de movimiento estaba en relación directa con la capacidad de la fuerza generadora.

$$F = M * a$$

A partir de entonces, el concepto de energía aunque no se usaba dicha palabra, empieza a ser relacionado con el de la capacidad de generar movimiento.

Dos siglos después de Newton, los cimientos de la estructura de la materia estaban debidamente planteados y de esta manera fue posible ocuparse de los problemas referentes a cómo se conduce la materia y la relación que ésta tiene con la producción de la energía. Hoy sabemos que la explicación de estos fenómenos está contenida en el hecho de que la materia está compuesta por una agregación de átomos y moléculas, las cuales se mueven continuamente. Este movimiento corpuscular nos lleva a la conclusión de la existencia de una energía a nivel molecular. Se ha encontrado también que existen fuerzas de atracción y repulsión entre las moléculas y que están dadas en relación a su distancia, con lo que deducimos la existencia de energías moleculares en formas que difieren entre sí, ya que ocasionan efectos diversos. De la misma manera que podemos encontrar diferentes acepciones para el concepto masa, hallamos que la fuerza se evidencia en muy distintas maneras.

Ahora bien, no todas las fuerzas son capaces de originar movimiento y al hablar de energía sólo nos interesan aquellas formas de la fuerza que logran vencer a la inercia y operan en forma dinámica. Cuando el valor de la fuerza no es suficiente para originar un movimiento, no podemos hablar propiamente de una energía involucrada, ya que la Fuerza no logra ningún desplazamiento. Sin embargo, si se involucra en forma latente la posibilidad de que con un incremento de la fuerza o una reducción de la resistencia que impida el movimiento es factible que el equilibrio se rompa, con el consecuente desplazamiento del sistema y la aparición de una energía. Ambas, la energía de los cuerpos en movimiento y la potencial o latente contenida en algún sistema, se presentan tanto a nivel molecular como a la escala que perciben nuestros sentidos y en ambos casos los principios que les rigen son equivalentes.

Todas las formas de energía: la nuclear, la electromagnética, la mecánica, etc., son energías de carácter básicamente molecular, pertenecen al microcosmos o mundo de lo muy pequeño, sin embargo, pueden ser detectadas y medidas al nivel en donde operan nuestros sentidos, ya sea en forma directa o indirecta. El aprovechamiento indiscriminado que el hombre moderno hace de las diferentes fuentes de energía, nos lleva a pensar que no poco debemos a ese formidable grupo de intelectos que con su capacidad de observación permitieron el descubrimiento y desarrollo de las distintas formas en que se presenta la energía.

(1.3)

1.4

DEFINICIONES Y GENERALIDADES.

Hasta hace medio siglo, los principios relativos a la conservación de la masa y a la conservación de la energía, eran dos conceptos que se aceptaban en forma independiente. Se aseguraba que en toda reacción química o proceso, sin importar los cambios efectuados, la masa de las sustancias que intervenían en ellos, permanecía constante.

El mismo principio de conservación era aplicable a la energía involucrada en dichos procesos. Al efectuar por separado los balances matemáticos de materia o energía, los resultados obtenidos revelaban aproximaciones bastante razonables y se pensaba que los pequeñísimos errores encontrados, si es que se llegaban a detectar, eran más bien imputable a la inexactitud de los instrumentos usados en la medición de las masas o las energías, cuyos balances trataba de determinar.

Hoy sabemos que entre materia y energía coexisten una relación matemática demostrada por el Dr. Einstein en donde:

$$E = m * c^2$$

Siendo c la velocidad de la luz, el valor de la energía resultante aún para masas pequeñas es extremadamente alto. Sin embargo, hasta hoy ha sido imposible efectuar una transformación total de masa a energía o viceversa para uso de producción de Trabajo; aunque sí a escala de laboratorio. Para darnos una idea de la cantidad de energía que encerraría la masa de un kilogramo de materia, baste saber que la energía liberada por la bomba atómica de 100 megatonnes es todavía menor en más de 100 veces a la que liberaría ese kilogramo. La magnitud de la energía contenida en él llega a ser Igual a la que desarrolla un huracán promedio. Una cierta cantidad de materia que mediante algún mecanismo logra la liberación hace mediante el sacrificio de una porción de su masa. En la medida que es mayor la cantidad de energía producida, mayor será el detrimento que sufre la materia. La producción de las distintas energías conlleva diversos grados de desaparición de la masa involucrada en el proceso. En las reacciones nucleares donde se logra una mayor producción de energía se hizo patente que la cantidad de masa reaccionante no permanecía constante; en este tipo de transformaciones, aproximadamente el 0.7% de la masa total se convierte en energía. En las reacciones químicas que son las que le siguen en importancia en cuanto a volumen de energía librada, el porcentaje de masa sacrificada en la reacción es de un orden mucho menor; ya que, por cada 44 Kg. de combustible que se queman sólo 4.4 billonésimas de Kg. desaparecen en la reacción y ésta es la razón por la que hasta el descubrimiento de Einstein no había sido posible percatarse del detrimento de la masa.

A escala de laboratorio, se ha encontrado que un positrón partícula subatómica se fusiona con otra partícula llamada anti positrón dejando tras de sí un destello de energía sin que nada quede de las masas que como ponían a dichas partículas. En este tipo de reacciones que sólo es dable entre ciertos corpúsculos nucleares, las transformaciones de masa-energía, se logran con un grado de conversión igual al 100%; sin embargo, la tecnología que hoy poseemos está muy lejos de poder aprovechar este tipo de reacciones y lograr extraer de ellas la posibilidad de trabajo.

(1.4)

1.5

ENERGIA CINETICA.

La primera forma de energía que el hombre es capaz de reconocer, está vinculada, por supuesto, al movimiento. Hacia fines del siglo XVI, Galileo Galilei habla de un impulso adquirido que cobra un péndulo en su caída libre y que será igual en magnitud, al que puede elevar ese cuerpo a un nivel semejante a aquél del cual cae". Experimentos posteriores lo llevaron a concluir que, "si se prescinde de la resistencia del aire, todos los cuerpos caen sin importar su masa a la misma velocidad". Si se piensa que las matemáticas que Galileo llegó a conocer eran verdaderamente elementales, se entenderá por qué dichas observaciones no llegaron a establecer bases más seguras en el planteamiento de la energía y sus relaciones; ya que si nos damos cuenta, su primera Observación, la del péndulo, planteaba no sólo el concepto de la energía mecánica sino que esbozaba implícitamente la relación de ésta con otra forma de energía: la potencial.

La observación original de Galileo se vio complementada más tarde por la de Leibnitz, quien dedujo que la velocidad que adquiere un cuerpo en su caída está en proporción directa a la altura de la cual cae. Al impacto que produce un cuerpo en su choque con otro, lo llamó vis viva fuerza viviente y dedujo que su valor dependía del peso del cuerpo en colisión y de la velocidad que había adquirido en el momento del impacto.

En el siglo XVII, el holandés Christian Huygens fue el primero que, con base en experimentos sobre choques entre cuerpos, logró establecer que la energía cinética no se puede perder como consecuencia de tales choques; aun cuando era susceptible al cambio en una colisión, la suma total de la vis viva de los cuerpos que entraban en choque, permanecía constante.

El descubrimiento de Huygens acerca de la conservación de la energía cinética y la aplicación de la misma para el caso de los cuerpos en colisión, es la base de una posterior aplicación que abarca todas las formas conocidas de la energía y que está Relacionada con la conservación de la misma. Se le conoce como la primera ley de la termodinámica.

(1.5)

1.6

CONSERVACION DE LA ENERGIA.

La energía no se crea ni se destruye solo se transforma.

La expresión matemática de la energía cinética está relacionada con la ecuación de Newton, la cual ha permanecido invariable hasta nuestros días, aunque el desarrollo integral de la ciencia y en especial de las matemáticas nos permiten complementar dicha ecuación de la siguiente manera:

$$F = M * \frac{du}{d\theta}$$

Puesto que la aceleración es realmente un cambio de velocidad con respecto al tiempo. También sabemos que la energía es el resultado de la acción de una fuerza a través de una distancia, por lo que un incremento de energía estará dada por la ecuación

$$E = \int_{L_1}^{L_2} F dL = \int_{\theta_1}^{\theta_2} F V d\theta = \int_{V_1}^{V_2} M V dV$$

La energía cinética está asociada desde su descubrimiento con la cantidad de movimiento y éste a su vez con la masa y la velocidad. Si integramos la anterior ecuación a partir de una velocidad inicial igual a cero, y considerando la masa constante, obtendremos.

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

(1.6)

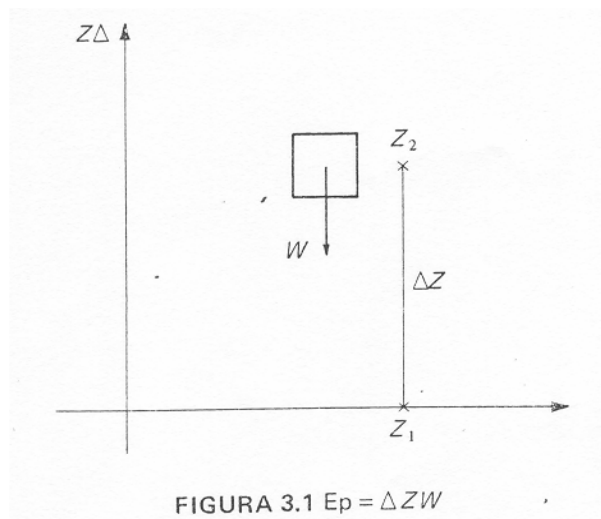
1.7

ENERGIA POTENCIAL.

No fue sino hasta principios del siglo XIX cuando el francés, L. N. M. Carnot, aportaría el descubrimiento de la vis viva latente. Canot afirmó que un "peso subido a un lugar elevado tenía energía potencial por el solo hecho de que podía caer y generar vis viva Cinética". Hemos de entender que dicha energía latente o potencial se refiere exclusivamente a las fuerzas gravitatorias que actúan sobre la masa de un cuerpo, en función de su altura. De hecho, la energía química o la nuclear son también latentes o potenciales puesto que contienen grandes reservas energéticas en espera de las condiciones favorables para poder ser liberadas. Un cuerpo que contiene una masa determinada estará siendo atraído hacia la tierra con una fuerza igual al producto de su masa por el valor de la aceleración de gravedad según ya vimos.

$$\text{PESO} = W = Mgc.$$

En donde g_c es el valor de la aceleración debida a la gravedad al nivel del mar. Si elevamos dicho cuerpo a una altura t, Z sobre el nivel de la tierra y consideramos esa distancia lo bastante pequeña para que el valor de la aceleración permanezca prácticamente constante, el valor de la energía potencial de ese cuerpo estará dado por el trabajo que realizaría dicho cuerpo si cayera a través de la distancia Z .



Más que el valor concreto de la energía de un sistema, lo que realmente nos interesa medir es el cambio de la energía operado en él. Este incremento o decremento de la energía vendrá a darnos la magnitud del trabajo efectuado. Si el cuerpo del ejemplo anterior, se eleva desde su altura inicial Z_1 a una nueva altura Z_2 , el incremento de energía potencial será calculado así:

$$\begin{aligned}E_{p_1} &= W \cdot Z_1 \\E_{p_2} &= W Z_2 \\ \Delta E_p &= W Z_2 - W Z_1 \\ \Delta \epsilon_p &= W (Z_2 - Z_1)\end{aligned}$$

(1.7)

CAPITULO 2

UNIDADES

EN ESTE CAPITULO SE ENCONTRARAN DATOS IMPORTANTES COMO TABLAS DE CONVERSION Y OTROS DATOS DE GRAN UTILIDAD.

2.1

UNIDAD DE MEDIDA

Una unidad de medida es una cantidad estandarizada de una determinada magnitud física. En general, una unidad de medida toma su valor a partir de un patrón o de una composición de otras unidades definidas previamente. Las primeras se conocen como unidades fundamentales, mientras que las segundas se llaman unidades derivadas.

Cada unidad tiene un símbolo asociado a ella, el cual se ubica a la derecha de un factor que expresa cuántas veces dicha cantidad se encuentra representada. Es común referirse a un múltiplo o submúltiplo de una unidad, los cuales se indican ubicando un sufijo delante del símbolo que la identifica.

Un conjunto consistente de unidades de medida en el que ninguna magnitud tenga más de una unidad asociada es denominado sistema de unidades.

Todas las unidades denotan cantidades escalares. En el caso de las magnitudes vectoriales, se interpreta que cada una de las componentes está expresada en la unidad indicada.

Magnitud

El término magnitud puede referirse a:

- la *magnitud física*, aquella propiedad de un cuerpo, sustancia o fenómeno físico susceptible de ser distinguido(a) cualitativamente y determinada cuantitativamente (Vocabulario Internacional de Metrología);
- la magnitud matemática, una propiedad matemática relacionada con el tamaño;
- la magnitud astronómica, la medida del brillo de una estrella;
- la magnitud Richter, la cantidad de energía liberada durante un terremoto

(2.1)

2.2

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES.

También conocido como sistema métrico, establece las unidades que deben ser utilizadas internacionalmente. Fue creado por el Comité Internacional de Pesos y Medidas con sede en Francia. Estableció 7 magnitudes fundamentales y creó los patrones para medirlas:

1. Longitud
2. Masa
3. Tiempo
4. Intensidad eléctrica
5. Temperatura
6. Intensidad luminosa
7. Cantidad de sustancias

Y otras 2 magnitudes complementarias:

1. Ángulo plano
2. Ángulo sólido

También estableció muchas magnitudes derivadas, que no necesitan de un patrón, por estar compuestas de magnitudes fundamentales.

(2.2)

2.3

PATRÓN DE MEDIDAS.

Un patrón de medidas es el hecho aislado y conocido que sirve como fundamento para crear una unidad de medida.

Muchas unidades tienen patrones, pero en el sistema métrico sólo las unidades básicas tienen patrones de medidas.

Los patrones nunca varían su valor. Aunque han ido evolucionando, porque los anteriores establecidos eran variables y, se establecieron otros diferentes considerados invariables.

Ejemplo de un patrón de medida sería: *"Patrón del segundo: Es la duración de 9 192 631 770 períodos de radiación correspondiente a la transición entre 2 niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de Cesio 133"*.

De todos los patrones del sistema métrico, sólo existe la muestra material de uno, es el kilogramo, conservado en la *Oficina Internacional de Pesos y Medidas*. De ese patrón se han hecho varias copias para varios países.

(2.3)

2.4

TABLAS DE CONVERSIÓN.

Las unidades del SI no han sido adoptadas en el mundo entero. Los países anglosajones utilizan muchas unidades del SI, pero todavía emplean unidades propias de su cultura como el pie, la libra, la milla, etc. En la navegación todavía se usa la milla y legua náuticas. En las industrias del mundo todavía se utilizan unidades como: PSI, BTU, galones por minuto, galones por grano, barriles de petróleo, etc. Por eso todavía son necesarias las tablas de conversión, que convierten el valor de una unidad al valor de otra unidad de la misma magnitud. Ejemplo: Con una tabla de conversión se convierten 5 p a su valor correspondiente en metros, que sería de 1,5Unidades de medida anglosajonas

| NOMBRE | SÍMBOLO | VALOR |
|-------------------|------------------|--|
| Longitud | Pulgada | in 25,4 mm |
| | Pie | ft 0,3048 m |
| | Yarda | yd 0,9144 m |
| | Milla | mile 1.609,344 m |
| Superficie | Pulgada cuadrada | in ² 6,4516 cm ² |
| | Pie cuadrado | ft ² 0,09290306 m ² |
| | Yarda cuadrada | yd ² 0,836127 m ² |
| | Milla cuadrada | mile ² 2,589988 km ² |
| | Acre | acre 4.046,856 m ² |
| Masa | Libra | lb 453,59237 g |
| | Onza | oz 28,3495 g |

| PARA CONVERTIR | SE MULTIPLICA POR | PARA CONVERTIR | SE MULTIPLICA POR |
|--|-------------------|--|-------------------|
| Longitud | | | |
| pulgadas a milímetros | 25,4 | milímetros a pulgadas | 0,0393701 |
| pies a metros | 0,3048 | metros a pies | 3,28084 |
| yardas a metros | 0,9144 | metros a yardas | 1,09361 |
| estadios a kilómetros | 0,201168 | kilómetros a estadios | 4,97097 |
| millas a kilómetros | 1,609344 | kilómetros a millas | 0,621371 |
| Superficie | | | |
| pulgadas cuadradas a centímetros cuadrados | 6,4516 | centímetros cuadrados a pulgadas cuadradas | 0,155 |
| pies cuadrados a metros cuadrados | 0,092903 | metros cuadrados a pies cuadrados | 10,7639 |
| yardas cuadradas a metros cuadrados | 0,836127 | metros cuadrados a yardas cuadradas | 1,19599 |
| millas cuadradas a kilómetros cuadrados | 2,589988 | kilómetros cuadrados a millas cuadradas | 0,386102 |
| acres a metros cuadrados | 4.046,856422 | metros cuadrados a acres | 0,000247 |
| acres a hectáreas | 0,404866 | hectáreas a acres | 2,469955 |
| Volumen/Capacidad | | | |
| pulgadas cúbicas a centímetros cúbicos | 16,387064 | centímetros cúbicos a pulgadas cúbicas | 0,061024 |
| pies cúbicos a metros cúbicos | 0,028317 | metros cúbicos a pies cúbicos | 35,3147 |
| yardas cúbicas a metros cúbicos | 0,764555 | metros cúbicos a yardas cúbicas | 1,30795 |
| millas cúbicas a kilómetros cúbicos | 4,1682 | kilómetros cúbicos a millas cúbicas | 0,239912 |
| onzas líquidas (UK) a mililitros | 28,413063 | mililitros a onzas líquidas (UK) | 0,035195 |
| onzas líquidas (US) a mililitros | 29,5735 | mililitros a onzas líquidas (US) | 0,033814 |
| galones (UK) a litros | 4,54609 | litros a galones (UK) | 0,219969 |
| galones (US) a litros | 3,785412 | litros a galones (US) | 0,264172 |
| pintas (UK) a litros | 0,568261 | litros a pintas (UK) | 1,759754 |
| pintas (US) a litros | 0,473176 | litros a pintas (US) | 2,113377 |
| cuartos de galón (UK) a litros | 1,136523 | litros a cuartos de galón (UK) | 0,879877 |
| cuartos de galón (US) a litros | 0,946353 | litros a cuartos de galón (US) | 1,056688 |
| Masa | | | |
| onzas a gramos | 28,349523 | gramos a onzas | 0,035274 |
| libras a kilogramos | 0,453592 | kilogramos a libras | 2,20462 |
| toneladas (UK) a kilogramos | 1.016,046909 | kilogramos a toneladas (UK) | 0,000984 |
| toneladas (US) a kilogramos | 907,18474 | kilogramos a toneladas (US) | 0,001102 |
| toneladas (UK) a toneladas (métricas) | 1,016047 | toneladas (métricas) a toneladas (UK) | 0,984207 |
| toneladas (US) a toneladas (métricas) | 0,907185 | toneladas (métricas) a toneladas (US) | 1,10231 |
| Velocidad | | | |
| millas por hora a | 1,609344 | kilómetros por hora a | 0,621371 |

| | | | |
|---|-----------|---|----------|
| kilómetros por hora | | millas por hora | |
| pies por segundo a metros por segundo | 0,3048 | metros por segundo a pies por segundo | 3,28084 |
| Fuerza | | | |
| libras-fuerza a newtons | 4,44822 | newtons a libras-fuerza | 0,224809 |
| kilogramos-fuerza a newtons | 9,80665 | newtons a kilogramos-fuerza | 0,101972 |
| Presión | | | |
| libras-fuerza por pulgada cuadrada a kilopascales | 6,89476 | kilopascales a libras-fuerza por pulgada cuadrada | 0,145038 |
| toneladas-fuerza por pulgada cuadrada (UK) a megapascales | 15,4443 | megapascales a toneladas-fuerza por pulgada cuadrada (UK) | 0,064779 |
| atmósferas a newtons por centímetro cuadrado | 10,1325 | newtons por centímetro cuadrado a atmósferas | 0,098692 |
| atmósferas a libras-fuerza por pulgada cuadrada | 14,695942 | libras-fuerza por pulgada cuadrada a atmósferas | 0,068948 |
| Energía | | | |
| calorías a julios | 4,1868 | julios a calorías | 0,238846 |
| vatios-hora a julios | 3,600 | julios a vatios-hora | 0,000278 |
| Potencia | | | |
| caballos de vapor a kilovatios | 0,7457 | kilovatios a caballos de vapor | 1,34102 |

Errores de conversión

Al convertir unidades se cometen inexactitudes, porque el valor convertido no equivale exactamente a la unidad original, debido a que el valor del factor de conversión también es inexacto.

Ejemplo: 5 lb son aproximadamente 2,268 kg, porque el factor de conversión indica que 1 lb vale aproximadamente 0,4536 kg.

Pero 5 lb equivalen a 2,26796185 kg porque el factor de conversión indica que 1 lb equivale a 0,45359237 Kilogramos.

Sin embargo, la exactitud al convertir unidades no es usada frecuentemente pues en general basta tener valores aproximados.

(2.4)

2.5

TIPOS DE UNIDADES DE MEDIDAS.

1. Unidades de longitud
2. Unidades de masa
3. Unidades de tiempo
4. Unidades de temperatura
5. Unidades de superficie
6. Unidades de volumen
7. Unidades de velocidad
8. Unidades de energía
9. Unidades de potencia
10. Unidades de fuerza
11. Unidades de presión
12. Unidades de densidad
13. Unidades de peso específico
14. Unidades de viscosidad
15. Unidades eléctricas
16. Unidades de onzas
17. Unidades de Kilómetros
18. Unidades de Metros

(2.5)

2.6

LONGITUD

El término **longitud** (del latín *longitudo*) puede tener diversos significados, según el contexto:

- La **longitud**, en física, es la magnitud que expresa la distancia entre dos puntos.
- En cartografía, **longitud** es la coordenada este-oeste utilizada para expresar una ubicación geográfica.
- En cálculo integral y geometría diferencial, **longitud de arco** es la medida de la distancia a lo largo de una curva o dimensión lineal.
- En mecánica ondulatoria, **longitud de onda** es la distancia entre dos crestas consecutivas de una onda;
- En geometría, **longitud dimensional** es el largo de un objeto, es decir, la medida lineal de su eje tridimensional Y.

(2.6)

2.7

MASA.

La masa es la magnitud que cuantifica la cantidad de materia de un cuerpo. La unidad de masa, en el Sistema Internacional de Unidades es el kilogramo (kg). No debe confundirse con el peso, que es una fuerza.

El concepto de masa surge de la confluencia de dos leyes, la ley Gravitación Universal de Newton y la 2ª Ley de Newton (o 2º "Principio"): según la ley de la Gravitación de Newton, la atracción entre dos cuerpos es proporcional al producto de dos constantes, denominadas "masa gravitatoria", una de cada uno de ellos, siendo así la masa gravitatoria una propiedad de la materia en virtud de la cual dos cuerpos se atraen; por la 2ª ley (o principio) de Newton, la fuerza aplicada sobre un cuerpo es directamente proporcional a la aceleración que sufre, denominándose a la constante de proporcionalidad "masa inercial" del cuerpo.

No es obvio que la masa inercial y la masa gravitatoria coincidan. Sin embargo todos los experimentos muestran que sí. Para la física clásica esta identidad era accidental. Ya Newton, para quien peso e inercia eran propiedades independientes de la materia, propuso que ambas cualidades son proporcionales a la *cantidad de materia*, a la cual denominó "masa". Sin embargo para Einstein, la coincidencia de masa inercial y masa gravitacional, fue un dato crucial y uno de los puntos de partida para su teoría de la Relatividad y por tanto para la comprensión de la naturaleza. Según Einstein esa identidad significa que *"la misma cualidad de un cuerpo se manifiesta de acuerdo con las circunstancias como inercia o como peso"*. Esto llevó a Einstein a enunciar el *"principio de equivalencia": las leyes de la naturaleza deben expresarse de modo que sea imposible distinguir entre un campo gravitatorio uniforme y un sistema referencial acelerado*. Así pues, "masa inercial" y "masa gravitatoria" son *indistinguibles* y, consecuentemente, cabe un único concepto de "masa" como sinónimo de "cantidad de materia" según formuló Newton.

Por tanto, en palabras de D.M. McMaster, la masa es la *expresión de la cantidad de materia de un cuerpo, revelada por su peso o por la cantidad de fuerza necesaria para producir en un cuerpo cierta cantidad de movimiento en un tiempo dado*.

En la física clásica, la masa es una constante del cuerpo. En física relativista es función de la velocidad que el cuerpo posee respecto al observador. Además, la física relativista demuestra la relación de la masa con la energía y queda probada por las reacciones nucleares, por ejemplo por la explosión de un arma nuclear, quedando patente la masa como una magnitud que trasciende a la masa inercial y a la masa gravitacional.

Es un concepto central en la química, la física y disciplinas afines.

(2.7)

2.8

MASA INERCIAL.

La masa inercial viene determinada por la Segunda y Tercera Ley de Newton. Dados dos cuerpos, A y B, con masas inerciales m_A (conocida) y m_B (que se desea determinar), en la hipótesis dice que las masas son constantes y que ambos cuerpos están aislados de otras influencias físicas, de forma que la única fuerza presente sobre A es la que ejerce B, denominada \mathbf{F}_{AB} , y la única fuerza presente sobre B es la que ejerce A, denominada \mathbf{F}_{BA} , de acuerdo con la Segunda Ley de Newton:

$$\begin{aligned} \mathbf{F}_{AB} &= m_A \mathbf{a}_A \\ \mathbf{F}_{BA} &= m_B \mathbf{a}_B. \end{aligned}$$

Donde \mathbf{a}_A y \mathbf{a}_B son las aceleraciones de A y B, respectivamente. Es necesario que estas aceleraciones no sean nulas, es decir, que las fuerzas entre los dos objetos no sean iguales a cero. Una forma de lograrlo es, por ejemplo, hacer colisionar los dos cuerpos y efectuar las mediciones durante el choque.

La Tercera Ley de Newton afirma que las dos fuerzas son iguales y opuestas:

$$\mathbf{F}_{AB} = -\mathbf{F}_{BA}.$$

Sustituyendo en las ecuaciones anteriores, se obtiene la masa de B como

$$m_B = \frac{a_A}{a_B} m_A.$$

Así, el medir \mathbf{a}_A y \mathbf{a}_B permite determinar m_B en relación con m_A , que era lo buscado. El requisito de que \mathbf{a}_B sea distinto de cero hace que esta ecuación quede bien definida.

En el razonamiento anterior se ha supuesto que las masas de A y B son constantes. Se trata de una suposición fundamental, conocida como la conservación de la masa, y se basa en la hipótesis de que la materia no puede ser creada ni destruida, sólo transformada (dividida o recombinada). Sin embargo, a veces es útil considerar la variación de la masa del cuerpo en el tiempo; por ejemplo, la masa de un cohete decrece durante su lanzamiento. Esta aproximación se hace ignorando la materia que entra y sale del sistema. En el caso del cohete, esta materia se corresponde con el combustible que es expulsado; la masa conjunta del cohete y del combustible es constante.

(2.8)

2.9

MASA GRAVITACIONAL

Considérense dos cuerpos A y B con masas gravitacionales M_A y M_B , separados por una distancia $|r_{AB}|$. La Ley de la Gravitación de Newton dice que la magnitud de la fuerza gravitatoria que cada cuerpo ejerce sobre el otro es

$$|F| = \frac{GM_A M_B}{|r_{AB}|^2}$$

donde G es la constante de gravitación universal. La sentencia anterior se puede reformular de la siguiente manera: dada la aceleración \mathbf{g} de una masa de referencia en un campo gravitacional (como el campo gravitatorio de la Tierra), la fuerza de la gravedad en un objeto con masa gravitacional M es de la magnitud

$$|F| = Mg .$$

Esta es la base según la cual las masas se determinan en las balanzas. En las balanzas de baño, por ejemplo, la fuerza $|\mathbf{F}|$ es proporcional al desplazamiento del muelle debajo de la plataforma de pesado, y la escala está calibrada para tener en cuenta \mathbf{g} de forma que se pueda leer la masa \mathbf{M} .

(2.9)

2.10

EQUIVALENCIA DE LA MASA INERCIAL Y LA MASA GRAVITATORIA.

Se demuestra experimentalmente que la masa inercial y la masa gravitacional son iguales con un grado de precisión muy alto. Estos experimentos son esencialmente pruebas del fenómeno ya observado por Galileo de que los objetos caen con una aceleración independiente de sus masas (en ausencia de factores externos como el rozamiento).

Supóngase un objeto con masas inercial y gravitacional m y M , respectivamente. Si la gravedad es la única fuerza que actúa sobre el cuerpo, la combinación de la segunda ley de Newton y la ley de la gravedad proporciona su aceleración como

$$a = \frac{M}{m}g$$

Por tanto, todos los objetos situados en el mismo campo gravitatorio caen con la misma aceleración si y sólo si la proporción entre masa gravitacional e inercial es igual a una constante. Por definición, se puede tomar esta proporción como.

(2.10)

2.11

CONSECUENCIAS DE LA RELATIVIDAD

En la teoría especial de la relatividad la "masa" se refiere a la masa inercial de un objeto medida en el sistema de referencia en el que está en reposo (conocido como "sistema de reposo"). El método anterior para obtener la masa inercial sigue siendo válido, siempre que la velocidad del objeto sea mucho menor que la velocidad de la luz, de forma que la mecánica clásica siga siendo válida.

Históricamente, se ha usado el término "masa" para describir a la magnitud E/c^2 , (que se denominaba "masa relativista") y a m , que se denominaba "masa en reposo". Los físicos no recomiendan seguir esta terminología, porque no es necesario tener dos términos para la energía de una partícula y porque crea confusión cuando se habla de partículas "sin masa"

En la mecánica relativista, la masa de una partícula libre está relacionada con su energía y su momento según la siguiente ecuación:

$$\frac{E^2}{c^2} = m^2 c^2 + p^2$$

Que se puede reordenar de la siguiente manera:

$$E = mc^2 \sqrt{1 + \left(\frac{p}{mc}\right)^2}$$

El límite clásico se corresponde con la situación en la que el momento p es mucho menor que mc , en cuyo caso se puede desarrollar la raíz cuadrada en una serie de Taylor:

$$E = mc^2 + \frac{p^2}{2m} + \dots$$

El término principal, que es el mayor, es la *energía en reposo* de la partícula. Si la masa es distinta de cero, una partícula siempre tiene como mínimo esta cantidad de energía, independientemente de su momentum. La energía en reposo, normalmente, es inaccesible, pero puede liberarse dividiendo o combinando partículas, como en la fusión y fisión nucleares. El segundo término es la energía cinética clásica, que se demuestra usando la definición clásica de momento cinético:

$$p = mv$$

y sustituyendo para obtener:

$$E = mc^2 + \frac{mv^2}{2} + \dots$$

La relación relativista entre energía, masa y momento también se cumple para partículas que *no tienen masa* (que es un concepto mal definido en términos de mecánica clásica). Cuando $m = 0$, la relación se simplifica en

$$E = pc$$

Donde p es el momento relativista.

Esta ecuación define la mecánica de las partículas sin masa como el fotón, que son las partículas de la luz.

(2.11)

2.12

MASA CONVENCIONAL

Según el documento D28 "*Conventional value of the result of weighing in air*" de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML), la masa convencional de un cuerpo es igual a la masa de un patrón de densidad igual a 8000 kg/m^3 que equilibra en el aire a dicho cuerpo en condiciones convencionalmente escogidas: temperatura del aire igual a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ y densidad del aire igual a $0,0012 \text{ g/cm}^3$

Esta definición es fundamental para un comercio internacional sin controversias sobre pesajes realizados bajo distintas condiciones de densidad del aire y densidad de los objetos. Si se pretendiera que las balanzas midan masa, sería necesario contar con patrones de masa de la misma densidad que los objetos cuya masa interese determinar, lo que no es práctico y es la razón por la que se definió la Masa Convencional, la cual es la magnitud que miden las balanzas con mayor exactitud que masa.

(2.12)

2.13

TIEMPO



Un reloj es cualquier dispositivo que puede medir el tiempo transcurrido entre dos eventos que suceden en el mismo punto del espacio.

El **tiempo** es la magnitud física que mide la duración o separación de las cosas sujetas a cambio, de los sistemas sujetos a observación, esto es, el período que transcurre entre el estado del sistema cuando éste aparentaba un estado X y el instante en el que X registra una variación perceptible para un observador. Es la magnitud que permite ordenar los sucesos en secuencias, estableciendo un pasado, un presente y un futuro, y da lugar al principio de causalidad, uno de los axiomas del método científico.

Su unidad básica en el Sistema Internacional es el segundo, cuyo símbolo es s. Y, debido a que es un símbolo y no una abreviación, no se debe escribir ni con mayúscula, ni como "seg", ni agregando un punto posterior.

(2.13)

2.14

INTENSIDAD (ELECTRICA).

Se denomina **intensidad de corriente eléctrica** a la carga eléctrica que pasa a través de una sección del conductor en la unidad de tiempo. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en $C \cdot s^{-1}$ (culombios partido por segundo), unidad que se denomina amperio.

El valor I de la intensidad instantánea será:

$$I = \frac{dq}{dt}$$

Si la intensidad permanece constante, en cuyo caso se denota I_m , utilizando incrementos finitos de tiempo se puede definir como:

$$I_m = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Si la intensidad es variable la fórmula anterior da el valor medio de la intensidad en el intervalo de tiempo considerado.

Según la ley de Ohm, la intensidad de la corriente es igual al voltaje dividido por la resistencia que oponen los cuerpos:

$$I = \frac{V}{R}$$

Haciendo referencia a la potencia, la intensidad equivale a la raíz cuadrada de la potencia dividida por la resistencia. En un circuito que contenga varios generadores y receptores, la intensidad es igual a:

$$I = \frac{\Sigma \mathcal{E} - \Sigma \mathcal{E}'}{\Sigma R + \Sigma r + \Sigma r'}$$

donde $\Sigma \mathcal{E}$ es el sumatorio de las fuerzas electromotrices del circuito, $\Sigma \mathcal{E}'$ es la suma de todas la fuerzas contraelectromotrices, ΣR es la resistencia equivalente del circuito, Σr es la suma de las resistencias internas de los generadores y $\Sigma r'$ es el sumatorio de las resistencias internas de los receptores.

$$I = \frac{dq}{dt}$$

(2.14)

2.15

TEMPERATURA.

La temperatura de un gas ideal monoatómico es una medida relacionada con la energía cinética promedio de sus átomos al moverse. En esta animación, la relación del tamaño de los átomos de helio respecto a su separación se conseguiría bajo una presión de 1950 atmósferas. Estos átomos a temperatura ambiente tienen una cierta velocidad media (aquí reducida dos billones de veces).

La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de calor o frío. Por lo general, un objeto más "*caliente*" tendrá una temperatura mayor. Físicamente es una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico. Más específicamente, está relacionada directamente con la parte de la energía interna conocida como "*energía sensible*", que es la energía asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional, o en forma de vibraciones. A medida que es mayor la energía sensible de un sistema se observa que esta más "*caliente*" es decir, que su temperatura es mayor.

En el caso de un sólido, los movimientos en cuestión resultan ser las vibraciones de las partículas en sus sitios dentro del sólido. En el caso de un gas ideal monoatómico se trata de los movimientos traslacionales de sus partículas (para los gases multiatómicos los movimientos rotacional y vibracional deben tomarse en cuenta también).

El desarrollo de técnicas para la medición de la temperatura ha pasado por un largo proceso histórico, ya que es necesario darle un valor numérico a una idea intuitiva como es lo frío o lo caliente.

Multitud de propiedades fisicoquímicas de los materiales o las sustancias varían en función de la temperatura a la que se encuentren, como por ejemplo su estado (sólido, líquido, gaseoso, plasma...), su volumen, la solubilidad, la presión de vapor, su color o la conductividad eléctrica. Así mismo es uno de los factores que influyen en la velocidad a la que tienen lugar las reacciones químicas.

La temperatura se mide con termómetros, los cuales pueden ser calibrados de acuerdo a una multitud de escalas que dan lugar a las unidades de medición de la temperatura. En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de temperatura es el kelvin. Sin embargo, fuera del ámbito científico el uso de otras escalas de temperatura es común el uso de la escala Celsius (antes llamada centígrada) y en los países anglosajones, la escala Fahrenheit. También existe la escala Rankine ($^{\circ}\text{R}$) que establece su punto de referencia en el mismo punto de la escala Kelvin.

(2.15)

2.16

INTENSIDAD LUMINOSA

En fotometría, la intensidad luminosa se define como la cantidad de flujo luminoso, propagándose en una dirección dada, que emerge, atraviesa o incide sobre una superficie por unidad de ángulo sólido. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es la candela (cd), que es una unidad fundamental del sistema. Matemáticamente, su expresión es la siguiente:

$$I_V = \frac{dF}{d\Omega}$$

Donde:

- I_V es la intensidad luminosa, medida en candelas.
- F es el flujo luminoso, en lúmenes.
- $d\Omega$ es el elemento diferencial de ángulo sólido, en estereorradianes.

La intensidad luminosa se puede definir a partir de la magnitud radio métrica de la intensidad radiante sin más que ponderar cada longitud de onda por la curva de sensibilidad del ojo. Así, si I_V es la intensidad luminosa, representa la intensidad radiante espectral y simboliza la curva de sensibilidad del ojo, entonces:

$$I_V = K \int_{\text{visible}} I(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

(2.16)

CAPITULO 3

MOTOBOMBAS

EN ESTE CAPITULO SE ESTUDIARA LA APLICACIÓN DE UNA MOTOBOMBA.

3.1

DEFINICIÓN

Bomba (máquina), dispositivo empleado para elevar, transferir o comprimir líquidos y gases. A continuación se describen cuatro grandes tipos de bombas para líquidos. En todas ellas se toman medidas para evitar la cavitación (formación de un vacío), que reduciría el flujo y dañaría la estructura de la bomba. Las bombas empleadas para gases y vapores suelen llamarse compresores. El estudio del movimiento de los fluidos se denomina dinámica de fluidos.

Bomba de remontado Durante la fermentación de los vinos tintos, todos los días se realiza un proceso llamado remontado. Para ello, se usa una bomba de remontado que saca el vino por la válvula inferior y lo eleva por una tubería hasta la boca del depósito.

(3.1)

3.2

BOMBAS ALTERNATIVAS.

Las bombas alternativas están formadas por un pistón que oscila en un cilindro dotado de válvulas para regular el flujo de líquido hacia el cilindro y desde él. Estas bombas pueden ser de acción simple o de acción doble. En una bomba de acción simple el bombeo sólo se produce en un lado del pistón, como en una bomba impelente común, en la que el pistón se mueve arriba y abajo manualmente. En una bomba de doble acción, el bombeo se produce en ambos lados del pistón, como por ejemplo en las bombas eléctricas o de vapor para alimentación de calderas, empleadas para enviar agua a alta presión a una caldera de vapor de agua. Estas bombas pueden tener una o varias etapas. Las bombas alternativas de etapas múltiples tienen varios cilindros colocados en serie.

(3.2)

3.3

BOMBAS CENTRÍFUGAS

Las bombas centrífugas, también denominadas rotativas, tienen un rotor de paletas giratorio sumergido en el líquido. El líquido entra en la bomba cerca del eje del rotor, y las paletas lo arrastran hacia sus extremos a alta presión. El rotor también proporciona al líquido una velocidad relativamente alta que puede transformarse en presión en una parte estacionaria de la bomba, conocida como difusor. En bombas de alta presión pueden emplearse varios rotores en serie, y los difusores posteriores a cada rotor pueden contener aletas de guía para reducir poco a poco la velocidad del líquido. En las bombas de baja presión, el difusor suele ser un canal en espiral cuya superficie transversal aumenta de forma gradual para reducir la velocidad. El rotor debe ser cebado antes de empezar a funcionar, es decir, debe estar rodeado de líquido cuando se arranca la bomba. Esto puede lograrse colocando una válvula de retención en el conducto de succión, que mantiene el líquido en la bomba cuando el rotor no gira. Si esta válvula pierde, puede ser necesario cebar la bomba introduciendo líquido desde una fuente externa, como el depósito de salida. Por lo general, las bombas centrífugas tienen una válvula en el conducto de salida para controlar el flujo y la presión.

En el caso de flujos bajos y altas presiones, la acción del rotor es en gran medida radial. En flujos más elevados y presiones de salida menores, la dirección de flujo en el interior de la bomba es más paralela al eje del rotor (flujo axial). En ese caso, el rotor actúa como una hélice. La transición de un tipo de condiciones a otro es gradual, y cuando las condiciones son intermedias se habla de flujo mixto.

(3.3)

3.4

BOMBAS DE CHORRO

Las bombas de chorro utilizan una corriente relativamente pequeña de líquido o vapor, de gran velocidad, para ocasionar un flujo mayor en otro fluido. Cuando la corriente de alta velocidad pasa a través del fluido, extrae parte del fluido de la bomba; por otra parte, crea un vacío que absorbe líquido hacia la bomba. Las bombas de chorro se emplean a menudo para inyectar agua en calderas de vapor. También se han utilizado bombas de chorro para propulsar barcos, sobre todo en aguas poco profundas donde una hélice convencional podría dañarse.

(3.4)

3.5

OTRAS BOMBAS

También existen diversos tipos de bombas de desplazamiento positivo, que suelen constar de una pieza giratoria con una serie de aletas que se mueven en una carcasa muy ajustada. El líquido queda atrapado en los espacios entre las aletas y pasa a una zona de mayor presión. Un dispositivo corriente de este tipo es la bomba de engranajes, formada por dos ruedas dentadas engranadas entre sí. En este caso, las aletas son los dientes de los engranajes.

También puede construirse una bomba sencilla, aunque poco eficiente, con un tornillo que gira en una carcasa e impulsa el líquido. El primero que inventó una bomba similar fue el matemático y físico griego Arquímedes, después del año 300 antes de Cristo.

En todas estas bombas, el líquido se descarga en una serie de pulsos, y no de forma continua, por lo que hay que tener cuidado para que no aparezcan condiciones de resonancia en los conductos de salida que podrían dañar o destruir la instalación. En las bombas alternativas se colocan con frecuencia cámaras de aire en el conducto de salida para reducir la magnitud de estas pulsaciones y hacer que el flujo sea más uniforme.

(3.5)

3.6

MAQUINAS HIDRAULICAS

SE TIENE UNA BOMBA CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS: 3 × 4-10 A 3500 rpm SIENDO:

- 3 pulg DIAMETRO DE LA TUBERIA DE IMPULSION.
- 4 pulg DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ASPIRACION.
- 10 pulg DIAMETRO MAXIMO DEL IMPULSOR.
- 3500 rpm VELOCIDAD DEL MOTOR

SELECCIONANDO UN PUNTO AL AZAHAR DENTRO DE LA GRAFICA SE TIENE PARA UN CAUDAL DE 1800 lt/min, QUE LEVANTA UNA ALTURA DE 96 mts, CON UNA EFICIENCIA APROXIMADA DE 67.5% ; CON ESTOS DATOS SE CALCULA LA POTENCIA DE LA BOMBA.

$$POT = \frac{Q \gamma H}{\eta} \frac{1.341}{1KW} \frac{HP}{HP}$$

$$Q = 1800 \frac{lt}{min} \times \frac{1}{1000} \frac{m^3}{lt} \frac{1}{60} \frac{min}{seg} = 0.03 \frac{m^3}{s}$$

PESO ESPECIFICO DEL AGUA $\gamma = 9.81 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$

ALTURA $H = 96 \text{ mts}$

EFICIENCIA= 67.5%

1.341 HP = 1 KW= 1 KN m/s

$$\text{POT} = 0.03 \frac{\text{m}^3}{\text{S}} \cdot 9.81 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \cdot 96 \text{ m} \cdot \frac{1}{0.675} = 41.876 \text{ KN mt/s} \times \frac{1.341 \text{ HP}}{1 \text{ KN mt/s}}$$

POT = 56.12 HP

(3.6)

3.7

CARACTERISTICAS DE UN MOTOR QUE OPERA UNA BOMBA.

MOTOR:

| | |
|-------------|---------------|
| VOLTAJE. | 440 volt. |
| POTENCIA. | 80 HP |
| CORRIENTE. | 104.8 amperes |
| VELOCIDAD. | 3500 rpm |
| FRECUENCIA. | 60 HZ |
| EFICIENCIA. | 92% |

LA POTENCIA ELECTRICA UTILIZADA POR EL MOTOR VIENE DADA POR.

$$POT = \frac{V I}{\eta}$$

$$= \frac{440 \text{ volts} * 104.8 \text{ amperes}}{0.92} = 56234 \text{ watts}$$

$$POT = 56.234 * 1.341 = 75.41 \text{ HP}$$

NORMALMENTE SE SELECCIONA UN MOTOR CON MAYOR POTENCIA ELECTRICA, RESPECTO A LA POTENCIA HIDRAULICA QUE SE MANEJA EN LA BOMBA DEBIDO A LAS PERDIDAS VARIAS.

(3.7)

3.8

APLICACIÓN DEL EQUIPO.

UNA BOMBA DEBE DE LEVANTAR AGUA DE UN POZO A UN TANQUE HIDRONEUMÁTICO, SE CONOCEN LOS SIGUIENTES DATOS CARACTERÍSTICOS DE LA BOMBA:

| GASTO l/m Q | CARGA PRODUCIDA m H | EFICIENCIA % η |
|----------------|---------------------------|------------------------|
| 0 | 132 | 0 |
| 600 | 126 | 45 |
| 1200 | 110 | 65 |
| 1800 | 96 | 68 |
| 2400 | 82 | 64 |

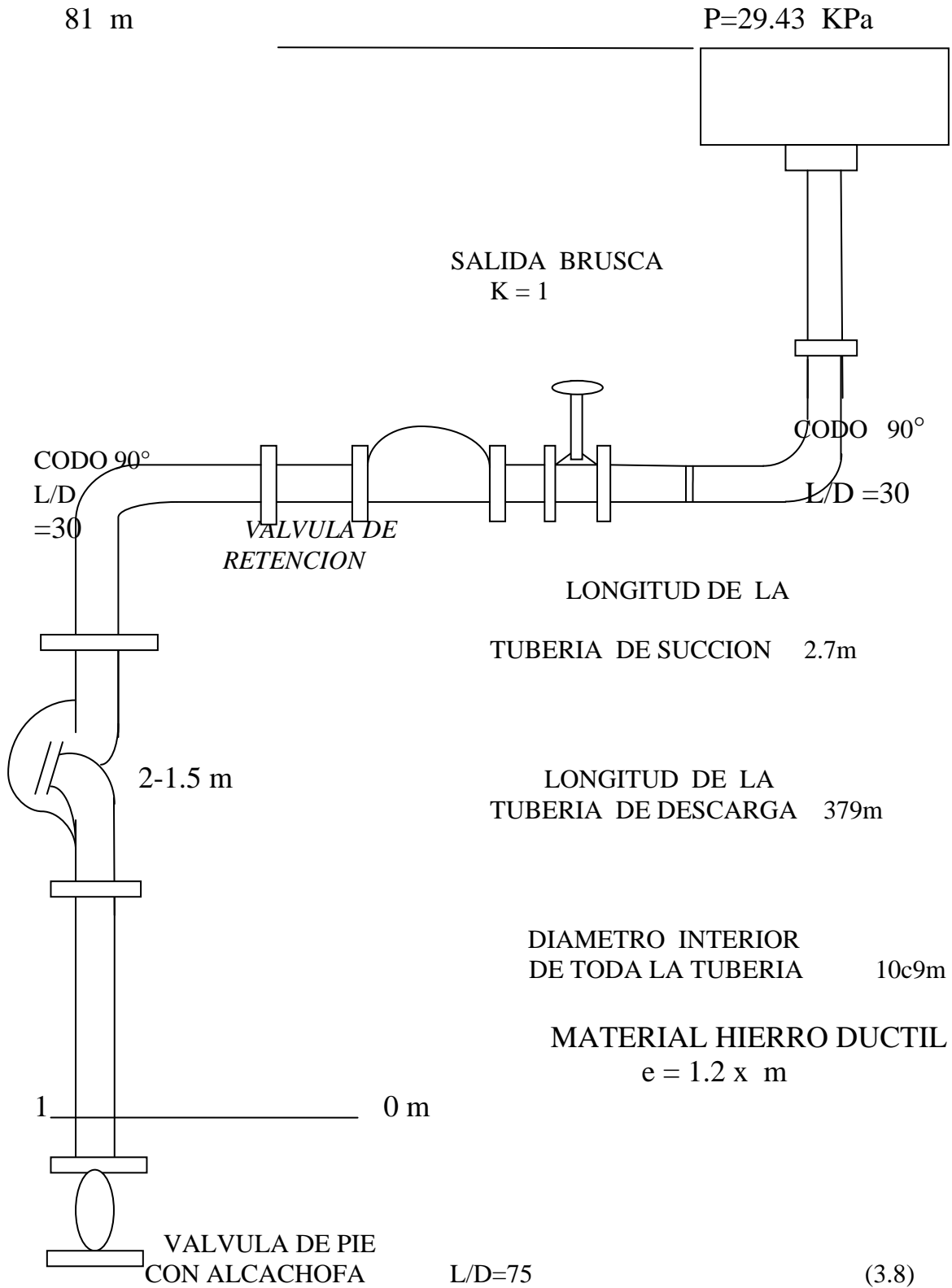
DEL DIAGRAMA, CON LOS DATOS RELEVANTES DEL SISTEMA HIDRÁULICO PARA LAS CONDICIONES SEÑALADAS:

- A) ESTIMAR EL GASTO REALIZADO.
- B) ESTIMAR LA POTENCIA REQUERIDA.

DATOS DEL SISTEMA Y FIGURA.

VALVULA DE AIRE CON MALLA CODO DE 90°
 VALVULA DE RETENCION CONVENCIONAL.
 VALVULA DE COMPUERTA.
 CODO DE 90°
 SALIDA BRUSCA.

FIGURA



3.9

DESARROLLO

A) GRAFICAR LA CURVAS CARACTERISTICAS DE LA BOMBA Y DEL SISTEMA HIDRAULICO SOBRE LAS MISMAS COORDENADAS; PARA EFECTUAR ESTO SE HACE UNA PRIMERA ESTIMACION DE C SUPONER TENTATIVAMENTE $Q= 1800 \text{ lt/min}$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (0.1)^2}{4} = 0.00785 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{1800 \times 10^{-3}}{(0.00785)(60)} = 3.82 \text{ m/s}$$

VISCOCIDAD CINEMATICA.

Con $\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ para agua a 20° C

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{(3.82)(0.1)}{1 \times 10^{-6}} = 3.8 \times 10^5$$

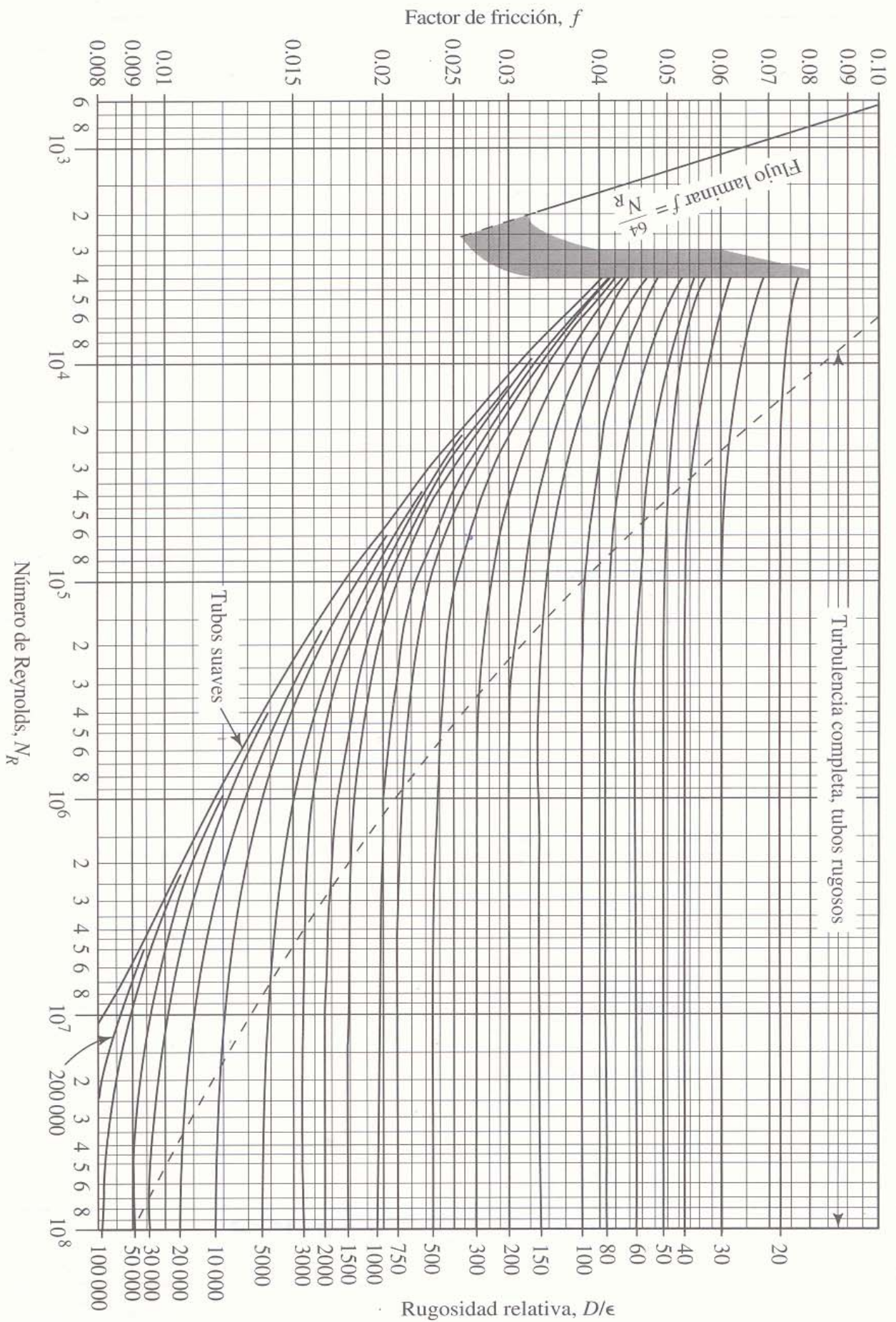
$$\frac{D}{e} = \frac{0.1 \text{ m}}{1.2 \times 10^{-6} \text{ m}} = 833.33$$

$e =$ IMPERFECCIONES SUPERFICIALES, DATO DADO EN EL PROBLEMA.

DEL DIAGRAMA DE MOODY CON.

$$Re = 3.8 \times 10^5$$

$$\text{Y CON } \frac{D}{e} = 833.33$$



SE OBTIENE EL COEFICIENTE DE FRICCION

$$f = 0.0022$$

$$C = \frac{\sum fL}{D2g A^2} + \frac{\sum K}{2g A^2}$$

DONDE PARA OBTENER LA CONSTANTE C. SE SIGUEN LOS SIGUIENTES PASOS.

$$\text{PERDIDAS } H_L = \sum f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} + \sum f \frac{L_e}{D_e} \frac{V^2}{2g}$$

$$\frac{V^2}{2g} = \text{CABEZA DE VELOCIDAD}$$

f= COEFICIENTE DE FRICCION.

L= LONGITUD DE LA TUBERIA.

D= DIAMETRO DE LA TUBERIA.

$$\sum f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = \text{SUMATORIA DE PERDIDAS PRIMARIAS.}$$

$$\sum f \frac{L_e}{D_e} \frac{V^2}{2g} = \text{SUMATORIA DE PERDIDAS SECUNDARIAS.}$$

$$f \frac{L_e}{D_e} = K$$

CONSTANTE AUXILIAR PARA EL CALCULO DE LAS PERDIDAS SECUNDARIAS.

DE LA ECUACION DE CONTINUIDAD

$$Q = VA$$

$$V = Q/A \quad Y \quad V^2 = Q^2/A^2$$

SUSTITUYENDO ESTA ULTIMA ECUACION EN H_L .

$$H_L = \sum f \frac{L}{D} \frac{Q^2}{A^2 2g} + \sum f K \frac{Q^2}{A^2 2g}$$

FACTORIZANDO A Q^2

$$H_L = \left\{ \sum f \frac{L}{DA^2 2g} + \frac{\sum f K}{A^2 2g} \right\} Q^2$$

$$H_L = C Q^2$$

DONDE

$$C = \left\{ \frac{\sum f L}{DA^2 2g} + \frac{\sum f K}{A^2 2g} \right\}$$

SUSTITUYENDO VALORES.

$$C = \frac{0.022}{(0.1)(2)(9.81)(0.00785)^2} \left[\frac{381.7 + 75 + 30 + 135 + 13 + 30}{0.1} \right]$$

$$+ \frac{1}{(2)(9.81)(0.00785)^2}$$

$$C = 7.5432 \times 10^4 \frac{\text{m}}{(\text{m}^3/\text{s})^2}$$

$$H_B = \frac{\Delta P}{\gamma} + \Delta Z + \frac{\Delta}{2g} + H_L$$

$$H_B = \frac{(0.3-0) * 10^4 * 9.81}{(1000 * 9.81)} + 81 + 0 + 7.54 * 10^4 Q^2$$

$$H_B = 84 + 7.5432 * 10^4 Q^2 \quad \text{CON } Q \quad \text{EN } \text{m}^3/\text{s}$$

EXPRESANDO Q EN l/min

$$H_B = 84 + 7.54 * 10^4 \left[\frac{Q}{60 * 1000} \right]^2$$

(3.9)

3.10

SOLUCION SIMULTÁNEA

LA SOLUCION SIMULTANEA DE ESTA ECUACION CON LA CURVA CARACTERISTICA DE LA BOMBA APARECE GRAFICAMENTE, A CONTINUACION SE COMPRUEBA QUE CUANDO;

| L/min | m |
|-------|---------------------|
| Q= 0 | H _B = 84 |
| 600 | 91.542 |
| 1200 | 11114.168 |
| 1800 | 159.87 |
| 2400 | 204.672 |

COMO SE PUEDE APRECIAR EL VALOR APROXIMADO DEL CAUDAL DONDE SE CRUZAN AMBAS CURVAS ES DE 1260 LT/MIN ; SUSTITUYENDO ESTE VALOR EN LA ECUACION.

$$H_B = 84 + 2.095 \times 10^{-5} Q^2$$

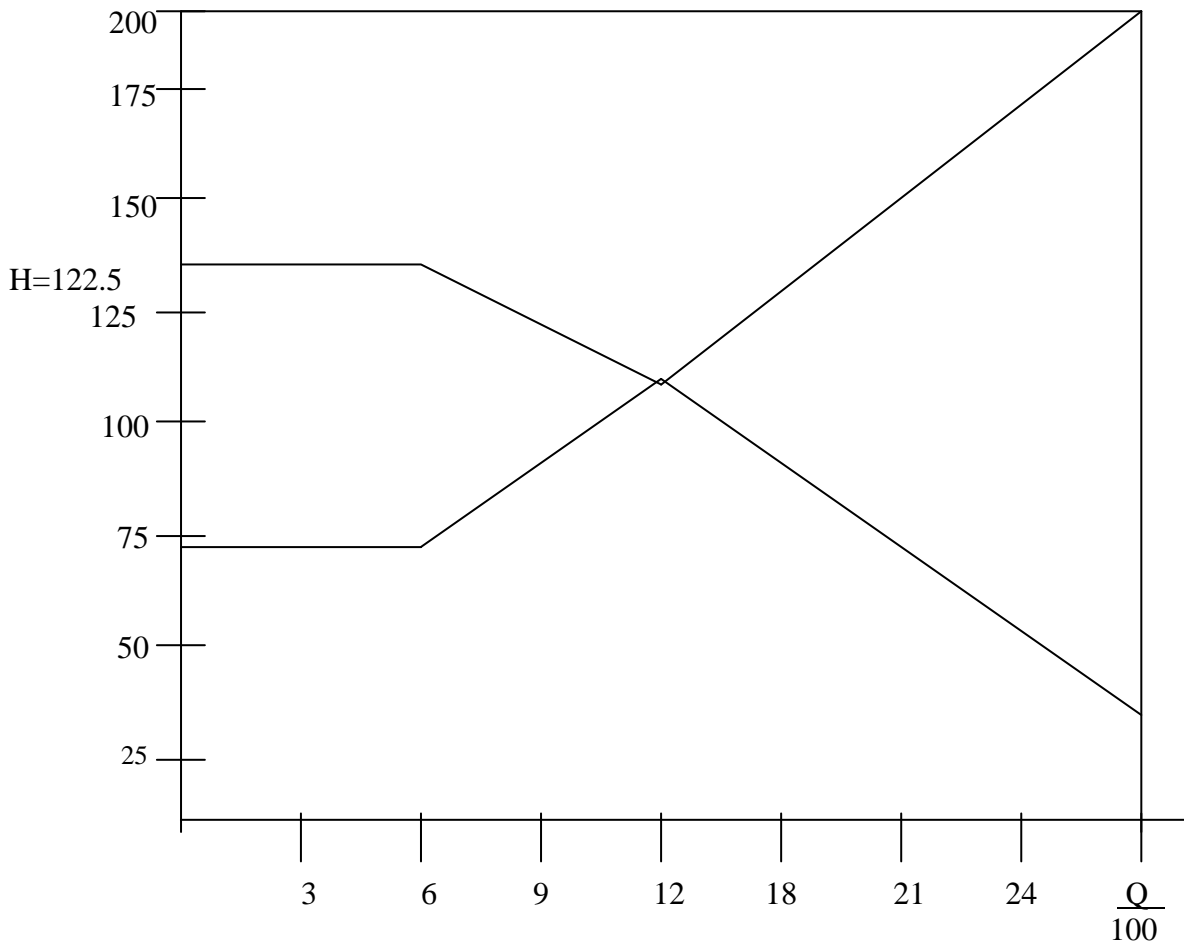
$$H_B = 117.26 \text{ m}$$

(3.10)

3.11

GRAFICA SIMULTÁNEA

GRAFICA SIMULTANEA DEL COMPORTAMIENTO DE LA BOMBA SELECCIONADA Y DEL SISTEMA HIDRAULICO DONDE SE UTILIZA DICHA BOMBA.



$$Q = 1250 \text{ lt/min} = 0.0208 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Y \quad \eta = 65.2$$

B) POTENCIA REQUERIDA POT

$$POT = \frac{Q\gamma H}{\eta} = \frac{(0.0208)(9.81)(117.26)}{0.652}$$

$$POT = 36.7 \text{ KW} \times 1.341 = 49.2 \text{ HP}$$

(3.11)

3.12

PARTE INTERNA.

SIGUENDO CON LA MISMA BOMBA CENTRIFUGA PERO AHORA CONSIDERANDO LA PARTE INTERNA DE LA MISMA, SE TIENEN LAS SIGUIENTES DIMENCIONES; $D_1 = 75 \text{ mm}$; $D_2=230\text{mm}$; $L_1= 0.96$ $b_1= 20 \text{ mm}$; $b_2= 10 \text{ mm}$; $\beta_1= 20^\circ$; $\beta_2= 17.8^\circ$; $\eta_h= 84.5\%$ $\eta_t= 84.7$; LA ENTRADA ES RADIAL. EL FLUIDO BOMBEADO ES AGUA.

CALCULAR:

- a) EL CAUDAL.
- b) ALTURA DE EULER Y ALTURA UTIL.
- c) POTENCIA UTIL.
- d) EL PAR TRASMITIDO POR EL RODETE AL FLUIDO.
- e) POTENCIA DE ACCIONAMIENTO.

(3.12)

3.13

SOLUCION

a) EL CAUDAL VIENE DADO POR.

$$Q = \pi D_1 b_1 C_{1m}$$

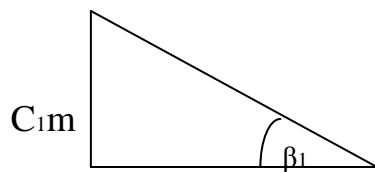
D_1 = DIAMETRO DE ENTRADA

b_1 = ANCHO DE RODETE

C_{1m} = VELOCIDAD MERIDIONAL.

PARA OBTENER C_{1m} NOS AUXILIAMOS DEL TRIANGULO DE VELOCIDADES EN LA ENTRADA.

TRIANGULO DE VELOCIDADES A LA ENTRADA.



$C_{2u} = 0$ YA QUE LA ENTRADA ES RADIAL

(CASO COMUN EN BOMBAS CENTRIFUGAS)

$$U_1 = W_1$$

n = NUMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO.

$$U_1 = \frac{\pi D_1 n}{60} = \frac{\pi (0.075)(3500)}{60} = 13.74 \text{ m/s}$$

$$Y \quad \text{tg } \beta_1 = \frac{C_{1m}}{U_1}$$

DESPEJANDO C_{1m}

$$C_{1m} = U_1 \text{ tg } \beta_1$$

$$C_{1m} = 13.74 \text{ tg } 20^\circ$$

$$C_{1m} = 5 \text{ m/s}$$

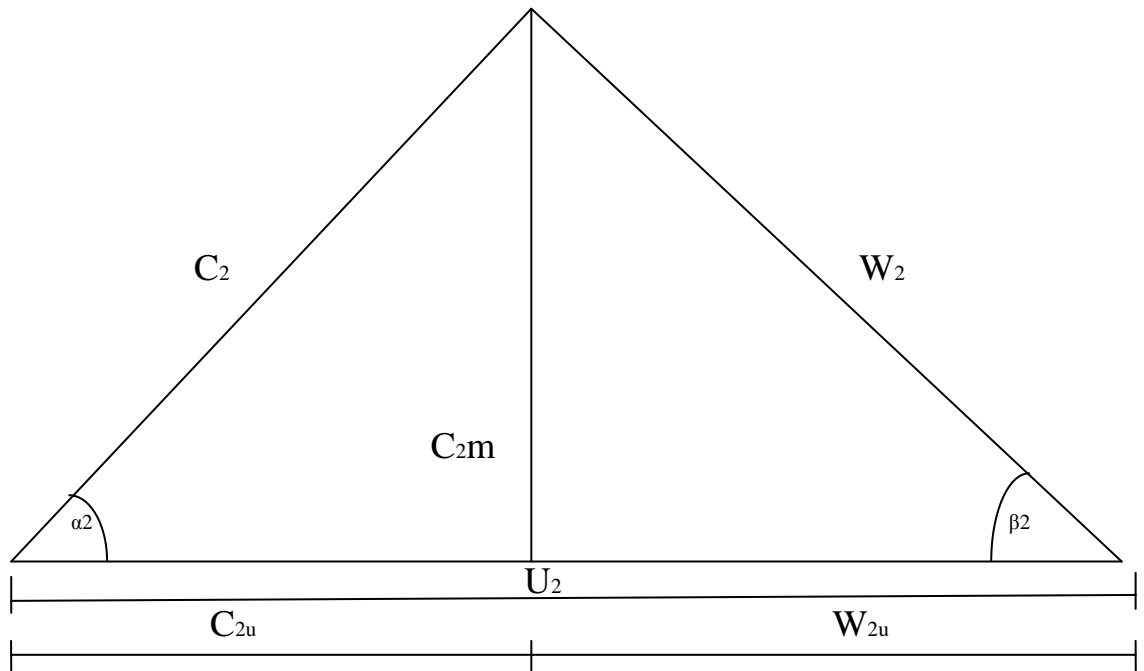
FINALMENTE.

$$Q = (0.96) \pi (0.075) \text{ m} (0.02) \text{ m} (5) \text{ m/s}$$

$$Q = 0.0226 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) ALTURA DE EULER Y ALTURA UTIL.

DEL TRIANGULO DE VELOCIDADES A LA SALIDA.



$$U_2 = \frac{\pi D_2 n}{60} = \frac{\pi (0.230)(3500)}{60} = 42.15 \text{ m/s}$$

DE LA ECUACION DE CONTINUIDAD

$$Q = \pi D_2 b_2 C_{2m}$$

DESPEJANDO C_{2m}

$$C_{2m} = \frac{Q}{\pi D_2 b_2} = \frac{0.0226}{\pi (0.230) (0.010)}$$

$$C_{2m} = 3.13 \text{ m/s}$$

$$\text{tg } \beta_2 = \frac{C_{2m}}{W_{2u}}$$

DESPEJANDO.

$$W_{2u} = \frac{C_{2m}}{\text{tg } \beta_2} = \frac{3.13}{\text{tg } 17.8^\circ} = 9.75 \text{ m/s}$$

DE LA BASE DE LOS TRIANGULOS.

$$U_2 = C_{2u} + W_{2u}$$

DESPEJANDO

$$C_{2u} = U_2 - W_{2u}$$

$$C_{2u} = 42.15 - 9.75 = 32.4 \text{ m/s}$$

EL ANGULO α_2

$$\alpha_2 = \tan^{-1} \frac{C_{2m}}{C_{2u}} = \tan^{-1} \frac{3.13}{32.4} = 5.51^\circ$$

$$\alpha_2 = 5.51^\circ$$

LA ALTURA DE EULER VIENE DADA POR LA ECUACION

$$H_e = \frac{U_2 C_{2u}}{g}$$

SUSTITUYENDO VALORES.

$$H_e = \frac{(42.15)(32.4)}{9.81} = 139.2 \text{ m}$$

Y LA ALTURA UTIL H DE LA ECUACION DE LA EFICIENCIA HIDRAULICA.

$$\eta_h = \frac{H}{H_e}$$

DESPEJANDO.

$$H = H_e \eta_h = (139.2) (0.845)$$

$$H = 117.6 \text{ m}$$

c) POTENCIA UTIL O POTENCIA DADA POR LA BOMBA AL FLUIDO.

$$P = Q \gamma H$$

$$P = (0.0226) \text{ m}^3/\text{s} (9.81) \text{ KN}/\text{m}^3 (122.5) \text{ m}$$

$$P = 27.16 \text{ kw} * 1.341 = 36.42 \text{ HP}$$

d) EL PAR TRANSMITIDO POR EL RODETE AL FLUIDO.

$$M = Q \ell (r_2 C_{2u} - r_1 C_{1u})$$

$$\ell = \text{DENSIDAD DEL AGUA} = 1000 \text{ Kg}/\text{m}^3$$

$$M = Q \ell r_2 C_{2u}$$

$$r_2 = \frac{D_2}{2} = \frac{0.230}{2} = 0.115 \text{ m}$$

$$M = (0.0226) \frac{\text{m}^3}{\text{s}} (1000) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} (0.115) \text{ m} 32.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$M = 84.20 \frac{\text{Kg m}}{\text{s}^2} * m = 84.20 \text{ Nm}$$

e) POTENCIA DE ACCIONAMIENTO. ES LA POTENCIA EN EL EJE DE LA BOMBA O POTENCIA MECANICA QUE LA BOMBA ABSORBE.

$$P_a = M_w = M \frac{2\pi n}{60}$$

$$P_a = 84.20 \frac{2\pi 3500}{60}$$

$$P_a = 30861 \text{ watts}$$

$$P_a = 30.86 \text{ kw}$$

EN ESTE EJEMPLO SE PUEDEN APRECIAR LAS TRASFORMACIONES DE LA ENERGIA ATRAVES DEL PROCESO.

(3.13)

CONCLUSIONES.

Los ingenieros deben reconocer que vida, seguridad, salud y bienestar de la población dependen de su juicio.

No se deben aprobar planos o especificaciones que no tengan un diseño seguro.

Se deben realizar revisiones periódicas de seguridad y confiabilidad.

Prestar servicios productivos a la comunidad.

Comprometerse a mejorar el ambiente.

Los ingenieros deben prestar servicios en sus áreas de competencia.

Deben emitir informes públicos. Se debe expresar la información en forma clara y honesta.

Deben crear su reputación profesional sobre el mérito de sus servicios.

No usar equipamiento fiscal o privado para uso personal.

Acrecentar honor, integridad y dignidad de la profesión.

Debe continuar con el desarrollo profesional (Continuar la educación)

Apoyar a sociedades profesionales.

El deber comprometido de los ingenieros es el de construir una mejor vida para la sociedad. Con este fin, los ingenieros debieran dedicarse a desarrollar un mundo mejor conjuntamente con el público y los sectores privados, organizaciones no gubernamentales e intergubernamentales, a través de la aplicación del conocimiento, para convertir recursos en productos y servicios. En este proceso, los ingenieros debieran ser conscientes de la necesidad de lograr un balance entre el uso de recursos y las necesidades de las futuras generaciones, manteniendo el medio ambiente y los ecosistemas para promover el desarrollo sostenible. Necesitamos establecer metas e indicadores medibles para el logro de las mismas.

Aunque se han logrado alentadores progresos en economía y otros aspectos, el mundo está enfrentando hoy muchos desafíos serios. El medio ambiente continúa deteriorándose, los desastres naturales y provocados por el hombre son mas frecuentes, algunos usos de recursos naturales se acercan a puntos críticos y la brecha entre los ricos y los pobres, entre naciones desarrolladas y en desarrollo, continúa ensanchándose. Todos estos factores constituyen una seria amenaza a la prosperidad, seguridad y estabilidad global y al desarrollo sostenible.

La innovación y la creación son de vital importancia en la ingeniería. Necesitamos promover la generación de capacidades humanas e institucionales. Se necesita la reforma curricular y pedagógica de la educación en ingeniería y el desarrollo profesional continuo para abarcar preocupaciones sociales y éticas. Esto realzará el atractivo de la ingeniería para los jóvenes. Necesitamos promover y apoyar a los ingenieros jóvenes son nuestro futuro.

FINALMENTE.

LA PRESENTE TESIS TRATO DE TOCAR LOS TEMAS DESDE LA HISTORIA, CUALES FUERON LAS PRIMERAS FORMAS DE ENERGIA, HASTA DAR UN EJEMPLO DE MOTOBOMBA.

TAMBIEN EL PRESENTE TRABAJO ES EL RESULTADO DE MIS AÑOS POR ESTA MARAVILLOSA **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**, QUE ES UN GRAN ORGULLO SER PARTE DE ELLA.

Y POR ULTIMO NO ME QUEDA MAS QUE AGRADECER A MIS PROFESORES QUE FORMARON PARTE DE MI ENSEÑANZA.

BIBLIOGRAFIA.

ENERGIA Y MAQUINAS TERMICAS

FRANCISCO ROSELLO CORIA.

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA.

EGRESADO DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

LUIS FRANCISCO ARREOLLA QUIJADA.

INGENIERO QUIMICO.

EGRESADO DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

EDITORIAL LIMUSA MEXICO.

TERMODINAMICA 6ª EDICION

FAIRES / SIMMANG

EDITORIAL UTEHA

MECANICA DE FLUIDOS 6ª EDICION

ROBERT L. MOTT

UNIVERSIDAD DE DYTON.

TRADUCCION

JAVIER ENRIQUEZ BRITO

TRADUCTOR PROFECIONAL

REVICION TECNICA

JAVIER LEON CARDENAS

EDITORIAL PEARSON PRENTICE HALL