

REVISTA
DE LA FACULTAD
DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

AÑO 1 - NUMERO 1 - 1981

"LA COLINA"...
Definiendo un
exclusivo estilo



BODEGAS Y VINEDOS
GIOL E.I.C.

MENDOZA, REPUBLICA ARGENTINA



080 331688 868080 3

Autoridades

REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

Año I - Número 1 - Diciembre de 1981

Autoridades de la Universidad Nacional de Cuyo

Rector

Prof. Enrique J.M. ZULETA ALVAREZ

Secretario General

Cont. Roberto VARO

Secretario de Asuntos Académicos

Prof. Nicolás Jorge DORNHEIM

Autoridades de la Facultad de Ingeniería

Decano

Ing. Hugo del Carmen OJEDA

Vicedecano

Ing. Francisco SENTINELLI

Secretario de Asuntos Académicos

Ing. Roberto Justo GIOACCHINI

Secretario Administrativo

Sr. Alberto Félix ISLEÑO

Contador

Sr. Salomón SAPPAG

Jefes de Departamentos de Enseñanza

Ciencias Básicas: Ing. Salomón DARWICH

Ingeniería de Petróleos: Ing. Dante HERRERO

Ingeniería Industrial: Ing. José COCCHIA

Ingeniería Civil: Ing. Francisco SENTINELLI

Director del Departamento de Graduados

Ing. Eloy Benjamín SALINAS

Director de Estudios Tecnológicos e Investigaciones

Ing. Roberto Manuel DE ROSSETTI

Director del Instituto Superior de Exploración Petrolera

Ing. Emilio SARTI

DIRECTOR DE LA REVISTA

Ing. Jorge Lázaro GONZALEZ

Profesor Adjunto de la cátedra GEOFISICA

La dirección no se responsabiliza
por las opiniones emitidas en los
artículos firmados.

Sumario

Editorial	3
13 de diciembre: Día del Petróleo	4
Homenaje de la Facultad de Ingeniería a su Fundador Dr. Egidio Feruglio	5
Estadísticas de Mendoza	9
Artículos Técnicos	13
Análisis dinámico tridimensional de un edificio de una planta por el Ing. Francisco Sentinelli	15
Unidad medidora, controladora y registradora por los Ingenieros Mario Distéfano y Adolfo Florentino González	35
Sistema para grabación - Reproducción de señales de muy baja frecuencia por el Ing. Juan Carlos Mikalef	45

Publicación U.N.C.

Reg. P.P.

116647

Autores



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
BIBLIOTECA CENTRAL
E. 10.3.82 N° de Orden _____
P. Fac. Ingeniería _____
Valor donación _____

INGENIERO FRANCISCO SENTINELLI

Es Ingeniero Civil graduado en la Universidad Nacional de La Plata en el año 1946.

Ocupa el cargo de Vicedecano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo.

Se desempeña como Profesor Titular de las cátedras "Estática y Resistencia de Materiales" de nuestra Casa y de "Estabilidad III", en la Facultad Regional Mendoza de la U.T.N.

Ha publicado una serie de trabajos de su especialidad e integrado el equipo que redactó el Código de Construcciones Antisísmicas de la ciudad de Mendoza.

INGENIEROS MARIO DISTEFANO y ADOLFO FLORENTINO GONZALEZ

El Ing. DISTEFANO, es Ingeniero Electromecánico egresado de la Universidad Nacional de Cuyo en el año 1965. Profesor Titular de las cátedras "Electrónica General y Aplicada" y "Cálculo Numérico y Computación" de nuestra Facultad y de "Introducción a la Computación Digital" en la Facultad Regional Mendoza de la U.T.N.

El Ing. GONZALEZ, es Ingeniero en Electrónica egresado de la Universidad Tecnológica Nacional en el año 1973. Profesor de la cátedra "Tecnología de los Materiales" de esa Casa en la Facultad Regional Mendoza y Docente de "Electrónica General y Aplicada", en nuestra Casa.

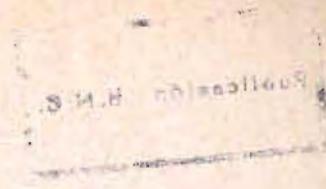
Se desempeñan como Investigadores del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Cuyo y han publicado trabajos de sus especialidades.

INGENIERO JUAN CARLOS MIKALEF

Es Ingeniero en Electrónica graduado en el año 1974 en la Universidad Tecnológica Nacional.

En nuestra Facultad se desempeña en Dirección de Estudios Tecnológicos e Investigaciones en los Laboratorios de Geofísica y Electrotecnia y como Jefe de Trabajos Prácticos en la cátedra "Física II".

Actúa en la docencia universitaria en las cátedras de "Electrónica y Física".



Editorial

Presentar el día 13 de diciembre la REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO, es un motivo de particular satisfacción.

Hace 74 años se descubría petróleo en Comodoro Rivadavia, precisamente un día 13 de diciembre, que inicia una nueva etapa en la vida industrial de nuestro país.

El desarrollo tecnológico provocado por ese acontecimiento y la necesidad de contar con personal técnico idóneo hace que en 1939, año de la creación de la Universidad Nacional de Cuyo, se solicite al Dr. Egidio FERUGLIO la organización del Instituto del Petróleo, que concreta su creación el día 3 de abril del año 1941.

Así nace nuestra hoy FACULTAD DE INGENIERIA, que en su proceso histórico recibió además los nombres del Departamento de Combustibles, Escuela Superior de Ingeniería de Petróleos y Facultad de Ingeniería de Petróleos.

Muchos hombres destacados pasaron por nuestros Claustros y un sinnúmero de acontecimientos cambiaron la fisonomía de la Facultad. A partir de 1974 incorpora a su tradicional especialidad de Ingeniería de Petróleos la carrera de Ingeniería Industrial, en 1980 la de Ingeniería Civil y desde 1981 el Ciclo Básico de Ingeniería Aeronáutica. Este primer número de nuestra REVISTA sirve de homenaje a aquellos hombres de visión.

Tampoco podemos pasar por alto el reconocimiento por el apoyo que nuestra Casa siempre recibió de las Empresas Petroleras y Afines, oficiales y privadas.

Somos conscientes que el iniciar la tarea de impresión de una Revista supone el comienzo de una nueva experiencia: éste es el motivo de la imperfección de su primer número, que pretende en el futuro ser un instrumento de ayuda a los fines de difusión y extensión que debe cumplir la Universidad.

13 de diciembre:

DIA DEL PETROLEO

Durmiendo su sueño geológico, impregnando la materia rocosa, el oscuro y líquido elemento aguarda la perforación que lo extraiga.

En la superficie un grupo de técnicos perforadores contemplan sus máquinas. Están en busca del elemento básico de la subsistencia humana, agua.

La zona es un desierto hostil y seco, días y días perforando, métodos rudimentarios, trabajo físico, esfuerzo, desgaste, sed. De pronto brotó de las entrañas de la tierra un aceite negro, viscoso ¡EL PETROLEO! El oro líquido, un telegrama escueto pregonaba la noticia. No era la primera vez que se explotaba petróleo en la República Argentina, el norte y el oeste de nuestro país conocían pequeñas explotaciones cuyos productos se empleaban en hogares como combustibles de algunas fábricas.

Salvo algunos estudiosos, nadie podía suponer que la tierra de la carne y del trigo pudiera albergar la riqueza del petróleo.

Así el 13 de diciembre de 1907 marca un hito histórico en la República, pues a partir de esa fecha puede decirse que el descubrimiento del petróleo en Comodoro Rivadavia es en realidad el descubrimiento en la República Argentina y también señala dicha fecha el nacimiento de la industria petrolera nacional.

Los 74 años transcurridos han sido significativos para nuestro país, cambios en nuestra manera de pensar, transformaciones en nuestra manera de vivir, con un continuo avance hacia el futuro con las alternativas propias de una nación joven, pero con la esperanza de un porvenir donde nuestros jóvenes puedan desarrollarse en plenitud.

Homenaje de la Facultad de Ingeniería a su Fundador Dr. Egidio Feruglio



Egidio Feruglio en sus últimos años.

Dibujo de José Frutos J.

Hace 25 años, trabajando en la provincia de Magallanes, Chile, daba vuelta en mis manos una carta cerrada, sin decidirme a abrirla porque el nombre del remitente era el de la señora Aurelia Magrini de Feruglio, a quien nunca conocí y con la cual no había tenido oportunidad de cartearme. Inconscientemente buscaba la manera de retardar la llegada de una noticia dolorosa. En efecto, cuando calmado y animado por la curiosidad abrí el sobre, me enteré que Egidio Feruglio ya no podía contestar mis cartas: se había reunido con su querido único hijo varón, muerto en Turín menos de dos años atrás, cuando aún era un adolescente.

El destino me había preparado otro golpe fuerte, pues no había pasado mucho tiempo desde que Bonarelli y Migliorini, inolvidables maestros, nobles de alma y de progenie, amigos insustituibles, habían desaparecido..

Tuve una cierta relación con Feruglio, aunque nuestros contactos fueron esporádicos y cortos; además recién llegaba a la Argentina, mientras Feruglio pensaba regresar a Italia, de la cual se había alejado en abril de 1925. Nuestros intercambios de ideas, personales y por carta, se centraban en la edad y facies del Paleozoico inferior del Norte Argentino, y sobre el Horizonte Calcáreo Dolomítico, cuya edad triásica, admitida por Bonarelli, parecía bastante criticable.

Es común y justificado que el emigrado añore su tierra natal, y que a una cierta edad, pasado el entusiasmo juvenil y presentándose la ocasión, regrese casi en busca de sí mismo, conservando en la mente imágenes estáticas de un mundo aparentemente inmutable. Aunque Feruglio nunca fue explícito en confiar las causas que lo impulsaron a abandonar la Argentina y volver a Italia, es posible que además de las razones de carácter afectivo y romántico le molestaran algunos de los acontecimientos que se desarrollaban en aquel entonces en la Argentina. Fue también Feruglio bastante renuente a exteriorizar los verdaderos motivos materiales, los más importantes de los cuales fueron, según me pareció, de orden económico. Su actitud de romántico y despreocupado investigador no había dado excesiva importancia al dinero.

Tal vez en algo también contribuí yo en su decisión de regresar a Italia, aunque no deseaba entusiasmarlo pues no creía que los cambios producidos hubieran significado una mejora sustancial. El hecho fue que informé a Feruglio que el Ministro de Educación, Sr. Gonela, me había hecho conocer que estaba gestionando una ley especial, con la cual pretendía reparar las discriminaciones realizadas por el gobierno fascista.

Muchos creyeron entonces que habiéndose eliminado a los responsables de Italia volvería a las condiciones anteriores. Feruglio fue uno de ellos, aunque como paleontólogo tal vez tendría que haber usado otros criterios, ya que no desconocía que la evolución, entendida como cambios y no como perfeccionamiento, es irreversible.

Lamenté sinceramente que hubiese dejado la Argentina. Su regreso a Italia significaba alejarse, y prácticamente desaparecer, de la escena de sus mayores logros científicos.

Feruglio, que en 1933 y 1936 no fuera admitido en los concursos efectuados en Italia por no pertenecer al Partido Fascista, fue nombrado en la Universidad de Turín en 1949, con efecto retroactivo al año 1933. Es así que, recién instalado en la Cátedra de Geología y Paleontología de la Universidad de Turín, me pidió una colección de fósiles de la Caliza Dolomítica, que yo había colectado en los años 1948-1951 al confeccionar un mapa geológico de parte de la provincia de Jujuy por encargo de la Universidad Nacional de Tucumán. Este material, que yo envié gustoso, y unos cuantos restos de plantas del Mesozoico inferior, era todo lo que quedaba como recuerdo material de aquella tierra que había abandonado. Tierra que le había proporcionado -creo- las más grandes satisfacciones científicas de su corta vida, y a la cual él había dado la mejor parte de su activo y metódico entusiasmo de naturalista.

Feruglio, uno de los nueve hijos de Luigi Feruglio y de Anna D'Agostina, modestísimos agricultores, participó como oficial de los alpinos en la Primera Guerra Mundial, durante la cual por sus actuaciones recibió la medalla de plata al valor. Después de haberse recibido, a los 23 años, bajo la guía del famoso Carlo De Stefani en Florencia, de Doctor en Ciencias Naturales con la máxima distinción, fue ayudante en la Cátedra de Geología de la Universidad de Cagliari, Cerdeña; pero solamente al emigrar a la Argentina, llamado por Bonarelli, encontro a la vez su vocación estratigráfica y un inmenso territorio geológicamente casi desconocido -la Patagonia- al cual se dirigieron sus mayores esfuerzos, salvo los dedicados al Devónico de El Quemado con los buenos resultados cronológicos que todos conocen.

Es redundante recordar a los argentinos los resultados alcanzados por Feruglio, y el tremendo salto que dio el conocimiento estratigráfico de la Patagonia con él. Pese a que como integrante de la "vieja guardia" muy raras veces usó categorías nomenclaturales como "formación", "grupo", etc., empleando en cambio términos tales como "estratos", "serie", "capa", etc., las unidades por él reconocidas y descritas constituyen la base sobre la cual se han apoyado la casi totalidad de los estudios posteriores efectuados en la Patagonia. Feruglio realizó la mayor parte de estos trabajos como funcionario de Y.P.F., desempeñándose además como profesor de la Universidad de Cuyo, donde en 1941 organizó el Instituto del Petróleo.

Solamente dos veces viajó a Italia: en el invierno de 1928-29, y luego, por más de un año, en 1932-34. En esta segunda oportunidad efectuó en Padua los estudios paleontológicos que culminaron con su Palaeontographia Patagónica, el más importante de sus trabajos, excepción hecha de la grandiosa síntesis Descripción Geológica de la Patagonia. Esta última obra, editada en tres volúmenes, constituye una fuente de consulta permanente por la gran cantidad de información que encierra, y fue premiada con medalla de oro por la Sociedad Geográfica Argentina.

Las últimas publicaciones de Feruglio, impresas en Italia, sobre las plantas mesozoicas de la Patagonia, y sobre algunos braquiópodos y moluscos terciarios de la misma región, representan el fruto de estudios anteriores en la Argentina, perfeccionados con una revisión bibliográfica mucho más acabada. Estos trabajos fueron efectuados en Turín, en cuya Universidad se conservan estupendas colecciones, debidas principalmente al venerado Maestro Federico Sacco.

Aparte de una sentida necrología del conde Guido Bonarelli, lo poco original del último y corto período italiano de Feruglio, es un retorno a la geomorfología, más bien descriptiva, de los fenómenos cársticos del Friuli. Descripciones similares a las que hiciera cuando recién tenía 16 años; se podría decir con el poeta Belli, que:

en la árida edad del desengaño
busqué las huellas de la primera vida.
Volví a ver las flores, el almendro, el jardín,
todo en aquel paraíso perdido
tenía su lágrima, su risa.

Entre sus primeras publicaciones italianas encontramos algunos estudios sobre depósitos glaciares en los Alpes Orientales, y sobre las terrazas fluviales en los alrededores de Florencia; no tienen el alcance -sin duda- del importante trabajo sobre la ingresión marina senomiano-eocena en los Pre-Alpes Julianos, y las observaciones de carácter tectónico y geomorfológico sobre la fosa de la llanura del Campidano en Cerdeña.

¿Por qué aceptó Feruglio, en 1953, una cátedra en la Universidad de Roma? Aceptarla no significaba para él ni una mejora económica, ni una mejor biblioteca o colecciones más abundantes. Era -creo- el deseo de evitar la misma calle donde su hijo perdió la vida: un deseo de cambiar de ambiente, de fugarse de la realidad; un deseo de dar un motivo nuevo, una nueva finalidad a su vida aparentemente vacía ahora. Sin embargo no supo sobreponerse; aceptó así la invitación a la Cátedra de Roma, y siguió usando, como dice Carducci, "la vela y el remo en busca de su muerte".

El cambio de ambiente aparentemente no produjo la mejoría esperada en su salud mental. No hubo reacciones. La foto que publicó de él el Bollettino della Società Geologica Italiana muestra a un individuo con una mirada ausente y dolorosa. Esta expresión no es la del Feruglio que los amigos conocían. Avejentado, descarnado, encorvado, de hombros caídos. La pluma maestra de mi amigo José Frutos J. aquí lo personifica. La corbata es negra. Siguiendo la costumbre de las antiguas familias griegas, que tras la muerte de un familiar usaban vestimentas negras, pretendiendo evitar así que la muerte se llevase una nueva víctima, también Feruglio, pocos meses antes de su muerte, usó inútilmente el mismo símbolo que el cristianismo primitivo convirtió en expresión externa del dolor.

En la ruidosa Ciudad Universitaria de Roma, el silencio interior, el aislamiento voluntario, tienen que haber sido terribles para un Feruglio recordando permanentemente a su hijo Arturito, en el cual había visto con orgullo a un futuro geólogo:

Tú, flor de mi planta
golpeada y consumida,
tú, de la inútil vida
extrema única flor,

Estás en la tierra fría,
estás en la tierra negra,
ni el sol ya te alegra
ni te despierta amor.

(Carducci)

Dramática,-relataba Gortani, fue la tarde en la cual Feruglio, durante la reunión invernal de 1954 de la Società Geologica Italiana, fue elegido vice-presidente de la misma, lo cual significaba ser presidente por el bienio 1956-7. Dramática porque, con perturbada voz, suplicaba que le evitasen esa carga; afirmaba Feruglio que sus fuerzas ya no eran las de antes; su empuje se había amortiguado, su actividad menguado. Insistente e inútilmente sus amigos friulanos le ofrecían su apoyo.

No aceptó. Seis meses después, a los 57 años de edad, el 4 de julio de 1954, veraneando en Feletto Umberto, provincia de Udine, donde había nacido el 1 de setiembre de 1897, dejó a su señora, a su hija, a sus hermanos, a su Friuli, a su Patagonia, sin consuelo. Se fue añorando tal vez la tranquilidad que había tenido en su segunda patria, recordando las mesetas cubiertas de coirón y los Alpes Patagónicos cubiertos de hielo que había cruzado con el Padre Alberto de Agostini.

Los amigos, los discípulos, y los discípulos de sus discípulos, hoy, después de 25 años de su muerte, recuerdan su personalidad y siguen admirando sus trabajos, verdaderas piedras angulares de la Estratigrafía de la Patagonia, creadas allá donde "ulula el viento y ruge la tormenta".

GIOVANNI CECIONI

con la colaboración de A.C. RICCARDI



OBRAS SANITARIAS MENDOZA CUMPLIO SU PRIMER AÑO DE VIDA

El 7 de noviembre de 1981, OBRAS SANITARIAS MENDOZA SOCIEDAD DEL ESTADO cumplió un año de vida.

En igual fecha de 1980, se promulgó la Ley Nº 4479/80 de creación de la Sociedad de Estado, conformada por la transferencia de bienes y servicios de Obras Sanitarias de la Nación, de la Ex-Dirección de Obras y Servicios Sanitarios de la Provincia de Mendoza y aportes de capital del Gobierno Provincial.

Ha sido tarea prioritaria primero, la estructuración legal, contable y administrativa de la Sociedad encuadrada dentro de la Ley 19.550 de Sociedades Comerciales, y segundo, optimizar las áreas de mantenimiento y producción.

Durante el año que concluye se ha logrado procesar por computación la facturación y la cuenta corriente de los clientes. La creación de Sucursales en los centros más importantes de la Provincia, dan una sólida configuración orgánica a la Sociedad.

En el área Técnica se ha asegurado el proceso del control permanente del agua tratada, con la tarea del Laboratorio Central y de Plantas en turnos que trabajan día y noche y durante todo el año.

Se ha derivado al área privada la mayor cantidad posible de trabajos de mantenimiento de redes de distribución de agua y en colectores cloacales. La adquisición de varios equipos desobstructores, que operan en el Aglomerado Mendocino, y en las Sucursales del Sur y del Este, han simplificado y aseguran la efectividad de los trabajos de limpieza en redes. Como trabajo preventivo de mantenimiento, se ha licitado la limpieza de 750 cuadras de colectoras cloacales en zonas céntricas de la ciudad de Mendoza.

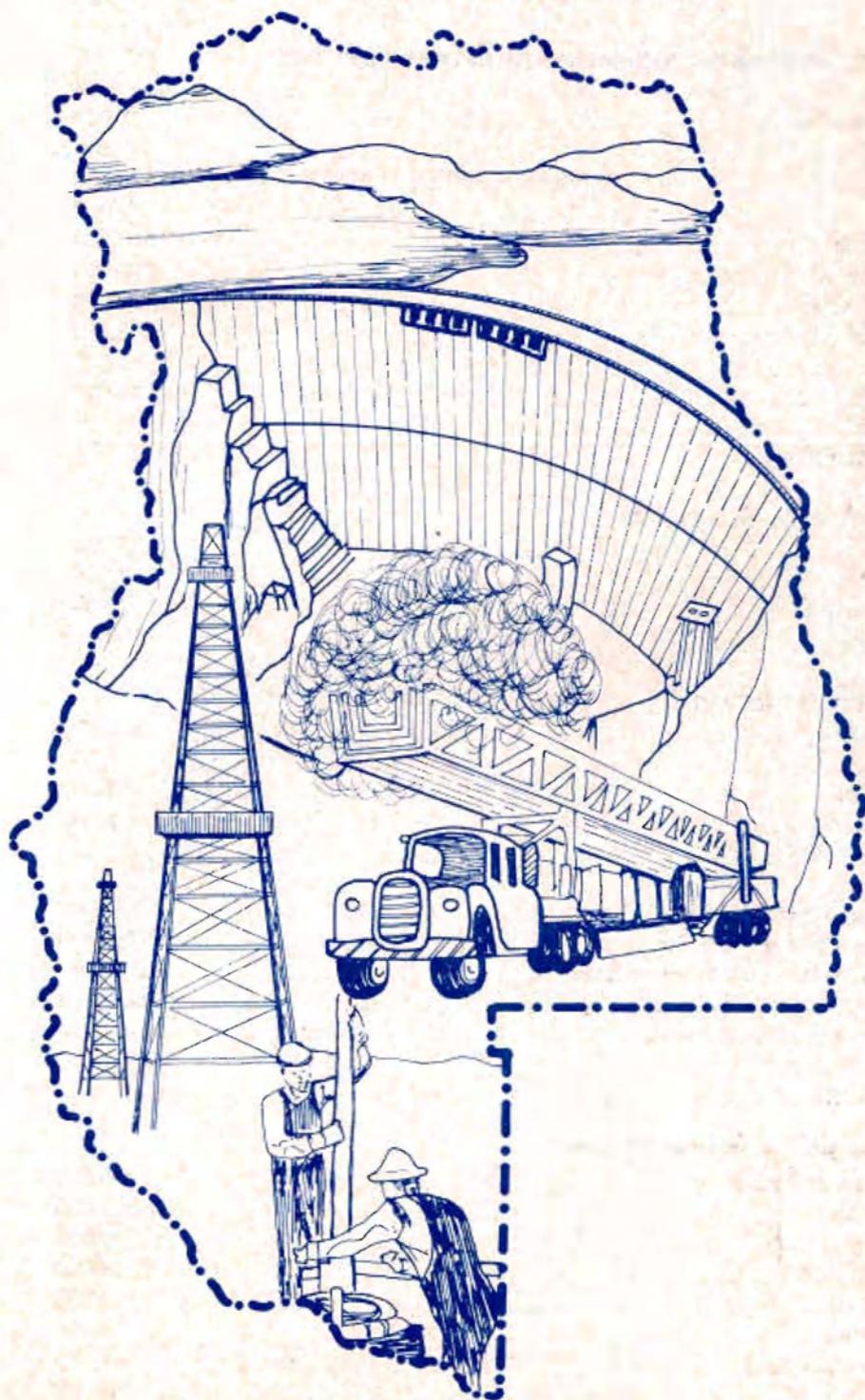
Esta actividad no ha impedido a la Sociedad encarar un plan de obras de significativa trascendencia. En la ciudad de General Alvear se ha contratado la ejecución de tramos de la colectora máxima, destruida por la agresividad del suelo de la zona. En San Rafael se ha contratado el Colector calle SANTA FE, que beneficia un amplio sector de barrios y zona céntrica de la ciudad y se ha encarado la terminación del Colector Industrial, obra en principio costeadada por la Municipalidad y los industriales, que estaba inconclusa.

Otras grandes obras iniciadas en diferentes etapas por el Gobierno de Mendoza, continúan su proceso de ejecución. Entre ellas: la Colectora Máxima del Nor Este del Aglomerado y los Acueductos y Planta de Tratamiento de LUJAN-MAIPU, esta última obra financiada por el B.I.D. y el S.N.A.P.

Una concreción de importancia es la rehabilitación del Establecimiento Alto Godoy como planta de tratamiento de agua potable. Esas instalaciones habían sido, hace ocho años, dejadas fuera de servicio al inaugurarse la Planta de LUJAN-RIO MENDOZA, cuya capacidad de producción a la fecha resulta superada por las demandas del Aglomerado Mendocino. Se tratarán 400-500/lts/seg. para lo cual ha sido necesario efectuar el equipamiento mecánico total del establecimiento y la reparación, desobstrucción y limpieza del Canal CIVIT, cauce que alimenta la planta y que mostraba un lamentable estado de conservación. Estas obras permitirán aumentar en un 18 % la capacidad de producción en beneficio del Aglomerado.

OBRAS SANITARIAS MENDOZA SOCIEDAD DEL ESTADO, tiene centrada su meta en alcanzar los niveles propuestos por las Naciones Unidas, al declarar el DECENIO INTERNACIONAL DE SANEAMIENTO (1980-1990).

Estadísticas de Mendoza



PRINCIPALES PRODUCCIONES DE LA ACTIVIDAD ECONOMICA

1 - AGRICULTURA

Superficie cultivada	400.000	Has.
Vid	255.277	Has.
Frutales	57.553	Has.
Hortalizas	37.973	Has.
Forrajes	30.496	Has.
Forestales	10.897	Has.
Otros	7.804	Has.

PRINCIPALES CULTIVOS - VOLUMENES DE PRODUCCION 1980

Uva	2.064.893	Tn.
Durazno	105.000	Tn.
Ciruela	47.600	Tn.
Manzana	120.000	Tn.
Pera	10.000	Tn.
Aceituna	50.000	Tn.
Tomate	112.500	Tn.
Ajo	20.000	Tn.
Cebolla	82.000	Tn.
Papa	83.000	Tn.
Alamo	40.777	Tn.

2 - GANADERIA

EXISTENCIA DE GANADO

Vacuno	295.000	cab.
Lanares	197.000	cab.
Yeguarizos	70.000	cab.
Caprino	560.000	cab.

FAENAMIENTO DE CARNE

Vacuno	300.000	cab.
Ovino	46.000	cab.
Caprino	105.000	cab.
Porcinos	64.000	cab.

LECHE

Producción de Mendoza	4.000.000	lts.
Leche fresca introducida	30.000.000	lts.
Leche industrializada introducida	30.000.000	lts.
Consumo total anual	64.000.000	lts.
Consumo per capita anual	54	lts.

3 - MINERIA

PRINCIPALES PRODUCCIONES

Mineral de Uranio	200.000	Tn.
Petróleo	6.200.000	m ³
Talco	30.000	Tn.
Bentonita	20.000	Tn.
Baritina	2.000	Tn.
Fluorita	3.000	Tn.
Cloruro de Sodio	40.000	Tn.
Caliza	700.000	Tn.
Arcilla	50.000	Tn.

4. INDUSTRIAS

a. VINO

Elaboración de vino	18.000.000	HI.
Stock anual - promedio	29.000.000	HI.
Bodegas	1.350	
Capacidad bodega	40.000.000	HI.

b. FRUTAS

Elaboración fruta natural, reducidas a envases equivalente a Un (1) kilogramo:

Durazno	70.000.000	env.
Damasco	2.300.000	env.
Pera	1.700.000	env.

Elaboración de dulces, mermeladas y pulpas reducidas a envases equivalente a Un (1) kilogramo:

Durazno	10.500.000	env.
Membrillo	13.000.000	env.
Damasco	3.000.000	env.
Ciruela	1.200.000	env.

Fruta desecada, en toneladas obtenidas:

Ciruela	9.600	Tn.
Durazno	2.100	Tn.
Pasas	500	Tn.

c. HORTALIZAS

Tomate:

Al Natural	56.000	Tn.
Extracto	8.000	Tn.
Triturado	8.000	Tn.
Jugo	2.000	Tn.
Otros	7.000	Tn.

d. ACEITUNAS

Aceite de oliva	6.500.000	Its.
Número de fábricas	30	
Elaboración aceituna mesa	22.000	Tn.
Número establecimientos	70	

c. SIDRA

Producción	200.000	HI.
Número establecimientos	9	
Jugo de manzana	2.500	Tn.

f. CEMENTO

Producción	380.000	Tn.
Número establecimiento	2	

g. CARBURO DE CALCIO - SILICIO - FERROALEACIONES

Producción	90.000	Tn.
Número de establecimientos	6	

h. VIDRIO		
Producción	40.000	Tn.
Número establecimientos	2	
i. PETROLEO		
Petróleo procesado	18.000	m ³ /día
Nafta	1.400.000	m ³ /año
Kerosene	200.000	m ³ /año
Gas oil.	1.900.000	m ³ /año
Fuel oil	1.600.000	m ³ /año
Diesel oil	370.000	m ³ /año
Coke	368.000	Tn./año

INFORMACION ADICIONAL

ENERGIA ELECTRICA

Potencia instalada	640.000	KVA.
Generación térmica	230.000	KVA.
Generación hidráulica	410.000	KVA.

CONSUMO DE ENERGIA

Gas natural	70.000.000	m ³ /año
Gas envasado	60.000.000	m ³ /año
Energía eléctrica	1.800.000	miles KWh

BANCOS

Número de bancos	32
Compañías Financieras	11
Cajas de crédito	3

DISTRIBUCION PORCENTUAL POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

Provincia	100
Agricultura	25,3
Petróleo	1,3
Industria manufacturera	11,9
Electricidad, gas, agua	1,0
Construcción	7,8
Comercio	14,3
Transporte	5,7
Finanzas y Seguro	2,2
Servicios	27,6
Actividad no especificada	2,9

POBLACION ESCOLAR

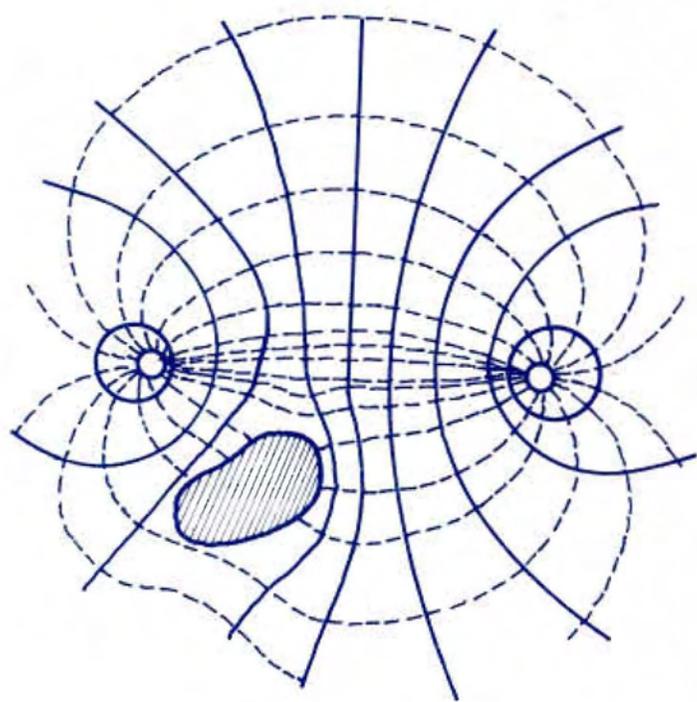
Número alumnos	250.000
Pre-primaria	18.000
Primario	165.000
Medio	50.000
Superior	17.000

NUMERO ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS

Total	1.478
Pre-primario	401
Primario	873
Medio	163
Superior	41

FUENTE: D.E.C. (Dirección de Estadística y Censo)

Artículos Técnicos



ANÁLISIS DINAMICO TRIDIMENSIONAL DE UN EDIFICIO DE UNA PLANTA

Ing. Francisco Sentinelli

1. Introducción

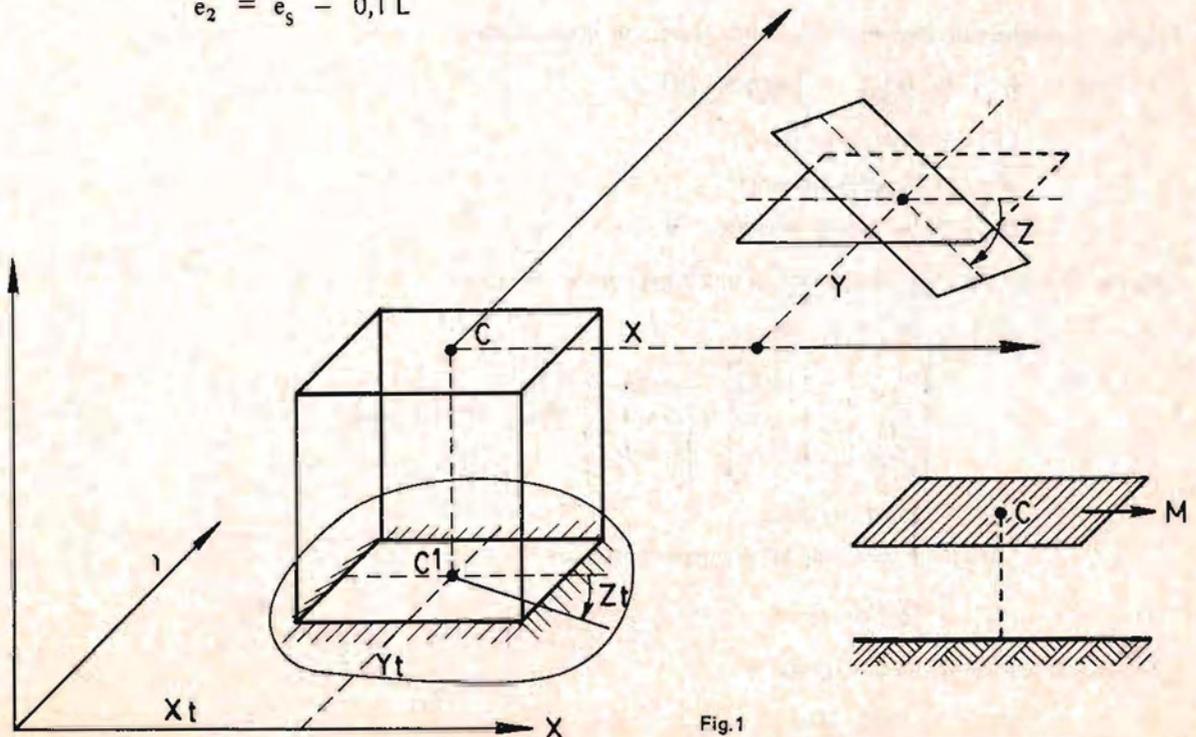
Si un edificio de una planta está sometido a un movimiento sísmico, se comporta como un sistema de tres grados de libertad. El análisis dinámico nos lleva al cálculo de tres esfuerzos actuando en el centro de masa: una fuerza en la dirección x, una en la dirección y, y un par en la dirección de rotación de la planta. En el presente trabajo en base a estos tres esfuerzos se han calculado las acciones en los elementos resistentes de la planta. El cálculo se ha realizado determinando la máxima respuesta en cada modo de vibración y aplicando un criterio de superposición modal.

Esta fuerza determinada para cada elemento, se ha comparado con la que se calcula en la práctica profesional mediante el análisis estático, y de acuerdo con los requerimientos establecidos en los códigos.

Como ordenada espectral para calcular la respuesta máxima en cada modo se ha empleado la que surge del proyecto de nuevas normas propuesto por C.I.R.S.O.C. Como expresión de excentricidad dinámica para el análisis estático se ha tomado: $e_d = 1,5 e_s \pm 0,1 n$. La que establece el código de construcciones antisísmicas de la Provincia de Mendoza. También se ha hecho un análisis estático alternativo, considerando la excentricidad dinámica definida por la Norma N.A.A. 80.

$$e_d = 1,5 e_s + 0,1 L$$

$$e_2 = e_s - 0,1 L$$



2. Desplazamientos

Se supone la masa uniformemente distribuida en la losa. Los tres grados de libertad son: el desplazamiento del centro de masa de la losa (punto C) en la dirección x, el desplazamiento del mismo punto en la dirección y, y la rotación de la losa de la planta.

X, Y, Z, son los desplazamientos relativos de la losa de la planta en relación con el terreno de la base.

X_t, Y_t, Z_t, son los desplazamientos del terreno de base y de la base debido al movimiento sísmico (punto C_t).

X_a, Y_a, Z_a, son los desplazamientos absolutos de la losa de la planta (punto C).

Llamaremos:

$$[D_{nr}] = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \text{vector de desplazamientos relativos}$$

$$[D_{na}] = \begin{bmatrix} X_a \\ Y_a \\ Z_a \end{bmatrix} = \text{vector de desplazamientos absolutos}$$

$$[D_{nt}] = \begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \\ Z_t \end{bmatrix} = \text{vector de desplazamientos del terreno}$$

Se observa que:

$$X_a = X_t + X$$

$$Y_a = Y_t + Y$$

$$Z_a = Z_t + Z$$

o sea:

$$[D_{na}] = [D_{nt}] + [D_{nr}] \quad (1)$$

3. Ecuación del Equilibrio Dinámico

Cuando se produce un movimiento sísmico se cumple la condición:

$$[F_I] + [F_R] + [F_A] = [0] \quad (2)$$

$$[F_I] = \text{Fuerzas de inercia}$$

$$[F_R] = \text{Fuerzas de resorte}$$

$$[F_A] = \text{Fuerzas de amortiguamiento}$$

Dejando de lado por ahora las fuerzas de amortiguamiento, tenemos:

$$[F_I] + [F_R] = [0]$$

$$[F_I] = \begin{bmatrix} F_{IX} \\ F_{IY} \\ F_{IZ} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M \ddot{X}_a \\ M \ddot{Y}_a \\ I_M \ddot{Z}_a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M & 0 & 0 \\ 0 & M & 0 \\ 0 & 0 & I_M \end{bmatrix} [\ddot{D}_{na}] = [M] [\ddot{D}_{na}] \quad (3)$$

$$[M] = \text{matriz de masa}$$

$$[\ddot{D}_{na}] = \text{vector de aceleraciones absolutas}$$

$$[F_I] = [M] [\ddot{D}_{na}] \quad (4)$$

La fuerza de resorte se puede expresar por:

$$[F_R] = [R_n] [D_{nr}] \quad (5)$$

Reemplazando en (3)

$$\begin{aligned} [M] [\ddot{D}_{na}] + [R_n] [D_{nr}] &= [0] \\ [M] [[\ddot{D}_{nt}] + [\ddot{D}_{nr}]] + [R_n] [D_{nr}] &= [0] \\ [M] [\ddot{D}_{nr}] + [R_n] [D_{nr}] &= - [M] [\ddot{D}_{nt}] \end{aligned} \quad (6)$$

4. Vibración Libre

Para la vibración libre $[\ddot{D}_{nt}] = [0]$ y $[D_{nr}] = [\Delta_{nr}] \text{ sen } \omega t$

$[\Delta_{nr}] =$ vector de las amplitudes de las oscilaciones

La ecuación (6) se transforma en:

$$\begin{aligned} [M] [\ddot{D}_{nr}] + [R_n] [D_{nr}] &= [0] \\ [\ddot{D}_{nr}] &= -\omega^2 [\Delta_{nr}] \text{ sen } \omega t \\ X &= \Delta_x \text{ sen } \omega t \\ Y &= \Delta_y \text{ sen } \omega t \\ Z &= \Delta_z \text{ sen } \omega t \end{aligned} \quad [\Delta_{nr}] = \begin{bmatrix} \Delta_x \\ \Delta_y \\ \Delta_z \end{bmatrix} \quad (7)$$

Reemplazando en (7)

$$\begin{aligned} -\omega^2 [M] [\Delta_{nr}] \text{ sen } \omega t &= [R_n] [\Delta_{nr}] \text{ sen } \omega t = [0] \\ [-\omega^2 [M] + [R_n]] [\Delta_{nr}] &= [0] \end{aligned} \quad (8)$$

Desarrollando la expresión (8) se llega a un sistema de ecuaciones homogéneas en las cuales debe cumplirse que el determinante de la matriz $-\omega^2 [M] + [R_n]$ debe ser cero

$$| -\omega^2 [M] + [R_n] | = 0 \quad (9)$$

Desarrollando este determinante llegamos a la ecuación de frecuencias que nos permite determinar las frecuencias naturales de cada modo.

5. Cálculo de las Fuerzas de Resorte

La relación entre las fuerzas de resorte y las deformaciones relativas se establece mediante la matriz de rigidez de nudo.

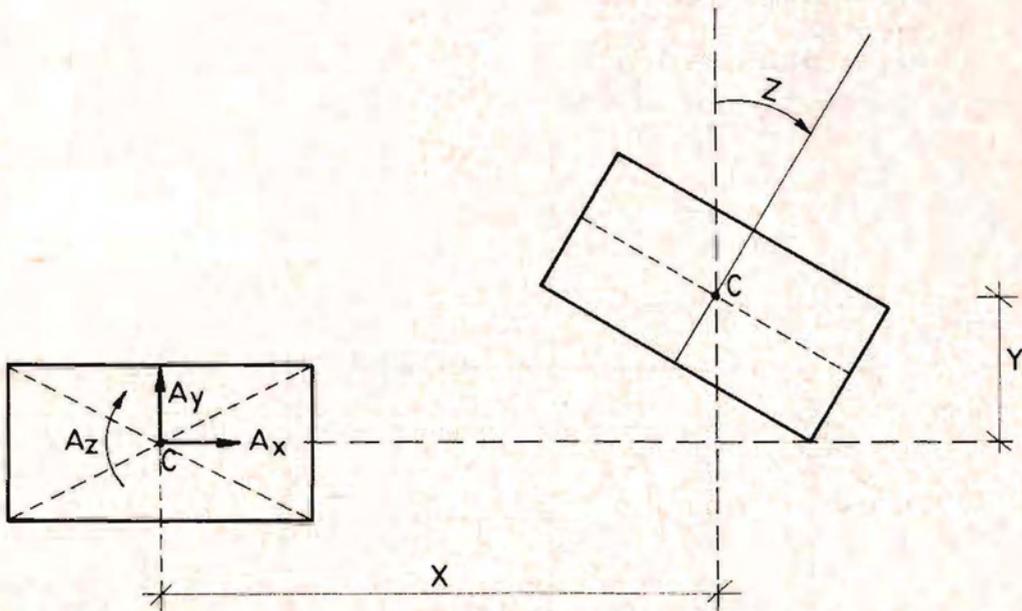


Fig.2

$$\begin{aligned} A_x &= R_{xx} X + R_{xy} Y + R_{xz} Z \\ A_y &= R_{yx} X + R_{yy} Y + R_{yz} Z \\ A_z &= R_{zx} X + R_{zy} Y + R_{zz} Z \end{aligned}$$

$$[F_R] = \begin{bmatrix} A_x \\ A_y \\ A_z \end{bmatrix} = [R_n] [Dnr]$$

Los coeficientes de la matriz de rigidez de nudo se obtienen haciendo sucesivamente $X=1; Y=1; Z=1$.

$X=1$

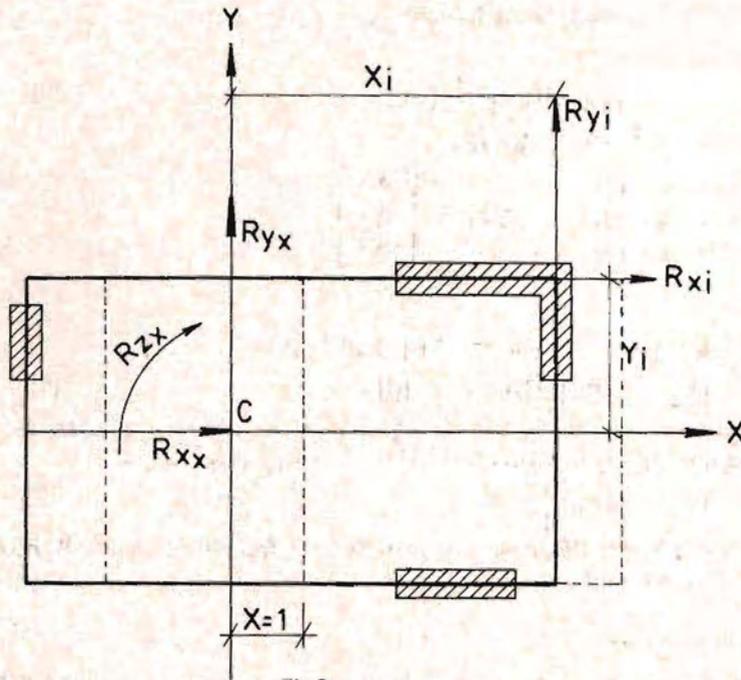


Fig.3

Cuando $X=1$ las acciones en la dirección X, Y y Z son: R_{xx}, R_{yx}, R_{zx} .

$$R_{xx} = \sum R_{xi} = R_x$$

$$R_{yx} = 0$$

$$R_{zx} = \sum R_{xi} y_i = S_x$$

Para $Y = 1$; $A_x = R_{xy}$; $A_y = R_{yy}$; $A_z = R_{zy}$

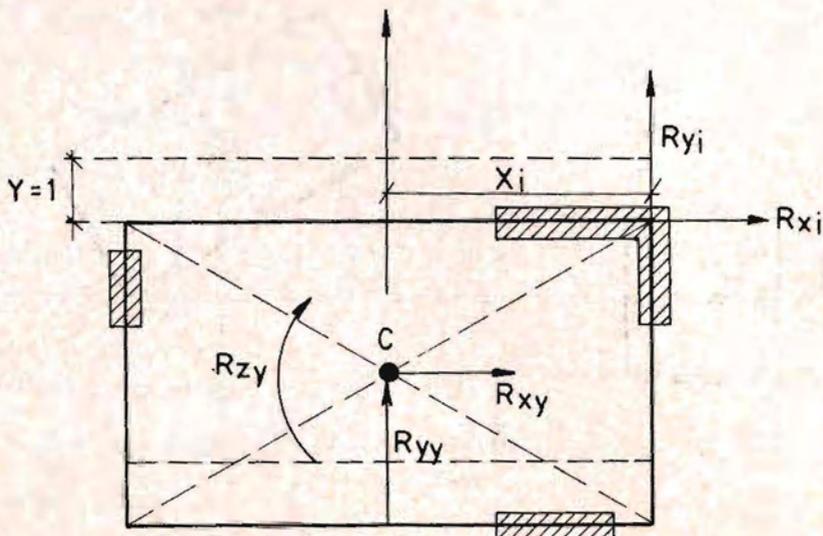
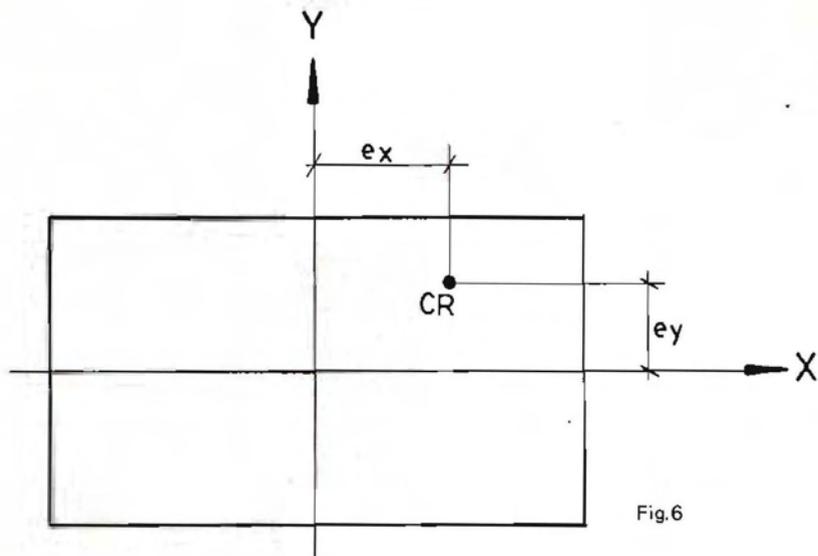


Fig.4



Siendo e_x y e_y las excentricidades del centro de rigidez

$$(1 - \lambda) (p - \lambda) \frac{I_M}{M} \left(\frac{R_z M}{R_x I_M} \lambda \right) - (p - \lambda) e_y^2 - (1 - \lambda) p^2 e_x^2 = 0$$

Llamando

$$K = \frac{R_z}{R_x} \cdot \frac{M}{I_M} \quad J_y = \frac{M e_y^2}{I_M} \quad J_x = \frac{M e_x^2}{I_M}$$

obtenemos

$$(1 - \lambda) (p - \lambda) (K - \lambda) - (p - \lambda) J_y - (1 - \lambda) p^2 J_x = 0$$

Haciendo:

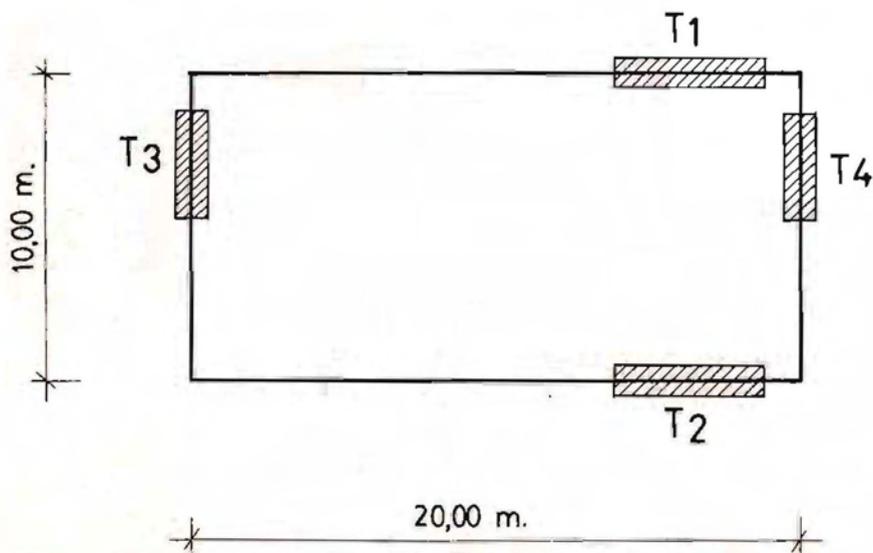
$$\begin{aligned} A &= 1 + p + K \\ B &= J_y + p^2 J_x - p - K - pK \\ C &= p(K - J_y - pJ_x) \end{aligned}$$

Se llega a:

$$-\lambda^3 + A\lambda^2 + B\lambda + C = 0$$

7. Ejemplo Numérico - Cálculo de Frecuencias

Supongamos un edificio que tiene 4 tabiques de hormigón armado en su perímetro destinado a absorber las fuerzas sísmicas. Figura 7.



$E = 2 \times 10^6 \text{ t/m}^2$
 $G = 0,4 E$
 Módulos de los tabiques

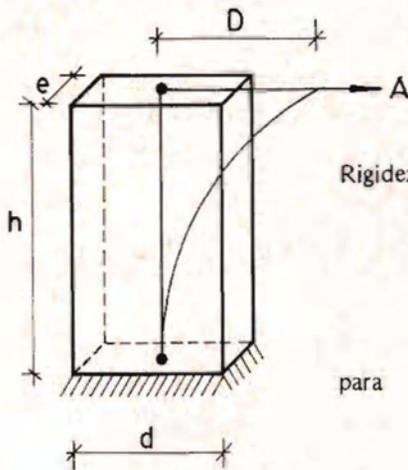


Fig.8

Rigidez de un tabique

$$D = \frac{A h^3}{3 E J} + \frac{1,2 A h}{G F} = \frac{A h^3}{3 E J} (1 + \lambda)$$

$$\lambda = \frac{3}{4} \left(\frac{d}{h} \right)^2$$

para

$$D = 1; \quad A = R = \frac{3 E J}{h^3 (1 + \lambda)} = \frac{3 \times 2 \times 10^6 \cdot e d^3}{12 h^3 (1 + \lambda)}$$

$$R = \frac{0,5 e \left(\frac{d}{h} \right)^3 \cdot 10^6}{(1 + \lambda)}$$

Si todos los tabiques tienen el mismo espesor $e = 0,20$

$$R \cong \frac{10^5}{(1 + \lambda)} \cdot \left(\frac{d}{h} \right)^3 \cdot (t/m)$$

Los datos y rigideces de los 4 tabiques se indican en la planilla siguiente:

Tabique	d (m)	h (m)	d/h	λ	$1 + \lambda$	R (t/m)
1	4	4	1	0,75	1,75	$0,57 \times 10^5$
2	3	4	0,75	0,42	1,42	$0,30 \times 10^5$
3	2	4	0,5	0,19	1,19	$0,11 \times 10^5$
4	5	4	1,25	1,17	2,17	$0,90 \times 10^5$

Los coeficientes para la matriz de rigidez de nudo son:

$$\begin{aligned}
 R_x &= 0,87 \times 10^5 \\
 R_y &= 1,01 \times 10^5 \\
 S_x &= 1,35 \times 10^5 \\
 S_y &= -7,9 \times 10^5 \\
 R_z &= 122,75 \times 10^5 \\
 e_y &= 1,55 \\
 e_x &= 7,82
 \end{aligned}$$

$$(R_n) = \begin{bmatrix} 0,87 & 0 & 1,35 \\ 0 & 1,01 & -7,9 \\ 1,35 & -7,9 & 122,75 \end{bmatrix} \times 10^5$$

Suponiendo el peso concentrado a nivel de losa igual $l(t/m^2)$

$$\begin{aligned}
 \text{Peso total} \quad P &= 200 \text{ t} \\
 \text{Masa} \quad M &= \frac{P}{g} = 20,39 \frac{\text{t seg}^2}{\text{m}}
 \end{aligned}$$

Llamando μ = masa por unidad de superficie

$$\mu = \frac{M}{200}$$

$$I_M = \mu \cdot \left[\frac{20 (10)^3}{12} + \frac{10 (20)^3}{12} \right] = \frac{M}{200} \times \frac{200}{12} [100 + 400] =$$

$$I_M = \frac{20,39 \times 500}{12} = 850$$

$$\begin{aligned} K &= 3,38 \\ p &= 1,16 \\ J_y &= 0,058 \\ J_x &= 1,47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 5,54 \\ B &= -6,42 \\ C &= 1,87 \end{aligned}$$

$$-\lambda^3 + 5,54 \lambda^2 - 6,42 \lambda + 1,87 = 0$$

Resolviendo la ecuación cúbica se llega a:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 0,4558 \\ \lambda_2 &= 1,0059 \\ \lambda_3 &= 4,0782 \end{aligned}$$

$$\lambda_1 = \frac{\omega_1^2 M}{R_x} ; \omega_1 = \sqrt{\frac{\lambda_1 R_x}{M}} = 44,30 ; T_1 = \frac{2 \pi}{\omega_1} = 0,14$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{\lambda_2 R_x}{M}} = 65,54 ; T_2 = 0,096$$

$$\omega_3 = \sqrt{\frac{\lambda_3 R_x}{M}} = 131,96 ; T_3 = 0,048$$

8. Vectores Modales y Matriz Modal

Reemplazando ω_1 en la ecuación (8)

$$\begin{aligned} &[-\omega_1^2 [M] + [R_n]] [\Delta_{nr}] = [0] \\ &-\omega_1^2 \begin{bmatrix} M & 0 & 0 \\ 0 & M & 0 \\ 0 & 0 & I_M \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_x & 0 & S_x \\ 0 & R_y & S_y \\ S_x & S_y & R_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta y_1 \\ \Delta z_1 \end{bmatrix} = [0] \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} (R_x - \omega_1^2 M) & 0 & S_x \\ 0 & (R_y - \omega_1^2 M) & S_y \\ S_x & S_y & (R_z - \omega_1^2 I_M) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta y_1 \\ \Delta z_1 \end{bmatrix} = [0]$$

Dividiendo por R_x
obtenemos:

$$\begin{bmatrix} (1 - \lambda_1) & 0 & e_y \\ 0 & (p - \lambda_1) & -p e_x \\ e_y & -p e_x & \frac{I_M}{M} (K - \lambda_1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta y_1 \\ \Delta z_1 \end{bmatrix} = [0]$$

$$\begin{bmatrix} (1 - \lambda_1) & 0 & e_y \\ 0 & (p - \lambda_1) & -p e_x \\ e_y & -p e_x & \frac{I_M}{M} (K - \lambda_1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \Delta y_1 / \Delta x_1 \\ \Delta z_1 / \Delta x_1 \end{bmatrix} \Delta x_1 = [0]$$

Si llamamos:

$$[\Phi_1] = \begin{bmatrix} 1 \\ \Phi_{21} \\ \Phi_{31} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ \Delta y_1 / \Delta x_1 \\ \Delta z_1 / \Delta x_1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} (1 - \lambda_1) & 0 & \\ 0 & (p - \lambda_1) & -p e_x \\ e_y & -p e_x & \frac{IM}{M} (K - \lambda_1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \phi_{21} \\ \phi_{31} \end{bmatrix} = 0$$

Desarrollando el producto matricial:

$$(1 - \lambda_1) 1 + e_y \cdot \phi_{31} = 0 \rightarrow \phi_{31} = \frac{(\lambda_1 - 1)}{e_y}$$

$$(p - \lambda_1) \phi_{21} - p e_x \phi_{31} = 0 \rightarrow \phi_{21} = \frac{p e_x}{(p - \lambda_1)} \cdot \frac{(\lambda_1 - 1)}{e_y}$$

$$(\phi_1) = \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{p e_x}{(p - \lambda_1)} \frac{(\lambda_1 - 1)}{e_y} \\ \frac{(\lambda_1 - 1)}{e_y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ -4,5214 \\ -0,351 \end{bmatrix}$$

Para $\lambda_2 = 1,0059$ se calcula

$$(\phi_2) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0,2237 \\ 0,0038 \end{bmatrix}$$

y para $\lambda_3 = 4,0782$

$$(\phi_3) = \begin{bmatrix} 1 \\ -6,1732 \\ 1,9859 \end{bmatrix}$$

La matriz modal $[\phi] = [(\phi_1); (\phi_2); (\phi_3)]$ es

$$(\phi) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -4,5214 & 0,2237 & -6,1732 \\ -0,351 & 0,0038 & 1,9859 \end{bmatrix}$$

9. Ortogonalidad de los Modos

Según la forma de obtener $[\phi_1]; [\phi_2]; [\phi_3]$

$[\phi_1]$ debe satisfacer la ecuación (8)

$$\begin{aligned} [-\omega_1^2 [M] + [Rn]] [\phi_1] &= [0] \\ \omega_1^2 [M] [\phi_1] &= [Rn] [\phi_1] \end{aligned} \quad (10)$$

También debe cumplirse

$$\omega_2^2 [M] [\phi_2] = [Rn] [\phi_2] \quad (11)$$

Transponiendo los productos matriciales de la (10)

$$\omega_1^2 [\phi_1]^T [M]^T = [\phi_1]^T [Rn]^T$$

pero

$$[M]^T = [M] \text{ y } [Rn]^T = [Rn]$$

Multiplicando por $[\phi_2]$

$$\omega_1^2 [\phi_1]^T [M] [\phi_2] = [\phi_1]^T [Rn] [\phi_2] \quad (12)$$

Premultiplicando ambos miembros de la (11) por $[\phi_1]^T$

$$\omega_2^2 [\phi_1]^T [M] [\phi_2] = [\phi_1]^T [Rn] [\phi_2] \quad (13)$$

Restando [(13) - (12)]

$$(\omega_2^2 - \omega_1^2) [\Phi_1]^T [M] [\Phi_2] = 0$$

y como

$$\omega_1 \neq \omega_2$$

Debe ser

$$[\Phi_1]^T [M] [\Phi_2] = [0]$$

De la expresión (12) se deduce

$$[\Phi_1]^T [Rn] [\Phi_2] = [0]$$

y en general para un modo i y para otro j se cumple

$$[\Phi_i]^T [M] [\Phi_j] = [0] \quad (14)$$

$$[\Phi_j]^T [Rn] [\Phi_i] = [0] \quad (15)$$

10. Vibración Forzada debido al Movimiento Sísmico

La ecuación de la vibración forzada sin amortiguamiento es la (6)

$$[M] [\ddot{Dnr}] + [Rn] [Dnr] = - [M] [\ddot{Dnt}]$$

A cada modo le asociamos una coordenada generalizada

$$\text{Modo (1)} \rightarrow Y_1$$

$$\text{Modo (2)} \rightarrow Y_2$$

$$\text{Modo (3)} \rightarrow Y_3$$

Llamamos [Y] al vector de coordenadas generalizadas

$$[Y] = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix}$$

La respuesta de cada modo se expresa:

$$[Dnr]^{(1)} = [\Phi_1] Y_1$$

$$[Dnr]^{(2)} = [\Phi_2] Y_2$$

$$[Dnr]^{(3)} = [\Phi_3] Y_3$$

(16)

La respuesta total

$$[Dnr] = [\Phi_1] Y_1 + [\Phi_2] Y_2 + [\Phi_3] Y_3$$

$$[Dnr] = [\Phi] [Y]$$

Reemplazando en la ecuación (6)

$$[M] [\Phi] [\ddot{Y}] + [Rn] [\Phi] [Y] = - [M] [\ddot{Dnt}]$$

Premultiplicando ambos miembros por $[\Phi]^T$ obtenemos

$$[\Phi]^T [M] [\Phi] [\ddot{Y}] + [\Phi]^T [Rn] [\Phi] [Y] = - [\Phi]^T [M] [\ddot{Dnt}] \quad (17)$$

Desarrollando los productos matriciales del primer miembro y aplicando las propiedades de ortogonalidad

$$[\Phi] = \begin{bmatrix} [\Phi_1]; [\Phi_2]; [\Phi_3] \end{bmatrix}$$

$$[\Phi]^T [M] = \begin{bmatrix} [\Phi_1]^T [M] \\ [\Phi_2]^T [M] \\ [\Phi_3]^T [M] \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} [\Phi_1]^T [M] [\Phi_1] & 0 & 0 \\ 0 & [\Phi_2]^T [M] [\Phi_2] & 0 \\ 0 & 0 & [\Phi_3]^T [M] [\Phi_3] \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} \bar{M}_1 & 0 & 0 \\ 0 & \bar{M}_2 & 0 \\ 0 & 0 & \bar{M}_3 \end{bmatrix}$$

$$\bar{M}_1 = [\phi_1]^T [M] [\phi_1] = \text{masa generalizada del modo (1)}$$

$$\bar{M}_2 = [\phi_2]^T [M] [\phi_2] = \text{masa generalizada del modo (2)}$$

$$\bar{M}_3 = [\phi_3]^T [M] [\phi_3] = \text{masa generalizada del modo (3)}$$

Llamaremos a

$$[\bar{M}] = \begin{bmatrix} \bar{M}_1 & 0 & 0 \\ 0 & \bar{M}_2 & 0 \\ 0 & 0 & \bar{M}_3 \end{bmatrix} = \text{matriz de masa generalizada}$$

O sea

$$[\phi]^T [M] [\phi] = [\bar{M}]$$

De igual manera

$$[\phi]^T [R_n] [\phi] = \begin{bmatrix} [\phi_1]^T [R_n] [\phi_1] & 0 & 0 \\ 0 & [\phi_2]^T [R_n] [\phi_2] & 0 \\ 0 & 0 & [\phi_3]^T [R_n] [\phi_3] \end{bmatrix}$$

$$[\phi]^T [R_n] [\phi] = \begin{bmatrix} \bar{R}_1 & 0 & 0 \\ 0 & \bar{R}_2 & 0 \\ 0 & 0 & \bar{R}_3 \end{bmatrix} = [\bar{R}]$$

$[\bar{R}] =$ Matriz de rigideces generalizadas

La influencia del movimiento del terreno está expresada en el segundo miembro de la (17)

$$[\ddot{D}_{nt}] = \begin{bmatrix} \ddot{X}_t \\ \ddot{Y}_t \\ \ddot{Z}_t \end{bmatrix}$$

$\ddot{X}_t =$ aceleración del terreno en la dirección x

$\ddot{Y}_t =$ aceleración del terreno en la dirección y

$\ddot{Z}_t =$ aceleración angular del terreno

Se supone $\ddot{Z}_t = 0$

Para sismo en la dirección x $\ddot{X}_t \neq 0$ $\ddot{Y}_t = 0$

$$[\ddot{D}_{nt}] = \begin{bmatrix} \ddot{X}_t \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \ddot{X}_t = [I_x] \ddot{X}_t$$

$$[I_x] = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Para sismo en la dirección y $\ddot{Y}_t \neq 0$ $\ddot{X}_t = 0$

$$[\ddot{D}_{nt}] = \begin{bmatrix} 0 \\ \ddot{Y}_t \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \ddot{Y}_t = [I_y] \ddot{Y}_t$$

En general podemos expresar

$$[\ddot{D}_{nt}] = [I] a_t$$

$a_t =$ aceleración del terreno

Para sismo x $[I] = [I_x]$

Para sismo y $[I] = [I_y]$

Desarrollando el segundo miembro de la ecuación (17)

$$[\Phi]^T [M] [\ddot{D}_{nt}] = \begin{bmatrix} [\Phi_1]^T [M] [I] \\ [\Phi_2]^T [M] [I] \\ [\Phi_3]^T [M] [I] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \\ L_3 \end{bmatrix}$$

Reemplazando en la ecuación (17) tenemos:

$$\begin{bmatrix} \bar{M}_1 & \ddot{Y}_1 \\ \bar{M}_2 & \ddot{Y}_2 \\ \bar{M}_3 & \ddot{Y}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \bar{R}_1 & Y_1 \\ \bar{R}_2 & Y_2 \\ \bar{R}_3 & Y_3 \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \\ L_3 \end{bmatrix} \quad \text{at}$$

Desarrollando

$$\begin{aligned} \bar{M}_1 \ddot{Y}_1 + \bar{R}_1 Y_1 &= -L_1 \text{ at} \\ \bar{M}_2 \ddot{Y}_2 + \bar{R}_2 Y_2 &= -L_2 \text{ at} \\ \bar{M}_3 \ddot{Y}_3 + \bar{R}_3 Y_3 &= -L_3 \text{ at} \end{aligned} \quad (18)$$

Si se tiene un sistema con un grado libertad de masa m y rigidez R y sometido a una aceleración del terreno at .

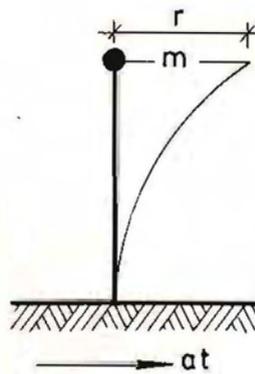


Fig.9

La ecuación del movimiento sin amortiguamiento es

$$m \ddot{y} + Ry = -m \cdot at \quad (19)$$

Tomando una cualquiera de las (18)

$$\bar{M}_1 \ddot{Y}_1 + \bar{R}_1 \cdot Y_1 = -L_1 \cdot at$$

y multiplicando y dividiendo el segundo miembro por \bar{M}_1

$$\bar{M}_1 \ddot{Y}_1 + \bar{R}_1 \cdot Y_1 = -\frac{L_1}{\bar{M}_1} \cdot M_1 at = -M_1 \gamma_1 at$$

$$\gamma_1 = \frac{L_1}{\bar{M}_1} = \text{coeficiente de participación}$$

Las expresiones (18) son tres ecuaciones independientes, cada una de ellas representa la ecuación del movimiento de un sistema de un grado de libertad sin amortiguamiento, de frecuencia ω_1 sometido a un movimiento sísmico de aceleración del terreno igual a $\gamma_1 \cdot at$.

11. Coeficientes de Participación de cada modo para sismo x

$$\gamma_1 = \frac{L_1}{M_1} = \frac{(\phi_1)^T [M] [I_x]}{[\phi_1]^T [M] [\phi_1]} = \frac{M}{M + M(\phi_{21})^2 + I_M(\phi_{31})^2} =$$

$$\frac{1}{1 + (\phi_{21})^2 + \frac{I_M}{M}(\phi_{31})^2} = 0,038$$

$$\gamma_2 = \frac{1}{1 + (\phi_{22})^2 + \frac{I_M}{M}(\phi_{32})^2} = 0,952$$

$$\gamma_3 = \frac{1}{1 + (\phi_{23})^2 + \frac{I_M}{M}(\phi_{33})^2} = 0,005$$

Debe cumplirse $\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = 0,995 \cong 1$

12. Respuestas Máximas de un Sistema con un Grado de Libertad

La expresión (19) es la ecuación que nos da el movimiento de un sistema con un grado de libertad sin amortiguamiento. Sin embargo, las estructuras de la práctica tienen amortiguamiento cuyo porcentaje se suele tomar en el 5%. En el sistema de un grado de libertad (al cual reduce el sistema de varios grados de libertad) debe incorporarse el término del amortiguamiento.

La ecuación con amortiguamiento es:

$$m \ddot{y} + R \dot{y} + C y = m \cdot at$$

donde C es la constante de amortiguamiento.

Dividiendo por m

$$\ddot{y} + \frac{R}{m} \dot{y} + \frac{C}{m} y = - at$$

$$\frac{R}{m} = \omega_2 \quad \frac{C}{m} = 2 \epsilon \omega$$

$\epsilon =$ % de amortiguamiento

$$\ddot{y} + \omega_2 \cdot \dot{y} + 2 \epsilon \omega \dot{y} = - at \quad (20)$$

La aceleración del terreno at se obtiene por medio de un acelerograma del movimiento sísmico.

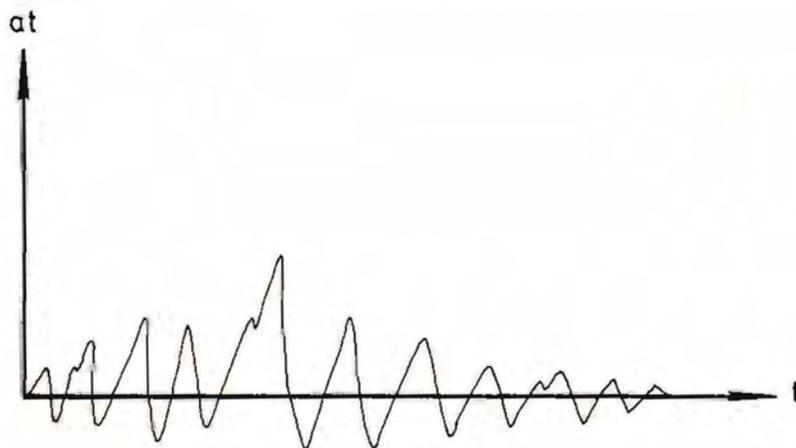


Fig.10

La solución de la ecuación (20) para bajo porcentaje de amortiguamiento es:

$$y(t) = \frac{1}{\omega} \int_0^t a(\zeta) e^{-\epsilon\omega(t-\zeta)} \cdot \text{sen } \omega(t-\zeta) d\zeta = \frac{V(t)}{\omega}$$

V = pseudovelocidad relativa

Si para distintos períodos se traza el diagrama de pseudovelocidad en función del tiempo Figura 11.

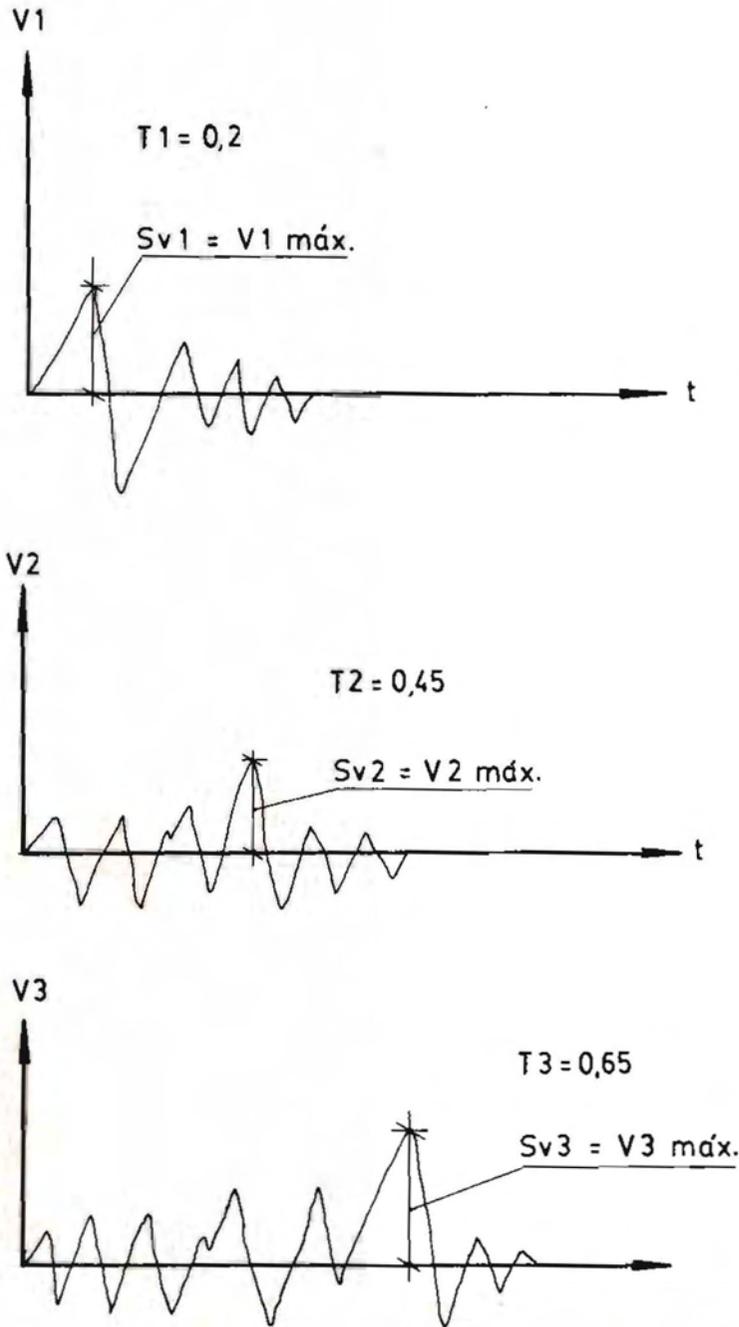


Fig. 11

Se puede trazar otro diagrama Fig. 12 en el cual en abscisas se representan los períodos y en ordenadas las respuestas máximas de pseudovelocidad que se llama espectro de pseudovelocidades.

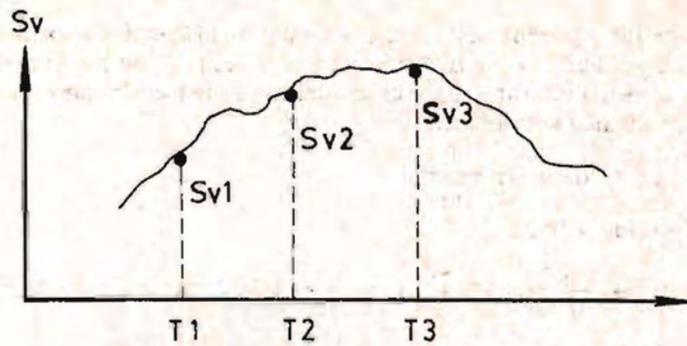


Fig. 12

Igualmente se puede trazar un espectro de desplazamientos y uno de aceleraciones. Las ordenadas de los distintos espectros se relacionan de la siguiente manera:

$$S_d = \frac{S_v}{\omega} \quad (21)$$

$$S_v = \frac{S_a}{\omega} \quad (22)$$

$$S_d = \frac{S_a}{\omega^2} \quad (23)$$

S_d = ordenada del espectro de desplazamientos

S_a = ordenada del espectro de aceleraciones

En base a la serie de movimientos sísmicos registrados en una zona, se puede definir un espectro medio que suele ser adoptado por un código como espectro de diseño.

Como ejemplo indicamos el espectro de aceleraciones por el proyecto de Normas C.I.R.S.O.C., para nuestra región y para terreno tipo II (suelo de tensión admisible $\cong 1 \text{ Kg/cm}^2$).

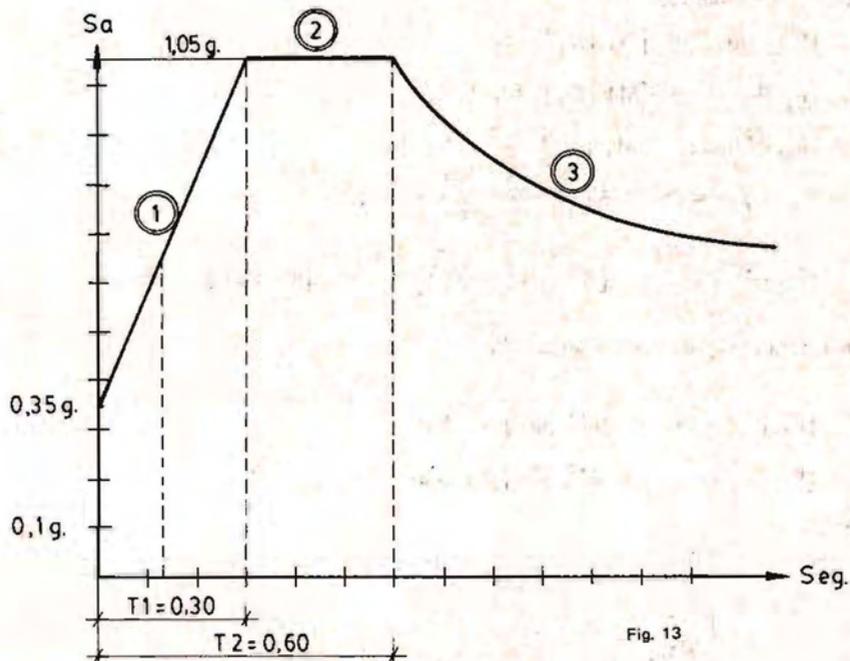


Fig. 13

- ① $S_a = 0,35 \text{ g} + 2,33 \text{ g T}$ para $T < 0,30$
- ② $S_a = 1,05 \text{ g}$ para $0,30 < T < 0,60$ $T = [\text{seg.}]$
- ③ $S_a = \frac{0,746 \text{ g}}{\sqrt[3]{T^2}}$ para $T > 0,60$

Como los periodos de los 3 modos son inferiores a 0,30 emplearemos la expresión (1) para calcular la aceleración máxima. Considerando que la estructura pueda llegar a fase plástica en determinados puntos y disipar energía, esta aceleración se afecta por un coeficiente de reducción que es función de la ductilidad de la estructura y del período que se considera.

$$R = 1 + (\mu - 1) \frac{T}{T_1}$$

Tomando como ductilidad $\mu = 3,5$

$$R = 1 + \frac{2,5}{0,30} \cdot T = 1 + 8,33 T$$

Si llamamos $S'a$ a la máxima respuesta reducida de aceleraciones

$$S'a = \frac{S_a}{R} = g \frac{(0,35 + 2,33 T)}{(1 + 8,33 \cdot T)}$$

Se tomará por lo tanto como máxima aceleración para calcular las fuerzas sísmicas $S'a$.

13. Respuestas Máximas de Aceleración en cada Modo

Modo (1)	$T_1 = 0,14$	$S'a_1 = 0,312 \cdot g$
Modo (2)	$T_2 = 0,096$	$S'a_2 = 0,319 \cdot g$
Modo (3)	$T_3 = 0,048$	$S'a_3 = 0,330 \cdot g$

14. Fuerzas Máximas de Resorte en cada Modo

Según (5) y (16) las fuerzas de resorte en el modo (1) son:

$$[F_R]^{(1)} = [R_n] [D_{nr}]^{(1)} = [R_n] [\Phi_1] \gamma_1$$

Para la ecuación (10) tenemos:

$$[R_n] [\Phi_1] = [M] [\Phi_1] \omega_1^2$$

$$[F_R]^{(1)} = [M] [\Phi_1] \omega_1^2 \cdot \gamma_1$$

$$[F_R]^{(1) \text{ máx.}} = [M] [\Phi_1] \omega_1^2 \cdot \gamma_1 \text{ máx.}$$

$$\gamma_1 \text{ máx.} = \gamma_1 \cdot S_d = \frac{\gamma_1 S'a_1}{\omega_1^2}$$

$$[F_R]^{(1) \text{ máx.}} = [M] [\Phi_1] \omega_1^2 \frac{\gamma_1 S'a_1}{\omega_1^2} = [M] [\Phi_1] \gamma_1 S'a_1$$

De igual forma para el segundo y tercer modo

$$[F_R]^{(2) \text{ máx.}} = [M] [\Phi_2] \gamma_2 S'a_2$$

$$[F_R]^{(3) \text{ máx.}} = [M] [\Phi_3] \gamma_3 S'a_3$$

Para el modo (1)

$$[\Phi]_2 = \begin{bmatrix} \Phi_{11} \\ \Phi_{21} \\ \Phi_{31} \end{bmatrix}$$

$$[M] = \begin{bmatrix} M & 0 & 0 \\ 0 & M & 0 \\ 0 & 0 & I_M \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} M \Phi_{11} \\ M \Phi_{21} \\ I_M \Phi_{31} \end{bmatrix} \quad Mg = P$$

$$[F_R]^{(1)} \text{ máx.} = M \begin{bmatrix} \phi_{11} \\ \phi_{21} \\ \frac{IM}{M} \cdot \phi_{31} \end{bmatrix} \gamma_1 \cdot 0,312 g = \gamma_1 P \begin{bmatrix} 1 \\ -4,52 \\ 41,69 (-0,35) \end{bmatrix} \times 0,312 =$$

$$= 200 \begin{bmatrix} -0,012 \\ -0,053 \\ -0,173 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2,4 \\ -10,6 \\ -34,6 \end{bmatrix}$$

2º Modo:

$$[F_R]^{(2)} = 200 \times 0,319 \times \begin{bmatrix} 1 \\ 0,22 \\ 41,69 (0,0038) \end{bmatrix} \times 0,952 = \begin{bmatrix} 60,74 \\ 13,36 \\ 9,62 \end{bmatrix}$$

3º Modo:

$$[F_R]^{(3)} = 200 \times 0,33 \times 0,005 \begin{bmatrix} 1 \\ -6,17 \\ 41,69 (1,99) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,33 \\ -2,04 \\ 27,38 \end{bmatrix}$$

Resumen:

F_R	Modo 1	Modo 2	Modo 3
Ax	2,4	60,74	0,33
Ay	-10,6	13,36	-2,04
Az	-34,6	9,62	27,38

15. Acciones en los Elementos de Rigidez

Distribuyendo las tres acciones para los tres modos entre los cuatro elementos de rigidez de la planta, se llega a los siguientes resultados:

Elemento	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Máx. Probab.
1	- 2,55	40,47	0,59	40,55
2	4,90	20,27	- 0,26	20,86
3	- 5,23	2,12	- 0,15	5,65
4	- 5,36	11,24	- 2,20	12,65

El valor probable se calcula con la expresión

$$Ae = \sqrt{(Ae)_{(1)}^2 + (Ae)_{(2)}^2 + (Ae)_{(3)}^2}$$

16. Análisis Estático - Sismo x

$$\omega_x^2 = \frac{R_x}{M} \quad \omega_x = \sqrt{\frac{0,87 \times 10^5}{20,39}} = 65,32$$

$$T_x = \frac{6,28}{65,32} = 0,096 \rightarrow S'a = 0,32 g$$

$$A_x = M \cdot S'a = P \times 0,32 = 64 t$$

$$A_y = 0$$

$$e_{yd} = 1,5 \times e_{ys} \pm 0,11 = 1,5 \times 1,55 \pm 1$$

$$e_{y1} = 3,33$$

$$e_{y2} = 1,33$$

Las acciones en los distintos elementos deben calcularse considerando las dos excentricidades, es decir tomando los dos valores de A_z .

$$A_{z1} = -64 \times 3,33 = -213,12$$

$$A_{z2} = -64 \times 1,33 = -85,12$$

Las acciones en los elementos se resumen en la planilla siguiente:

Elemento	$A_e^{(1)}$	$A_e^{(2)}$	A_e Máxim.
1	34,78	39,07	39,07
2	29,22	24,92	29,22
3	-7,11	-2,84	-7,11
4	7,11	2,84	7,11

A continuación se indican los resultados comparativos del análisis dinámico con el estático, cuando se toma sismo en la dirección x .

Elemento	Máx. Dinámico	Máx. Estát.
1	40,55	39,07
2	20,86	29,22
3	5,65	-7,11
4	12,65	7,11

También agregamos el cuadro comparativo para sismo en la dirección y

Elemento	Máx. Dinámico	Máx. Estát.
1	15,02	29,47
2	22,45	-29,47
3	23,45	36,29
4	27,65	36,15

En el siguiente cuadro se sintetizan los máximos que corresponden para cada elemento en el análisis estático con la excentricidad

$$e_d = 1,5 e_s \pm 0,1 L$$

Elemento	Anál. Estát. (I) $e_d = 1,5 e_s \pm 0,1 L$
1	39,07
2	29,47
3	36,29
4	36,15

Por último se han calculado los esfuerzos de cada elemento en un análisis estático, empleando la excentricidad establecida por la Norma N.A.A. 80.

$$e_1 = 1,5 e_s + 0,1 L$$

$$e_2 = e_s - 0,1 L$$

Considerando el sismo en ambas direcciones, se indican los máximos esfuerzos para el dimensionamiento en el cuadro siguiente:

	Anál. Estát. (II)
Elemento	$1,5 e_s + 0,1 L$ $e_s - 0,1 L$
1	43,10
2	29,16
3	36,29
4	44,60

A continuación se indica el cuadro comparativo de todos los resultados:

Elemento	An.Dinámico	An.Estático(I)	An.Estát.(II)
1	40,55	39,07	43,10
2	22,45	29,47	29,16
3	23,45	36,29	36,29
4	27,65	36,15	44,60

Conclusiones

Con el análisis estático, empleando la excentricidad de nuestro código ($e_d = 1,5 e_s + 0,1 L$), se alcanza a cubrir en forma ajustada en algunos elementos los máximos que se obtienen con el análisis dinámico.

Con el análisis estático empleando la Norma N.A.A. 80, se superan todos los valores obtenidos con el análisis dinámico, observándose que dicha norma es bastante conservadora, para el caso particular que hemos considerado.

BIBLIOGRAFIA

- "DYNAMICS OF STRUCTURES" - Ray W. Clough, Joseph Penzien.
- "FUNDAMENTOS DE INGENIERIA SISMICA" - Newmark N.M, y Rosenblueth E.
- "INTRODUCTION TO STRUCTURAL DYNAMICS" - Biggs John M.
- PROYECTO DEL REGLAMENTO CIRSUC 103.
- CODIGO DE CONSTRUCCIONES ANTISISMICAS DE LA PROVINCIA DE MENDOZA.
- NORMAS ANTISISMICAS ARGENTINAS N.A.A. 80.

INSTITUTO SUPERIOR DE EXPLORACION PETROLERA – I.S.E.P.

La formación de Postgrado es imprescindible para contar con profesionales altamente capacitados, que puedan emplear la tecnología más avanzada, en beneficio del desarrollo del País.

En este sentido en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo, se ha concretado, por un convenio con Yacimientos Petrolíferos Fiscales, el INSTITUTO SUPERIOR DE EXPLORACION PETROLERA, destinado a integrar a Geólogos e Ingenieros para formar especialistas en Geofísica, preparados en modernas técnicas de la búsqueda de Petróleo.

Para aumentar las reservas, es preciso avanzar en el conocimiento de las innovaciones de las técnicas, que renuevan los métodos y los instrumentos destinados al descubrimiento de nuevos yacimientos de petróleo y gas.

Los planes de estudio del I.S.E.P. han sido preparados introduciendo un concepto que refleja la preocupación de integrar las dos grandes disciplinas de la búsqueda del petróleo: la Geofísica y la Geología.

El curso tiene UN (1) año de duración, se ha dividido en bimestres y en cada uno de ellos se cursan DOS (2) materias en forma intensiva.

Los postulantes deberán ser preferentemente profesionales egresados de las carreras de Ingeniería Geodesta, Geofísica, Electrónica, Electromecánica, Comunicaciones, Mecánica y otras afines y Licenciados en Geofísica, Matemática, Física y Geología.

Luego de un primer ciclo básico, que comienza el 1 de abril, los alumnos seguirán una de las CINCO (5) especialidades siguientes:

- 1º.- OPERACIONES: Se relaciona con la toma de datos sísmicos en las distintas cuencas sedimentarias.
- 2º.- PROCESAMIENTO: Dichos datos se someten a estudio por computadora.
- 3º.- INTERPRETACION: En base a los resultados de computación el profesional decide el lugar donde se perforará el pozo exploratorio.
- 4º.- ESTUDIOS ESPECIALES: Tiene por objeto preparar grupos de estudio e investigación.
- 5º.- EQUIPOS ELECTRONICOS: Se destina a Ingenieros Electrónicos, con el fin de que se ocupen del mantenimiento de los equipos.

Cada una de estas especialidades tiene materias adecuadas a los fines que se persiguen. Paralelamente a las mismas se dicta un curso de conversación en Inglés.

El curso se integra con profesionales contratados por Yacimientos Petrolíferos Fiscales y con otros que puedan provenir de la Industria privada o de otras Universidades.

A los contratados por Yacimientos Petrolíferos Fiscales se les brinda: remuneración, obra social, libros, apuntes, gratuitamente.

Yacimientos Petrolíferos Fiscales ha elegido la provincia de MENDOZA y especialmente la Universidad Nacional de Cuyo para instalar el I.S.E.P., por la jerarquía académica ofrecida por la Facultad de Ingeniería y por la facilidad que brinda la región para realizar prácticas geológicas y geofísicas.

Los resultados obtenidos con la primer promoción, son altamente satisfactorios y se espera proseguir la marcha con éxito creciente.

UNIDAD MEDIDORA, CONTROLADORA Y REGISTRADORA

Ing. Mario Distéfano
Ing. Adolfo Florentino González

INTRODUCCION

El problema de la medición, el control y la registración de variables físicas en una instalación industrial, como temperaturas, caudales, presiones, etc., no siempre pueden resolverse de un modo integral y a un costo reducido, prescindiendo lógicamente de un elaborado equipamiento de origen extranjero.

El desarrollo de equipos integrales y modulares que realizan tales tareas con propósito general, resulta muy atractivo para nuestra mediana industria, desde el punto de vista de la standarización y de su reducido costo. Si además resulta un equipo liviano y fácilmente transportable para operar "in situ", aumenta considerablemente su capacidad de utilización en diferentes lugares.

Se describe en este trabajo un equipo electrónico digital, con funciones de medición, control y registración de señales analógicas y/o digitales provenientes de distintos transductores.

La utilización de circuitos integrados LSI de tecnología N-MOS y C-MOS han permitido una disminución importante en el volumen y costo de los sistemas digitales, aumentando, por otro lado, la confiabilidad de los mismos.

El equipo desarrollado constituye una unidad inteligente basada en el microprocesador de 8 bit MC6802 y sus correspondientes memorias e interfases de entrada/salida. Tiene capacidad básica para manejar 8 canales analógicos de entrada fácilmente expandible sin modificación importante del costo.

CARACTERISTICAS FUNCIONALES

Esta unidad realiza la lectura de señales por cada canal seleccionado, a través de una interfase que condiciona las señales de los transductores al rango de trabajo del conversor Analógico/Digital (A/D). El resultado de la conversión ingresa al microprocesador y además es mostrado en un panel de 3 1/2 dígitos. Estos valores así capturados se comparan con parámetros de control que no deben ser superados; en caso de que así ocurriera, se obtiene una señal para alarma visual y acústica, como así también una señal para comando a través de una salida de potencia. Los mismos valores capturados son registrados mediante un dispositivo impresor numérico.

Un esquema de las funciones que realiza el equipo se muestra en la Fig. Nº 1.

Un esquema funcional de los bloques que constituyen el equipo se muestra en la Fig. Nº 2. Fundamentalmente consta de 5 chips LSI.

En una memoria programable EPROM de 2K x 8 reside el software que atiende todos los requerimientos del funcionamiento.

Las características fundamentales del equipo se detallan a continuación:

Número de canales (NC): De 1 a 8 canales de medición seleccionables mediante una llave Decimal Codificado en Binario (BCD) exterior, dígito menos significativo (LSB).

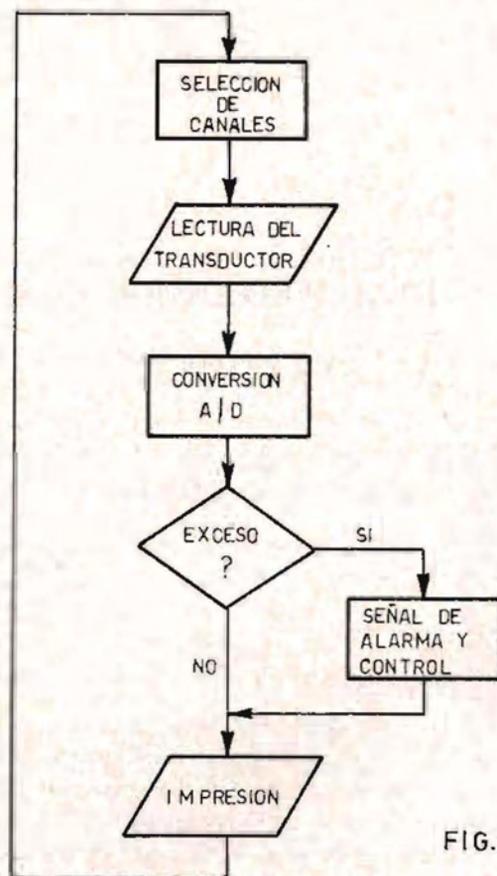


FIG.1 : DIAGRAMA FUNCIONAL

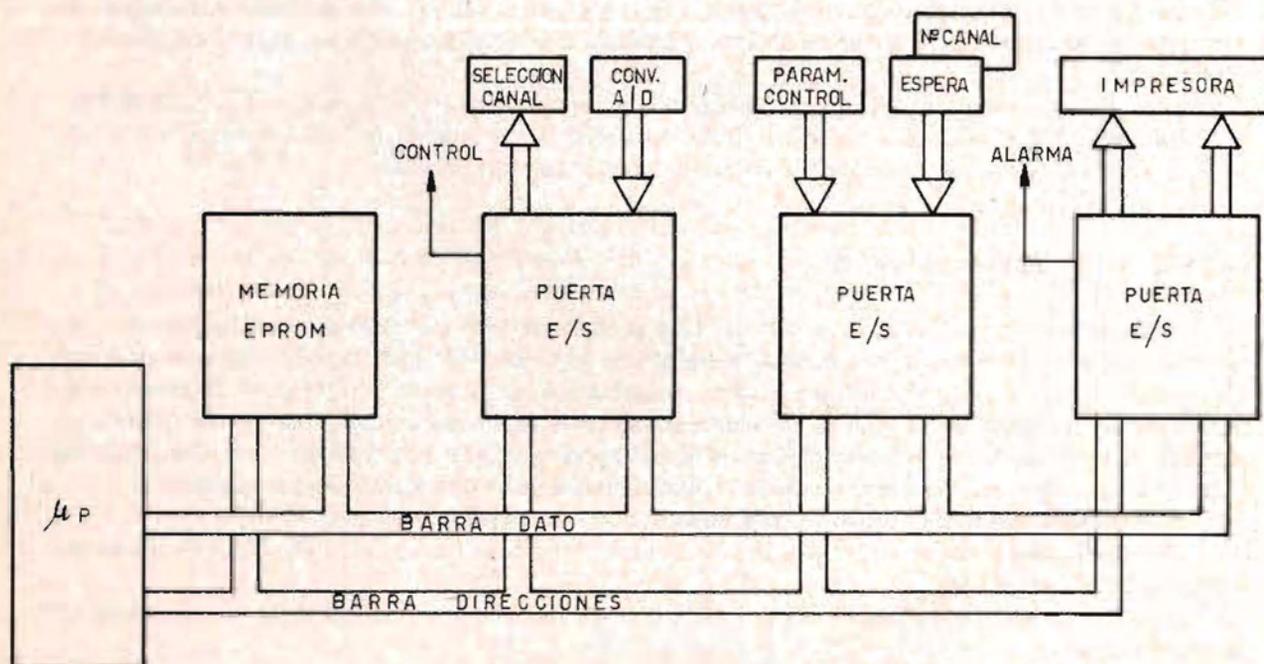


FIG.2 : DIAGRAMA EN BLOQUES

Velocidad de operación: Comprende los tiempos de conversión del conversor A/D y de impresión. Con un cristal de 1 MHz resulta una velocidad de operación por canal de 1 seg.

Espera entre bloques de impresión (VL): Los períodos de impresión de los canales pueden graduarse hasta 8 hs., mediante una llave BCD exterior, dígito más significativo (MSB).

La graduación responde a la siguiente tabla de valores:

Posición Llave BCD Dígito menos significativo (MSB)	Espera
0	1,5 seg./canal
1	1 min.
2	5 min.
3	15 min.
4	30 min.
5	1 hs.
6	2 hs.
7	4 hs.
8	6 hs.
9	8 hs.

La espera de 1 a 9 utiliza como base de tiempo una cadena contadora de 1 pulso por minuto. Para la espera cero se prescinde de la base de tiempo.

En la Fig. 3 se detallan estos conceptos.

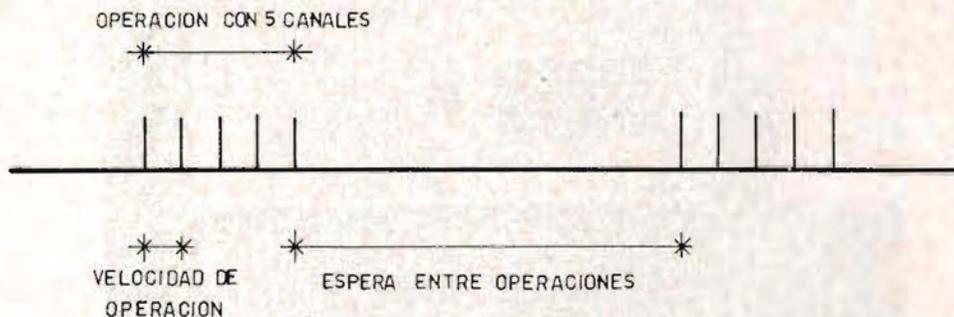


FIG.3 : DIAGRAMA DE TIEMPOS

Parámetros de control: Para cada canal se fija un parámetro de control en decimal, entre + 00 a + 99. Para los canales 2 al 8 este valor es fijo, grabado en la propia memoria EPROM; en tanto que para el canal 1 puede ser modificado a voluntad mediante una llave binaria de 8 bit, ingresando el dato en BCD. Esta llave es interna al equipo para proteger la información y evitar el fácil manipuleo de la misma.

Rango de las señales de entrada: El conversor A/D acepta tensiones de hasta $\pm 1,999$ V y con este rango son mostradas en el panel digital. La última cifra se interpreta como sensibilidad en la décima de una medición. En cambio para el control se tiene un rango limitado entre + 00,0 a + 99,9 con indeterminación en la cifra decimal.

Impresión: Los valores de tensiones de entrada entre $\pm 1,999$ V son impresos con su signo. En caso de superarse este rango, se imprimen todos en número nueve (9) con sus correspondientes signos.

ESTRUCTURA DEL HARDWARE

El equipo está alojado en un gabinete metálico para instrumentación, con frente de aluminio anodizado. En forma separada se dispone de la impresora numérica. En Fig. Nº 4 se muestra una vista general del equipo. En Fig. Nº 5 se muestra la descripción del frente. En Fig. Nº 6 se muestra el interior del gabinete.



Fig. 4

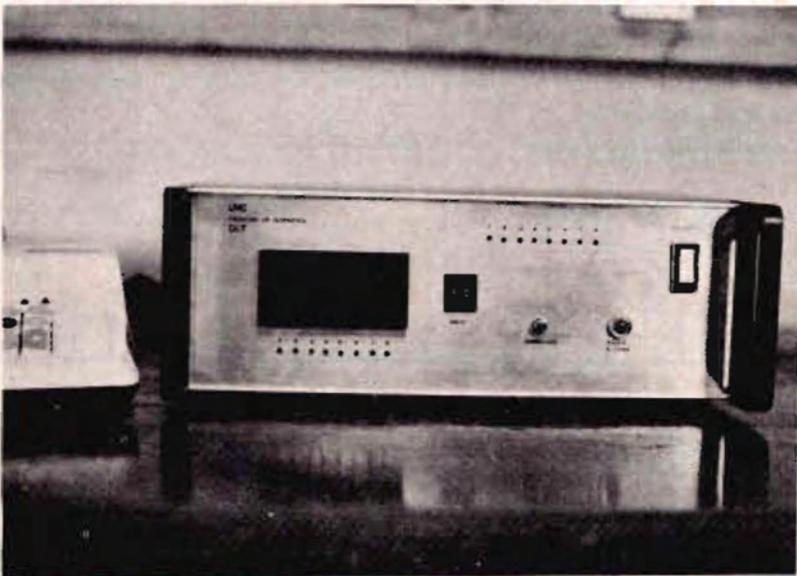


Fig. 5

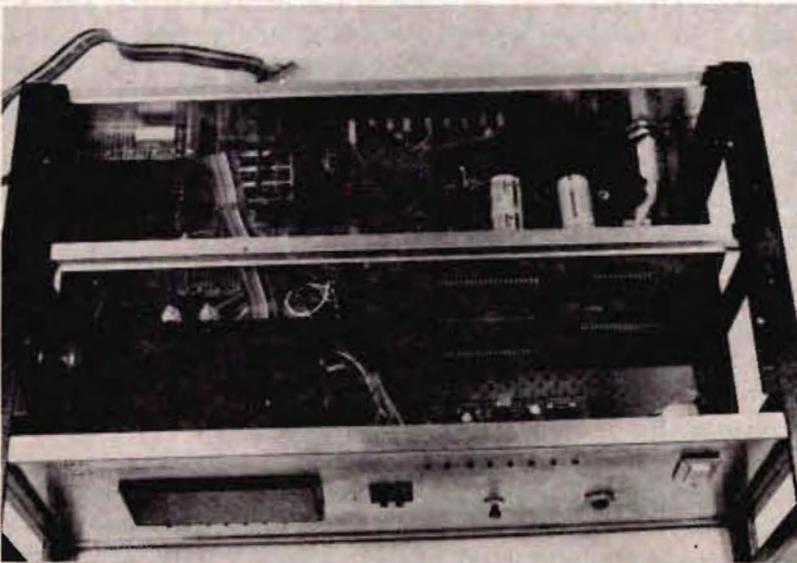


Fig. 6

Las partes componentes del equipo son las siguientes:

CPU: Se basa en un microprocesador M6802 de Motorola con longitud de palabra de 8 bit. Tiene capacidad de manejar interrupciones para atender las diferentes puertas de Entrada/Salida (E/S) y sus respectivos periféricos. Se ha dispuesto de 3 puertas de E/S con asignaciones en el mapa de memoria normal. Dispone de una memoria de trabajo RAM 128 x 8 incorporada al microprocesador, que resulta suficiente como área de trabajo y maniobra de la información. A través de una señal de interrupción de Reset (pulsador de arranque), se da comienzo al proceso de inicialización del equipo y de inmediato opera en las condiciones de medición, control y registración:

Memoria: El Software que atiende todas las funciones del sistema y las constantes o parámetros de referencia residen en una memoria EPROM 2K x 8 – 2716.

Plaqueta microcomputadora: La CPU, la memoria EPROM y las 3 puertas de E/S de 16 bit cada una, están montadas sobre una plaqueta de doble faz, con orificios metalizados y conector de 72 pin. La memoria EPROM está montada con zócalo facilitando su remoción. Este conjunto constituye una verdadera plaqueta microcomputadora de propósito general, que, al estar separado del resto de la implementación electrónica, permite utilizarla en nuevos proyectos sin modificación alguna, desarrollando solamente el nuevo software requerido. En Fig. Nº 7 se indica un diagrama en bloque de dicha plaqueta y en Fig. Nº 8 una vista de la misma.

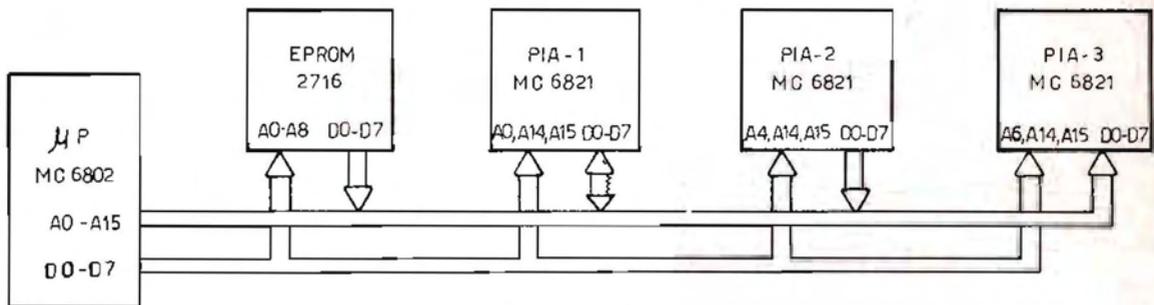


FIG. 7 : DIAGRAMA EN BLOQUE PLAQUETA MICROCOMPUTADORA

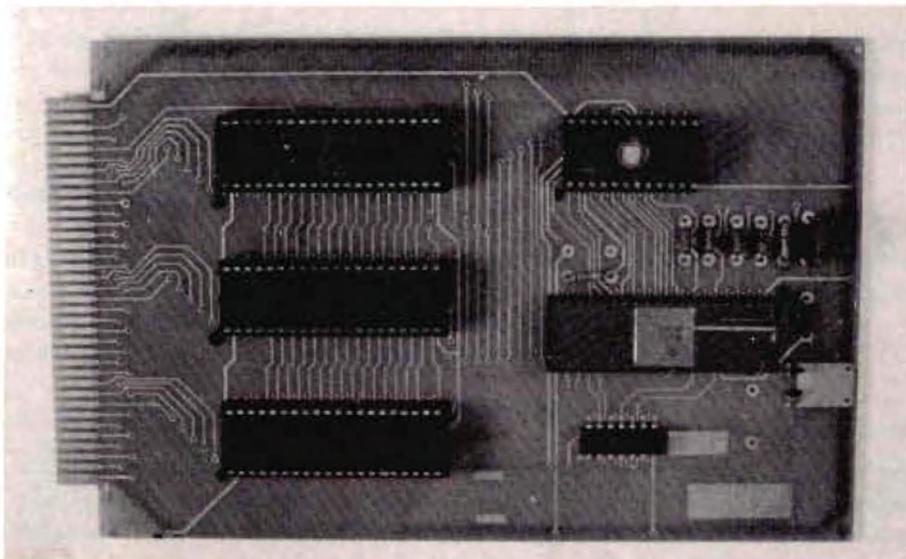


Fig. 8

Conversión Análogo/ Digital (A/D): La adquisición de señales analógicas se hace en base a un Conversor A/D MC14433 de 3 1/2 dígitos y un Demultiplexor de canales. La señal digital es suministrada al display y a puerta de E/S de la plaqueta microcomputadora, PIA 1. Se ha empleado un DPM comercial de propósito general que contiene dicho conversor. El DPM y el Demultiplexor de canales trabajan bajo control del software a través de PIA 1.

En Fig. Nº 9 se indica el diagrama en bloque.

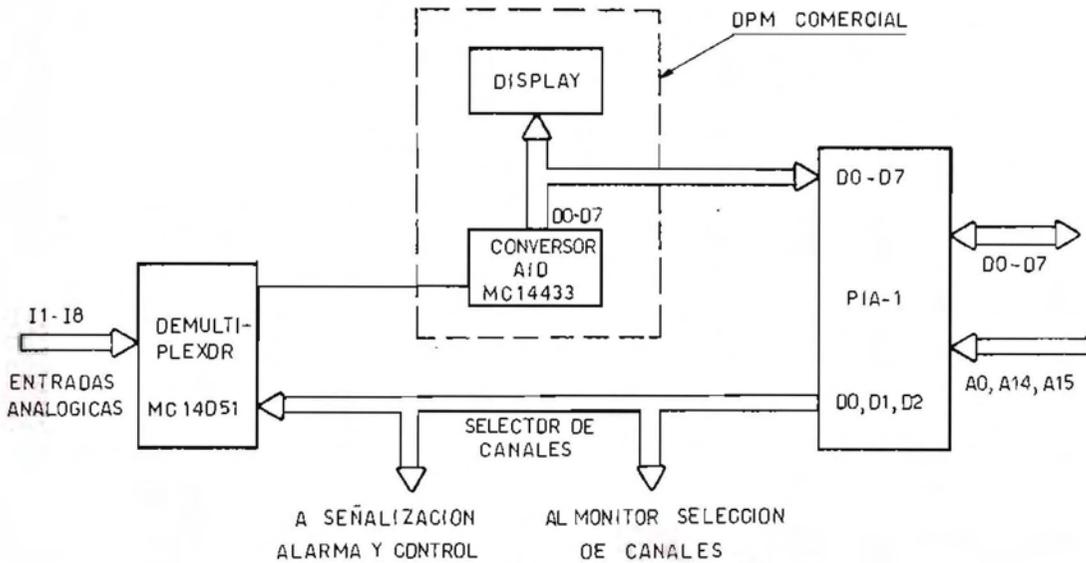


FIG. 9 : CONVERSION A/D

La velocidad de conversión será función de la frecuencia del oscilador incluido en dicho conversor y de la habilitación por parte del software del terminal de control (UD).

Salida de potencia: A través de 3 relés de estado sólido MP240A 3 se reciben señales de control de PIA 1 para comando de 3A – 220V.

Monitor de selección de canales: Tiene por objeto señalar el canal seleccionado durante la etapa de conversión A/D. En la Fig. Nº 10 se indica el diagrama en bloque.

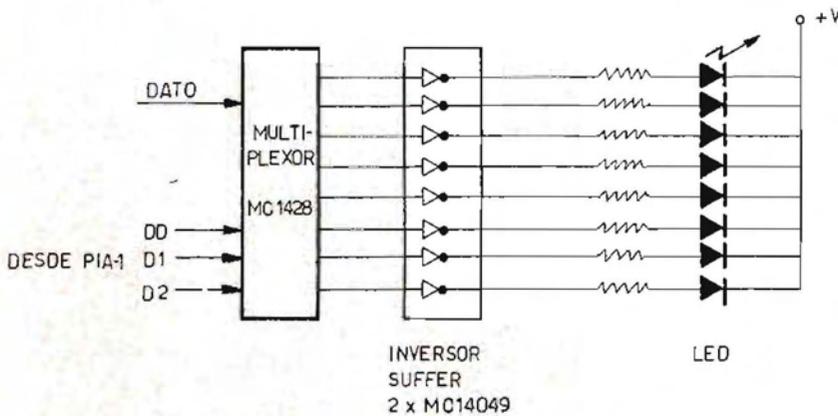


FIG. 10 : MONITOR SELECCION DE CANALES

Señal de Alarma Visual, Acústica y Control: El estado de alarma por exceso con respecto a un parámetro de control es suministrado por el microprocesador, a través de PIA 1. Esta señal, junto con el canal seleccionado, activa un multiplexor latch 4099, que, a su vez, activa a dos inversores buffer, uno para la señalización visual por medio de LED y otro para excitar relés de estado sólido en la etapa de potencia para comando de relevadores.

Para cualquier canal, que se señala con alarma visual, también se excita una alarma acústica electrónica, que es común a todos los canales y puede ser silenciada a través de un pulsador a tal efecto.

Impresora: Se utiliza una calculadora CIFRA-P110. Se ha recurrido a un producto nacional con gran facilidad de reparación y mantenimiento en todo el país.

Además la calculadora puede utilizarse manualmente en cálculos corrientes, disponiéndose de una llave para deshabilitarla como periférico del equipo.

Desde PIA -3 se pueden accionar 16 caracteres habiendo una vinculación optoelectrónica entre PIA-3 y la matriz de teclado de la calculadora.

De esta forma existe una desvinculación eléctrica entre el equipo y dicha calculadora. En la Fig. N° 11 se indica dicho desacoplamiento.

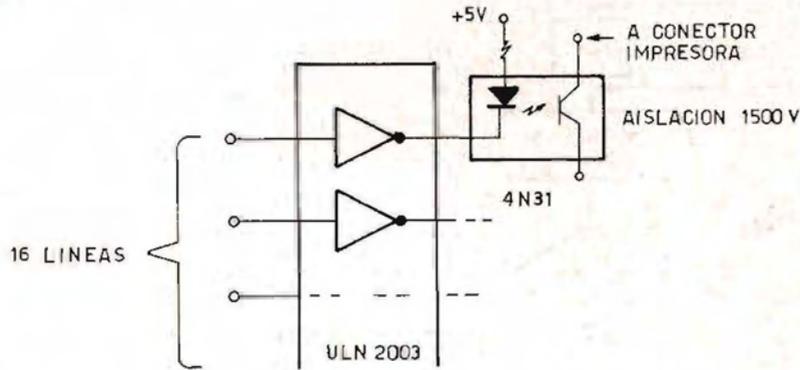


FIG. 11: COMANDO CARACTERES Y DESACOPLAMIENTO

Sirena electrónica: Es excitada directamente por medio de un Flip-Flop tipo D, que pasa al estado de retención con la orden de funcionamiento. Se cambia de estado, mediante el pulsador externo para silenciarla, ubicado en el frente (ANULA ALARMA). Se trata de un oscilador de frecuencia variable, que es modulada por otro oscilador de pulsos resultando un sonido variable de buen nivel

Fuente de alimentación: Se trata de un regulador integrado de 5V con capacidad de 1A y tiene un regulador adicional de -5V, para alimentar la etapa de conversión y de multiplexor analógico.

ESTRUCTURA DEL SOFTWARE

La estructura del software puede dividirse desde un punto funcional en cuatro (4) partes. En la Fig. N° 13 se indica un diagrama general del software implementado.

Iniciación y lectura de parámetros: Comienza la ejecución del programa por una señal de Reset, proveniente del pulsador colocado en el frente del gabinete (ARRANQUE). Inmediatamente se cargan las palabras de control para PIA-1, PIA-2 y PIA-3. Luego ingresa la cantidad de canales (NC) que serán controlados, la espera entre operaciones (VL) y el valor de parámetro de control, que será asignado al canal 1 (PC1). El resto de los parámetros de control para los otros canales está fijo en la memoria EPROM.

En la Fig. N° 12 se indican las informaciones de entrada y salida, a través de las 3 puertas.

Conversión Analógico/Digital: Mediante el control de tres (3) líneas se selecciona, a través de la PIA-1 el canal a leer. Inmediatamente se habilita el conversor para que convierta la correspondiente señal analógica. La CPU entra en estado espera hasta que el conversor señalice el final de conversión (EOC).

La información digital ingresa por PIA-1 con su signo y valor completo en 3 1/2 dígitos.

Control: Mediante la comparación con el parámetro de control del canal que se ha seleccionado, se toma la decisión de las señales de alarma y comando o no, a través de PIA-1.

La alarma acústica es excitada cada vez que un canal excede el valor de control, pero, si en una nueva secuencia de control el mismo canal continúa excedido, entonces no se reitera la alarma acústica.

Impresión: Se codifican los caracteres numéricos para activar las correspondientes teclas de la calculadora, a través de PIA-3.

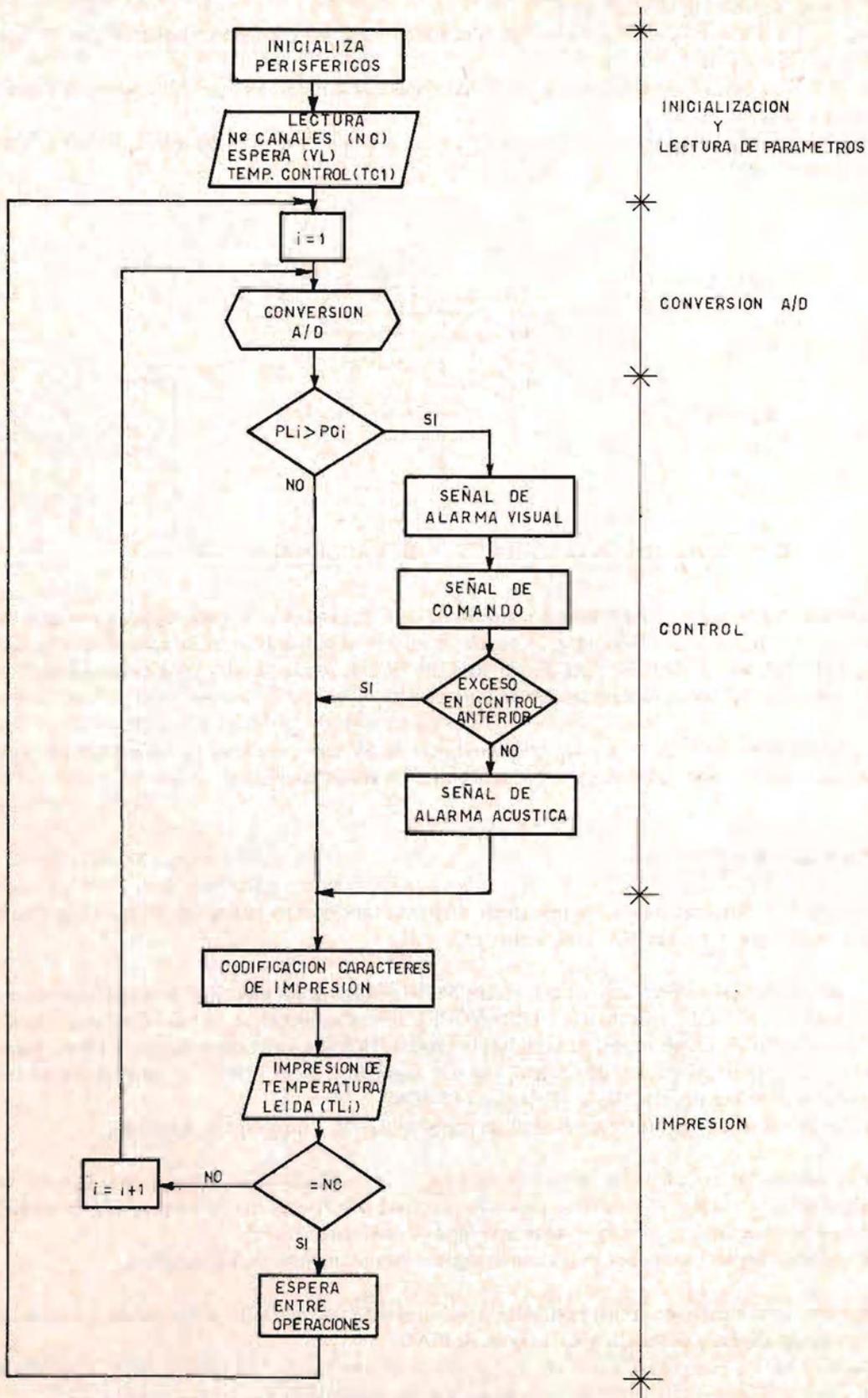


FIG.13 : DIAGRAMA DE FLUJO

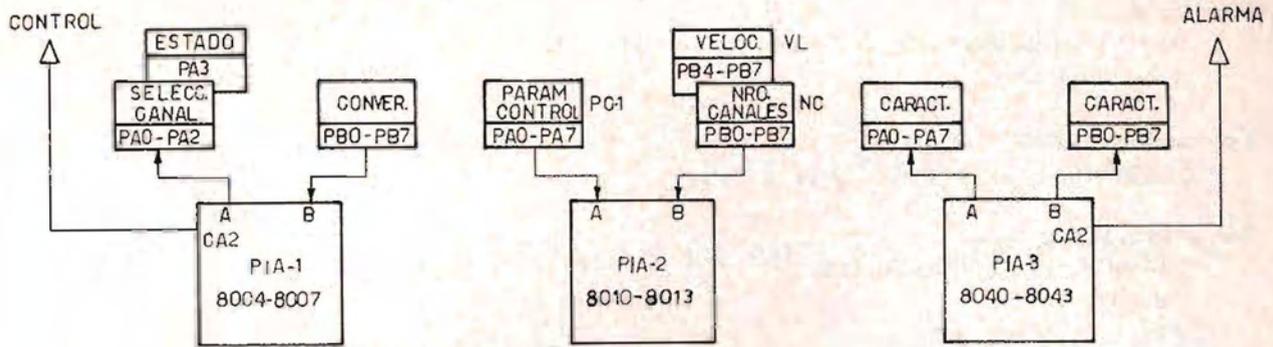


FIG.12 : ENTRADAS Y SALIDAS

Se dispone de una rutina especial para contar los pulsos provenientes de la base de tiempo y así graduar las esperas entre bloques de impresión de acuerdo al parámetro (VL) seleccionado.

OPERACION

La secuencia de operación es simple y no requiere especial preparación por parte del operador, aun para fijar el parámetro de control del canal 1 representado en BCD con la llave binaria de 8 bit, colocada en el interior del gabinete. En la cara interna de la tapa del equipo se halla una hoja de instrucciones.

El orden de operación es el siguiente:

- Encendido
- Fijar parámetro de control de canal 1 (PC - 1)
- Fijar número de canales (NC)
- Fijar espera entre operaciones (VL)
- Pulsar ARRANQUE

Para acceder a la llave binaria, se debe retirar la tapa superior.

Para modificar alguno de los parámetros, se actúa sobre las llaves correspondientes y se procede como se indicó anteriormente.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Alimentación:

Tensión de alimentación: 220 ± 10 o/o; 50 Hz

Consumo total: Menor de 10W

Capacidad de Medición y Control:

Entradas para hasta 8 canales, seleccionables por llave decimal; tolerancias admisibles: $\pm 1,999V$

Parámetro de control fijo: 7 (canales 2 al 8).

Parámetro de control variable: 1 (canal 1).

Alarmas Visual y Acústica:

Alarma visual para 8 canales, mediante diodo emisor de luz (LED).

Alarma acústica, mediante sirena electrónica ubicada dentro del gabinete y pulsador externo para silenciarla.

Capacidad de comando:

Salida para hasta 3 canales (canales 1, 2 y 3), mediante relés de estado sólido.

Capacidad de manejo de cada salida de 220 V 3A.

Panel digital:

De 3 1/2 dígitos con display de 7 segmentos de estado sólido.
Exactitud: 0,1 %

Conexiones de entradas y salidas:

Mediante borneras externas.

Dimensiones y peso:

Dimensión: 13,3 x 38,7 x 26,0 cm.
Peso: 3,5 kg.

APLICACIONES

En todo proceso industrial donde la velocidad de captación de 1,5 segundos por canal sea aceptable, tal como:

- Temperatura
- Presión
- Caudal
- Potencia en líneas monofásicas y trifásicas
- Utilización de strain gages
- Detectores de incendio
- Detectores de gas
- Detectores de humedad
- Transductores potenciométricos
- Medidores de conductividad
- Sensores específicos de sales en agua
- Electrodos de pH

SISTEMA PARA GRABACION REPRODUCCION DE SEÑALES DE MUY BAJA FRECUENCIA

Ing. Juan Carlos Mikalef

En el presente artículo se describe un sistema electrónico desarrollado con el objeto de permitir la registración y posterior recuperación para el análisis en laboratorio, de las señales sísmicas captadas en los sitios donde se presume la existencia de fuentes geotermales.

Introducción

Las aguas termales se encuentran en la corteza terrestre en un estado de equilibrio de tipo dinámico, lo que provoca ciertas vibraciones captables a nivel de superficie que delatan su presencia, y que analizadas adecuadamente, permiten determinar las características de la fuente en cuestión. Tales vibraciones dan origen, con un transductor adecuado, a señales eléctricas cuya amplitud es inferior a un microvoltio, y que conforman una banda de frecuencias comprendida aproximadamente entre 0 y 50 Hz.

Ante la necesidad de analizar las señales en el laboratorio, con el instrumental adecuado, se decidió registrarlas en un grabador comercial a cassette, debido a su bajo costo, y facilidad de transporte y manejo. Las características propias de la señal hacían imposible su grabación directa, y por ello fue necesario construir un amplificador que elevara adecuadamente su nivel, un modulador que trasladara su espectro a la banda útil del grabador, un demodulador que permitiera recuperar a posteriori la señal, y una fuente de tensión, para alimentar los circuitos mencionados.

El sistema mencionado se puede resumir entonces en cuatro bloques:

- a. Modulador
- b. Demodulador
- c. Amplificador
- d. Fuente de alimentación

Todo el equipo está constituido en base a componentes electrónicos de fácil obtención en la plaza local, dándosele prioridad a ese factor, aún a costa de una mayor complejidad en el diseño.

Descripción de los Circuitos

a. Modulador

Su finalidad es trasladar el espectro de las señales sísmicas de modo de posibilitar su registración con un grabador comercial de audio frecuencia. Se adoptó como solución un convertidor tensión frecuencia cuya salida es una onda cuadrada de aproximadamente 2400 Hz modulada en frecuencia por la señal de interés. Las características del circuito son:

1. buen comportamiento en cuanto a ruido y distorsión (calidades inherentes de la modulación de frecuencia)

2. simplicidad en el diseño, ajuste y manipulación de la señal, por tratarse de una onda cuadrada.

La frecuencia central elegida está comprendida bien dentro de la banda útil del grabador, y es suficientemente mayor que las frecuencias sísmicas como para facilitar su posterior eliminación.

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques del circuito:

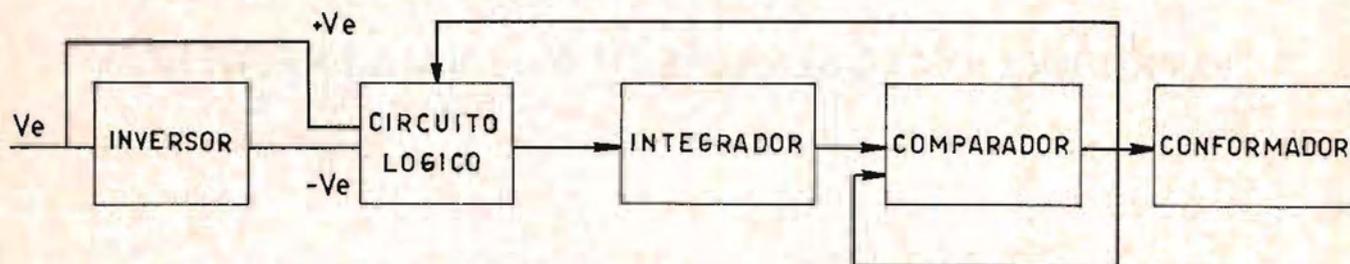
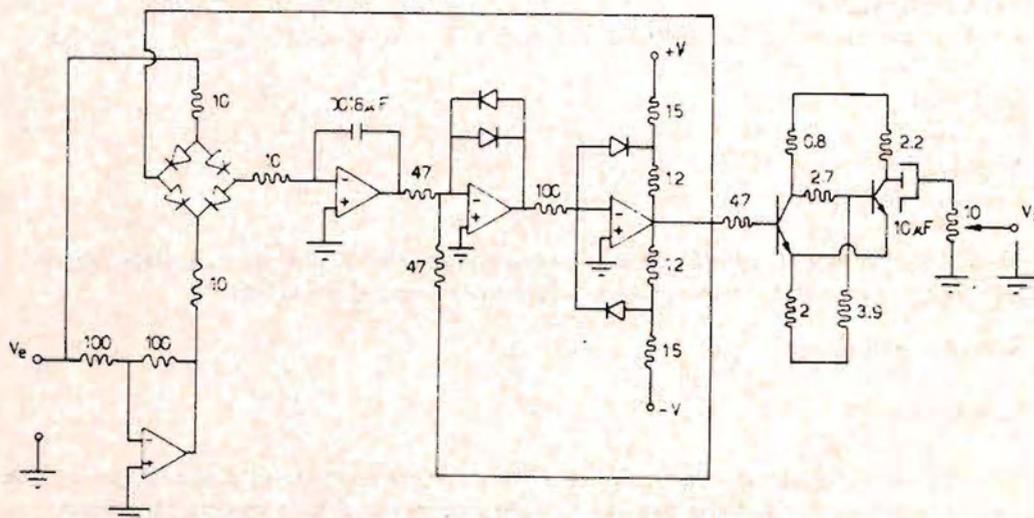


FIG. 1

V_e es la señal moduladora, más una cierta tensión continua que se le adiciona en la etapa amplificadora previa. El circuito lógico, comandado por la misma onda cuadrada de salida, permite alimentar el integrador alternativamente con $+V_e$ o con $-V_e$. Siendo la frecuencia de la señal moduladora mucho menor que la de la onda portadora, se puede suponer que, durante el transcurso de un ciclo de la señal de salida, la entrada se mantiene constante. La salida del integrador, es en ese caso, una onda triangular cuya pendiente está determinada directamente por V_e . Cuando esta onda alcanza una amplitud igual y opuesta a la de salida, se produce el vuelco del comparador y simultáneamente se inicia la carga del integrador en el otro sentido. Como resultado de este proceso se obtiene, a la salida del comparador, una onda cuadrada cuya frecuencia está determinada directamente por V_e . Lo antedicho se puede sintetizar en lo siguiente: la pendiente de la onda triangular varía linealmente con la tensión de entrada V_e , y por lo tanto la frecuencia de esta onda, que es igual a la de salida, varía linealmente con V_e , y tenemos en consecuencia un convertidor tensión frecuencia. Como etapa final se agregó un conformador, que tiene como única finalidad mejorar la forma de la onda de salida.

La Figura 2 muestra el circuito completo del modulador:



AMPLIFICADORES OPCIONALES LM 741
 TRANSISTORES BC 548
 DIODOS 1N 914
 RESISTENCIAS EN K Ω

FIG. 2

b. **Demodulador**

Su finalidad es recuperar la señal sísmica original, partiendo de la onda registrada en el cassette. Como las frecuencias de modulación son suficientemente menores que la frecuencia de portadora, se las separó por simple filtrado, previa transformación de la onda de FM en un tren de pulsos de amplitud y ancho constantes.

La Figura 3 muestra un diagrama de bloques del circuito:

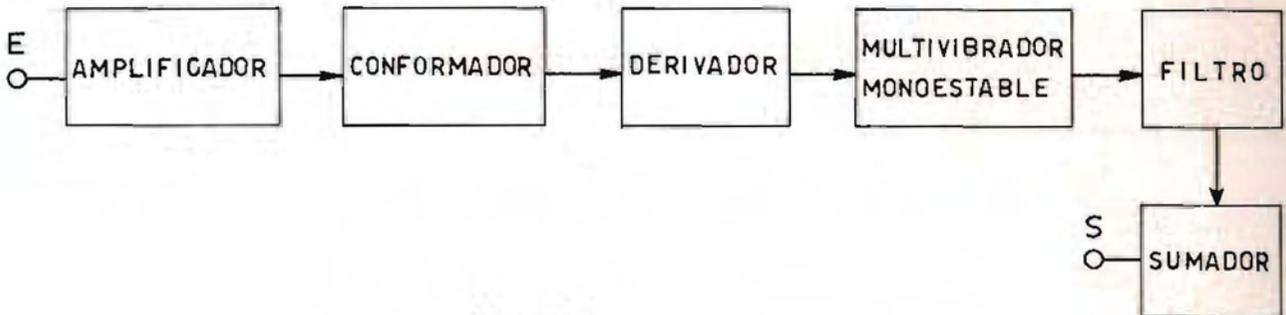


FIG. 3

Los impulsos del derivador disparan al multivibrador monoestable, que entrega entonces un tren de pulsos de amplitud y ancho constantes, a razón de uno por cada ciclo de la onda de entrada. La siguiente etapa es un filtro activo pasabajos, que recibe los pulsos y reconstituye la señal sísmica, eliminando la portadora. Por último, hay una etapa sumadora, que permite eliminar la componente continua que acompaña a la señal a la salida del filtro.

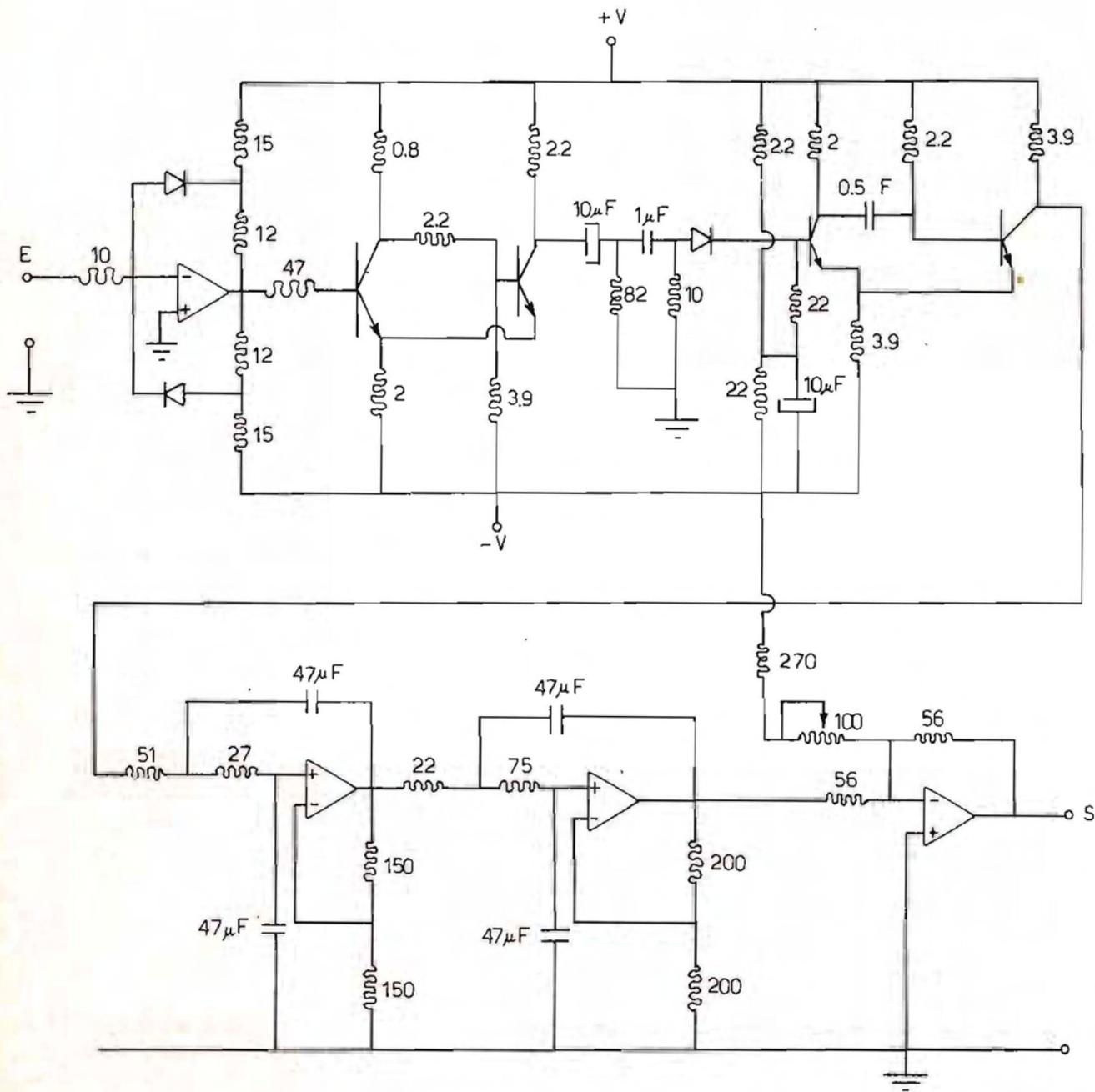
El circuito completo del demodulador, es el que muestra la Figura 4.

La señal proveniente del grabador, entra a un amplificador, que lleva su amplitud a un nivel adecuado; luego pasa al conformador, un multivibrador Schmitt que corrige cualquier deformación, entregando una onda con flancos verticales, lo que va a permitir que los impulsos que genera la onda al pasar al derivador estén perfectamente definidos en el tiempo (ello es necesario en razón de que el parámetro que permite extraer la información es la separación de impulsos, y cualquier indeterminación en su posición se traduciría en una distorsión en la salida).

c. **Amplificador**

Tiene por finalidad amplificar la señal y agregarle una componente continua, adecuada para excitar al modulador. Está formado, como muestra la Figura 5, por dos etapas implementadas con amplificadores operacionales, con las siguientes características:

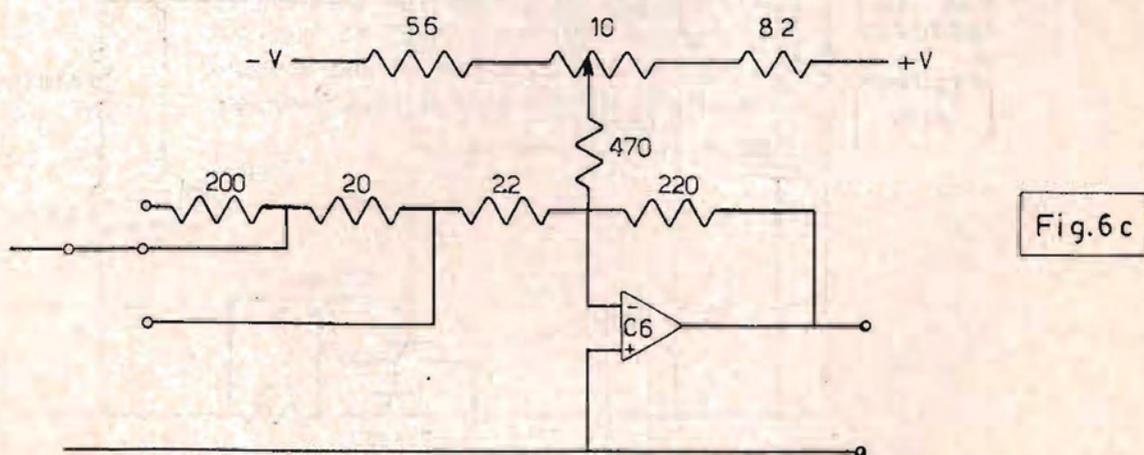
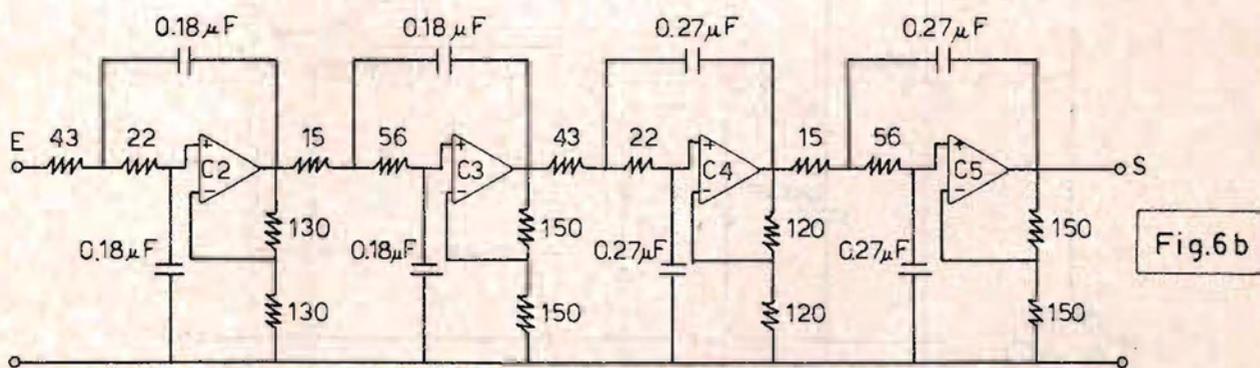
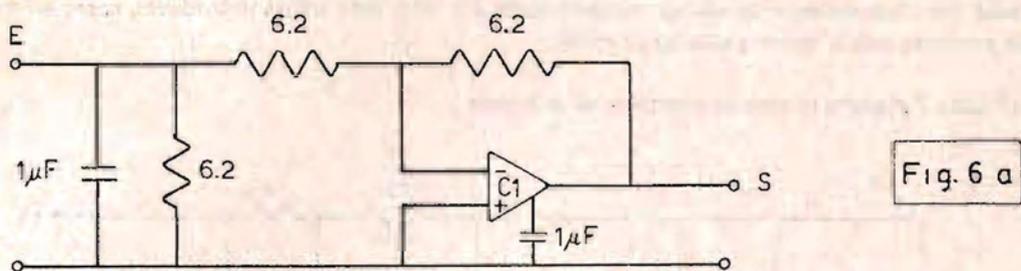
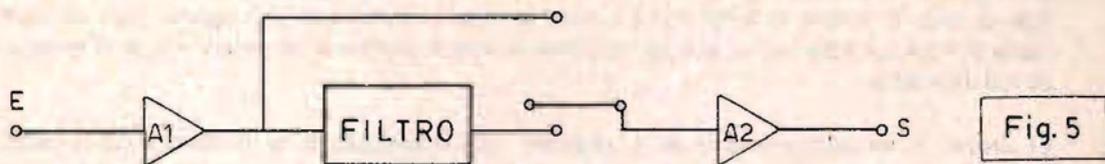
- La etapa de entrada tiene baja ganancia y cumple funciones de adaptación. Está realizada con un amplificador de alta impedancia y bajo corrimiento, previo a la cual hay un filtro pasabajos para atenuar la presencia de ondas de alta frecuencia.
- Como paso intermedio se colocó un filtro activo pasabajos, formado por dos etapas de cuarto orden en cascada, que provee una atenuación muy fuerte de aquellas señales que estén fuera de la banda de interés, y que puede ser intercalado o no en el circuito, en caso necesario mediante una llave exterior.
- La segunda etapa es otro amplificador operacional conectado como sumador, con dos entradas: a) la señal proveniente de la etapa anterior (o del filtro), con ganancia regulable de 1, 10 ó 100; y b) una tensión continua, controlable también desde el exterior que permite ajustar el nivel de entrada al modulador, y eventualmente corregir corrimientos provocados por los amplificadores operacionales.



AMPLIFICADORES OPERACIONALES : LM741
 DIODOS : 1N914
 TRANSISTORES : BC548
 RESISTENCIAS EN K Ω

FIG.4

La Figura 5 muestra el circuito completo del amplificador y filtros: 6a primera etapa; 6b filtro; 6c segunda etapa.



C1 : LM 308
 C2, C3, C4, C5, C6 : LM 741
 RESISTENCIAS EN K Ω

d. Fuente de alimentación

Su finalidad es alimentar los circuitos anteriores partiendo de la tensión de red, 220 v, 50 Hz.

El empleo de amplificadores operacionales determinó que debía ser de doble polaridad. La tensión de trabajo de todo el sistema se la fijó en 12 v, tanto del lado positivo como del negativo, para permitir el reemplazo directo por baterías, ya que en los sitios de interés geotermal en general no habrá energía eléctrica de red disponible.

El circuito es un doble regulador serie, ajustable, con el agregado de un limitador en cada salida, a fin de evitar que la corriente supere los 600 mA en caso de sobrecarga.

Con el objeto de darle mayor versatilidad, para su posible utilización fuera de su finalidad específica, se la diseñó para que entregue tensiones variables entre 0 y 13 v, para ambas polaridades, como así mucha mayor corriente que la que su uso original prevé.

La Figura 7 muestra el circuito completo de la fuente.

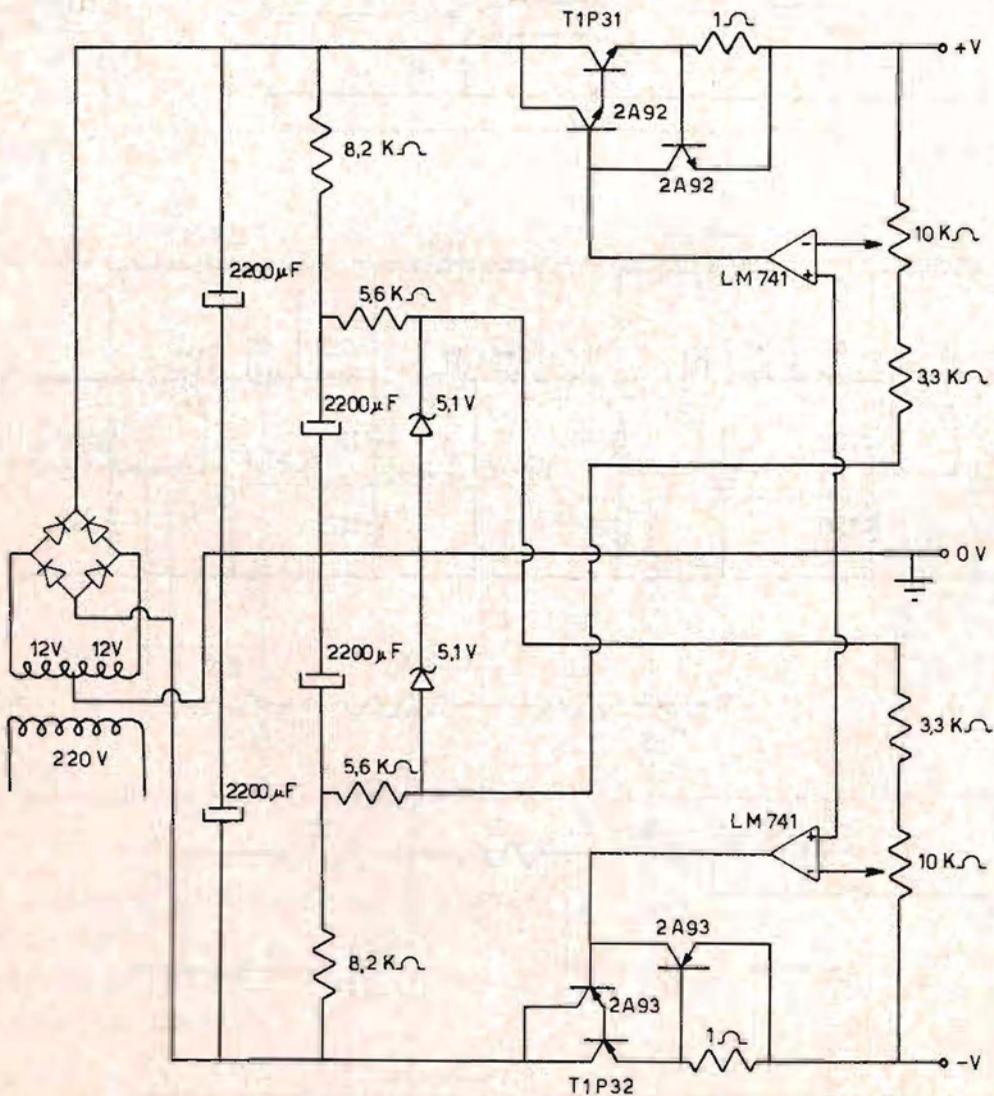


FIG. 7

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo agradece la colaboración prestada por la Asociación Pro Facultad de Ingeniería para la impresión de esta Revista.



Esta revista se terminó de imprimir el día 18 de diciembre de 1981, en los Talleres Gráficos de **INCA Editorial y Cooperativa de Trabajo Limitada**, Itzaingó 3073, de la Ciudad de Mendoza, República Argentina.

KOBE y el mundo del futuro

SORPRELENDE EN LO QUE SE PROPONE

En yacimientos petrolíferos alrededor del mundo. Conocido por todos. Pero, la fortaleza de una bomba designada para operar a altas presiones, sola, sin controles, año tras año, expuesta a los elementos, no ha pasado inadvertida para la Industria en general, ya que más de 1000 Bombas Triplex Kobe están operando en el mundo en usos no petroleros.

LA INDUSTRIA ESPACIAL: Con presiones de hasta 700 kg/cm^2 bombeando nitrógeno líquido a -195°C e hidrógeno líquido a -250°C ha recurrido a nuestras bombas TRIPLEX KOBE.

LA INDUSTRIA DEL ACERO: Prefiere en particular las TRIPLEX KOBE en sus diferentes usos debido a su confiabilidad e increíble bajo costo de mantenimiento.

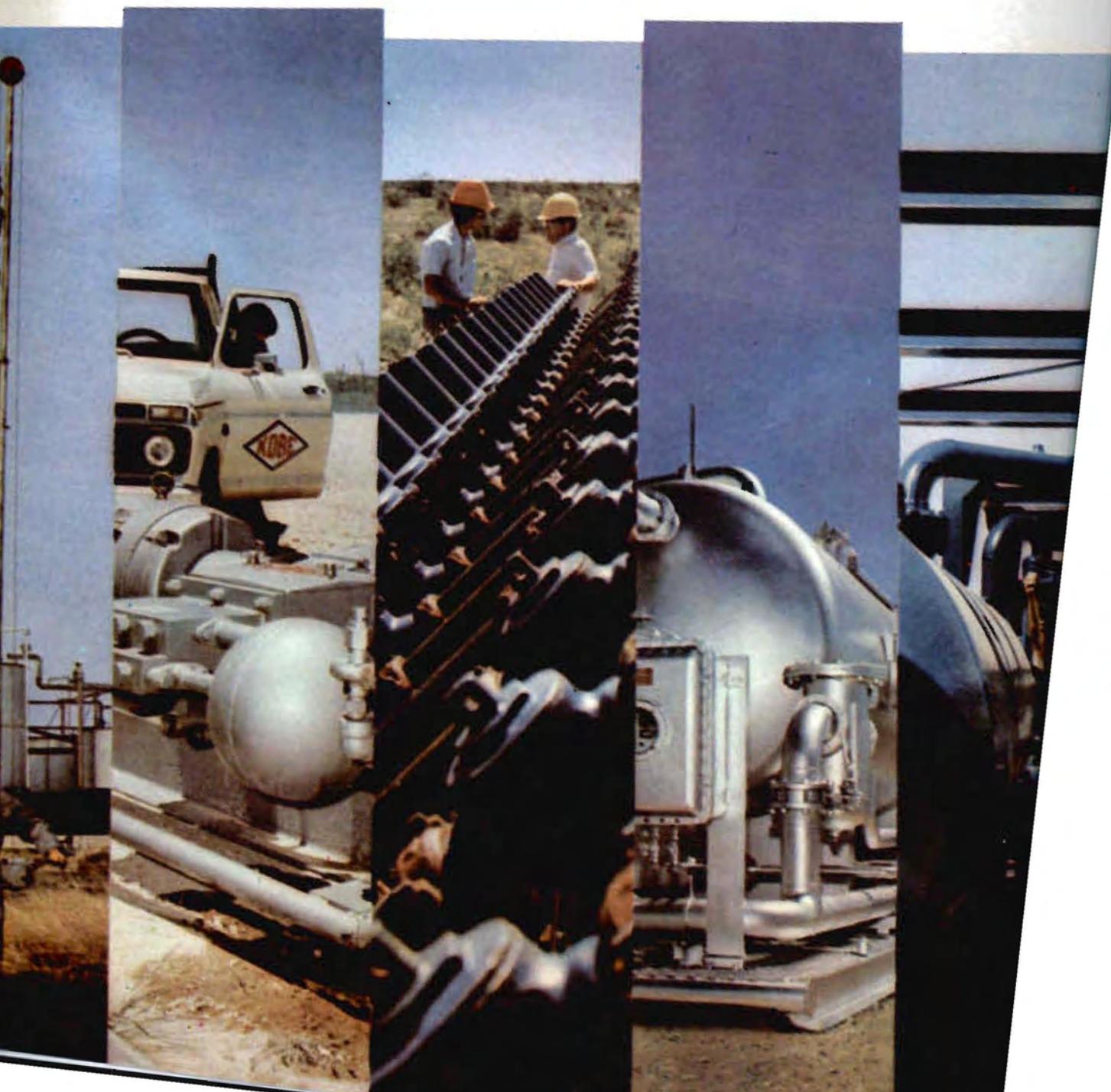
OTRAS INDUSTRIAS: Usan TRIPLEX KOBE para bombear líquidos a temperaturas de hasta 540°C y presiones de 2000 kg/cm^2 .

Las bombas de profundidad Kobe son también usadas por la industria como intensificadores de presión.

EN INDUSTRIA OCEANOGRAFICA: Las bombas Kobe han sido consideradas ideales para evacuar el lastre de agua salada de los vehículos sumergibles a profundidades superiores a los 3000 mts. con el fin de explorar el lecho de los océanos.



OFICINA CENTRAL: CERRITO 866
10 P. CAPITAL FEDERAL
ADMINISTRACION
Y FABRICA: SARMIENTO 951 -
GODOY CRUZ - MENDOZA



Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723
