

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA



TRABAJO DE GRADUACION

Diseño e Implementación de un Simulador de
Actividad Cardíaca Fetal y Contracciones Uterinas

Trabajo Elaborado Para Optar al Grado de

Ingeniero en Biomédica

PRESENTADO POR

Mario Ernesto Cerna Martínez y

Joel Guillermo Iraheta Sayes

SOYAPANGO, 1994.

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

Ing. Federico Miguel Huguet Rivera

SECRETARIO GENERAL

Pbro. y Lic. Pierre Muyshondt S.D.B.

DECANO DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA

Ing. Joaquin Antonio Flores.

ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACION

Ing. Ernesto Hernandez Serpas.



JURADO CALIFICADOR

Ing. Ernesto Girón.

Ing. Salvador Juarez.



AGRADECIMIENTOS

A LAS AUTORIDADES ACADEMICAS DE LA
UNIVERSIDAD DON BOSCO QUE DE UNA U OTRA
MANERA NOS ORIENTARON PARA PODER
CULMINAR NUESTRA CARRERA.

A NUESTRO ASESOR:Ing. ERNESTO HERNANDEZ SERPAS
Y JURADOS DE TESIS:Ing. ERNESTO GIRON E Ing.
SALVADOR JUAREZ, QUIENES NOS BRINDARON SU
AYUDA EN EL TRANCURSO DE NUESTRO TRABAJO.

AL Ing.MANUEL FERNANDEZ MARENCO POR SU MOTIVACION
EN TODOS LOS MOMENTOS DE NUESTROS ESTUDIOS
UNIVERSITARIOS Y DE LA INVESTIGACION.

A LOS PROFESORES DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO
POR SU COLABORACION Y PACIENCIA DURANTE NUESTROS AÑOS
DE FORMACION UNIVERSITARIA.

A NUESTROS COMPAÑEROS DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA POR TODOS LOS MOMENTOS COMPARTIDOS.

DEDICATORIA

A DIOS POR HABERNOS ILUMINADO Y
CONCEDIDO LAS CUALIDADES Y FORTALEZA NECESARIA PARA
SUPERAR LOS MOMENTOS MAS DIFICILES DE
NUESTRO ESTUDIO Y TRABAJO.

A NUESTROS PADRES:

* YOHALMO ANTONIO CERNA(DE GRATA RECORDACION)
MARIA LETICIA MARTINEZ DE CERNA.
** ALBERTO IRAHETA GUZMAN
ROSA HAYDEE SAYES DE IRAHETA.
POR SU PRESENCIA, CONFIANZA Y APOYO
EN NUESTRA FORMACION INTEGRAL.

A NUESTROS HERMANOS Y FAMILIARES, POR SU CARÍÑO
FRATERNAL Y SUS PALABRAS DE ANIMO A
NUESTRO ESFUERZO ACADEMICO.

A NUESTRAS NOVIAS:

*CLAUDIA MARINA Y **FLOR LORENA
POR SU APOYO Y COMPRENSION. QUIENES CON AMOR Y
ALEGRIA COMPARTEN NUESTRO TRIUNFO.

A TODOS NUESTROS AMIGOS QUE SE UNEN CON ALEGRIA
SINCERA A LA CULMINACION DE NUESTROS ESTUDIOS.

* MARIO ERNESTO.
** JOEL GUILLERMO.

INDICE

	PAGINA
INTRODUCCION	I
CAPITULO I: GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA	
1.0 Ginecologia y Obstetricia	1
1.1 Ginecologia	1
1.2 Obstetricia	1
1.3 Desarrollo morfologico y funcional del feto.	1
1.4 Operación Cesarea	14
1.5 Monitorización Electronica de la frecuencia cardiaca fetal(FECG) y las Contracciones Uterinas(UC).	16
CAPITULO II: ASPECTOS FISICOS DEL ULTRASONIDO.	
2.0 Propagación del sonido	21
2.1 Velocidad de propagación a través del cuerpo humano	21
2.2 Clasificación de los sonidos	22
2.3 Parametros y Unidades Basicas de las ondas	22

2.4 Ultrasonidos	25
2.5 Efecto Dopler	32
2.6 Transductores	33

CAPITULO III: MONITOREO FETAL.

3.0 Antecedentes del Monitoreo Fetal	38
3.1 Metodos o Modos Externos	39
3.2 Modos internos o Directos	40
3.3 Ventajas de la Auscultación	41
3.4 Ventajas del Monitoreo Continuo	42
3.5 Limitaciones de la Auscultación	42
3.6 Limitaciones del Monitoreo Continuo	42
3.7 Simulador de Monitor Fetal	47

CAPITULO IV: SIMULADOR DE MONITOR FETAL.

4.1 Introducción y Operación Basica	48
4.2 Importancia y Justificación	49
4.3 Criterio de Selección de Señales a Simular	50

4.4 Relación Entre los Simuladores Actuales y el Modelo a Implementar	54
--	----

CAPITULO V: DISEÑO DEL SIMULADOR.

5.1 Evaluación de Alternativas	56
5.2 Diagrama a Bloques	59
5.3 Proceso de Diseño	63
5.4 Pruebas utilizando el Monitor Fetal	77
5.5 Diagrama Electronico Propuesto	87-88

CAPITULO VI: MANUAL DE FUNCIONAMIENTO.

6.1 Descripción de Mandos	89
6.2 Cables	91
6.3 Puesta en Marcha	92

CAPITULO VII: MANUAL DE SERVICIO.

7.1 Descripción Basica del Sistema	93
7.2 Diagrama a Bloques	93

7.3 Precauciones de Seguridad y Servicio	94
7.4 Equipo de Prueba	94
7.5 Localización de Ajustes	94
7.6 Solución de Problemas	100
7.7 Mantenimiento	101
7.8 Teoría de Operación	102
 APENDICE A: Procedimiento Para Obtención de Tablas de Interrelación Existente entre la Dirección y los Datos en la EPROM	 106
 ANEXOS	 144
 BIBLIOGRAFIA	 167

INTRODUCCION

El embarazo en una mujer ha sido considerado desde siempre, como un proceso normal y natural; sin necesidad de someterlo a un control médico y sistemático que asegure el bienestar, tanto del feto como de la madre. Es debido a ello que el control prenatal se ve influenciado en gran medida por las condiciones de cada época y sociedad:

- Grado de ignorancia respecto al tema.
- Niveles de desnutrición y asistencia.
- Porcentajes de embarazos en mujeres jóvenes de escasos recursos, etc.

Para contrarrestar estas influencias, y en respuesta a la necesidad de un control más confiable que los métodos tradicionales (uso de parteras), hoy en día la medicina cuenta con un mayor conocimiento de las condiciones prenatales y se puede obtener mayor información científica sobre el feto con la ayuda de la tecnología médica moderna. Ahora los médicos cuentan con un "nuevo" método para escuchar los latidos del corazón del feto antes del parto en su respuesta al stress en el útero, durante el parto e incluso durante las contracciones: La Monitorización Fetal Electrónica (MFE). Este sistema de monitorización continúa, provee al médico información específica sobre el estado del niño en las diferentes fases del parto.

La función del monitor fetal es registrar continuamente en un papel las señales transmitidas. Estas señales son transmitidas

al monitor por medio de sensores llamados **transductores** y/o **electrodos**. Un transductor es simplemente un detector muy sensible que transforma el movimiento físico en una señal eléctrica. Así mismo el electrodo médico es un dispositivo capaz de percibir los pequeños impulsos eléctricos que se generan en el feto. El procedimiento utilizado normalmente consiste en colocar un transductor especial (Tocotransductor) sobre el abdomen de la madre para registrar la información referente a sus contracciones y el movimiento fetal. Otro transductor es colocado también para recoger información sobre el ritmo del corazón fetal.

Pero toda la información que pueda obtenerse mediante este método de monitorización fetal, será válido y para muchos casos de vital importancia, únicamente cuando existe la certeza del óptimo funcionamiento del monitor; lo cual difícilmente puede asegurarse basándose en revisiones circuitales periódicas. Se necesita de un aparato que permita verificar la capacidad real de respuesta y fidelidad respecto a ella de parte del monitor. Es entonces que adquiere significado la necesidad de un calibrador de monitores fetales, el cual permita dar el respaldo, la fidelidad y confianza en cada análisis que pueda realizarse utilizando un monitor fetal, para confianza del médico, la madre y la seguridad de una vida en gestación.

La presente tesis tiene como finalidad la implementación de un **Simulador Fetal**, utilizando dispositivos electrónicos que reproduzcan parámetros fisiológicos y señales específicas, que permiten la calibración de los equipos de monitoreo fetal, a un bajo costo.

CAPITULO I. GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA

1.0 La Ginecología y la Obstetricia: se relacionan tan íntimamente que normalmente se considera erróneamente que ambos constituyen una sola especialización, sin embargo:

1.1 La Ginecología: Estudia la fisiología y patología de los órganos femeninos de la reproducción en la mujer NO embarazada.

1.2 La Obstetricia: Es la rama de la medicina que trata del parto, sus antecedentes y sus secuelas. Por tanto, le conciernen sobre todo los fenómenos y el tratamiento del embarazo, el parto y el puerperio, tanto en circunstancias normales como anormales.

1.2.1 Significado Etimológico:

La palabra Obstetricia deriva del latín Obstetrix que significa:

- Mujer que asiste a la parturienta.
- La mujer que presta ayuda.

El objetivo fundamental de la obstetricia es conseguir que cada embarazo sea deseado y culmine sin riesgo para la madre y con plena salud para el feto. Conciérne a sí mismo; a la obstetricia determinar el número de hijos que conviene tener y a que intervalos para que el bienestar físico y emocional, tanto de la madre como de su familia sea óptimo. Por último, la obstetricia analiza los factores sociales que modifican la eficacia reproductora y ejerce su influjo sobre ellos.

1.3 Desarrollo Morfológico y Funcional del Feto.

Antes de mencionar fechas relacionadas con el desarrollo

fetal, es importante considerar que los diferentes términos usados generalmente para indicar la duración del embarazo y la edad del feto son algo confusas: Se considera que la duración de la gestación es de 280 días ó 40 semanas después del comienzo de la última menstruación o de manera más exacta, 266 días ó 38 semanas después de la fecundación.

La unidad de 28 días ha sido establecida de forma general, como un mes de embarazo lunar (medida un tanto imprecisa, ya que transcurren desde una luna nueva a la siguiente 29 días y medio).

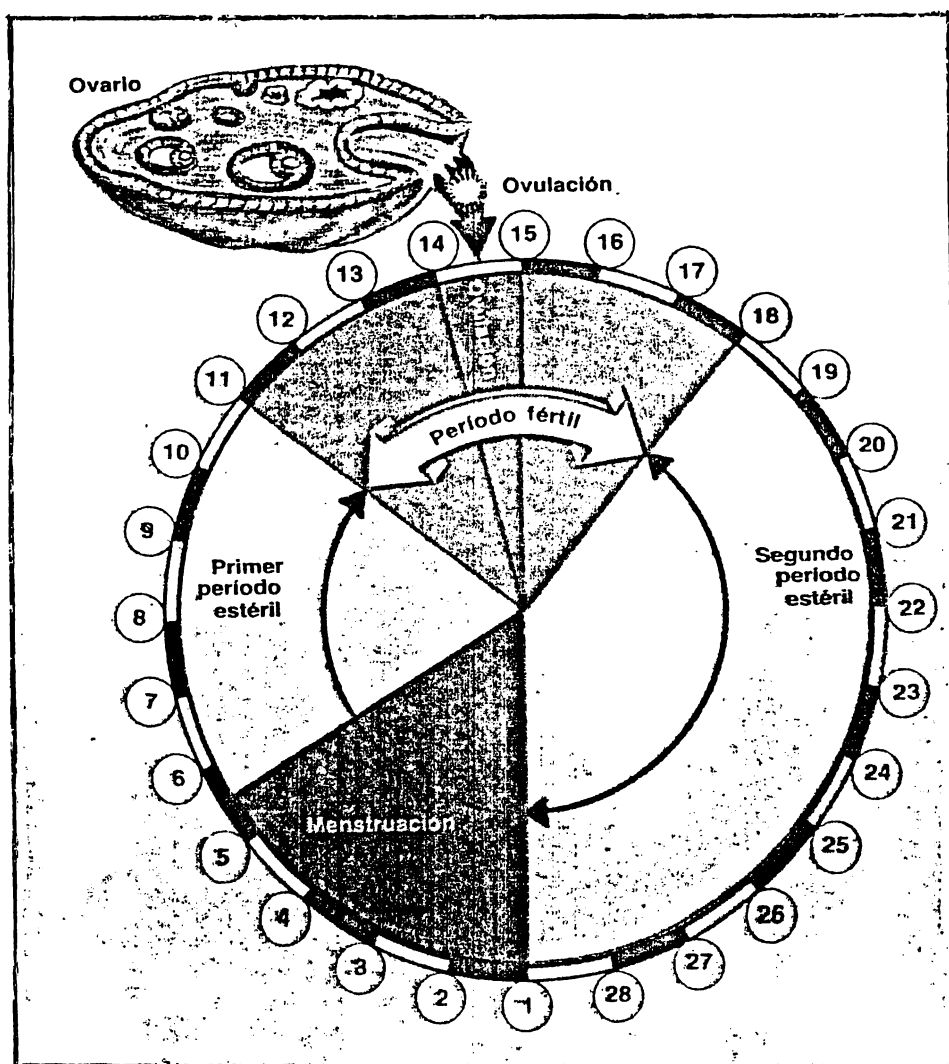


Figura 1.1. Ciclo Menstrual.

1.3.1 Calendarización (Tomada a partir de la ovulación).

a) HUEVO: Semama 1-2:

Durante las dos primeras semanas que siguen a la ovulación, hay fases sucesivas de desarrollo bien definidas:

a-1) Ovulación.

a-2) Fecundación del óvulo.

a-3) Formación del blastocisto.

a-4) Implantación del blastocisto (se inicia al final de la 1ª semana después de la ovulación).

El resumen esquemático de estas fases se muestra en la figura 1.2. Convencionalmente, ésta etapa termina con la implantación del blastocisto en la pared posterior del útero, a partir de la cual, el producto de la concepción se conoce como embrión.

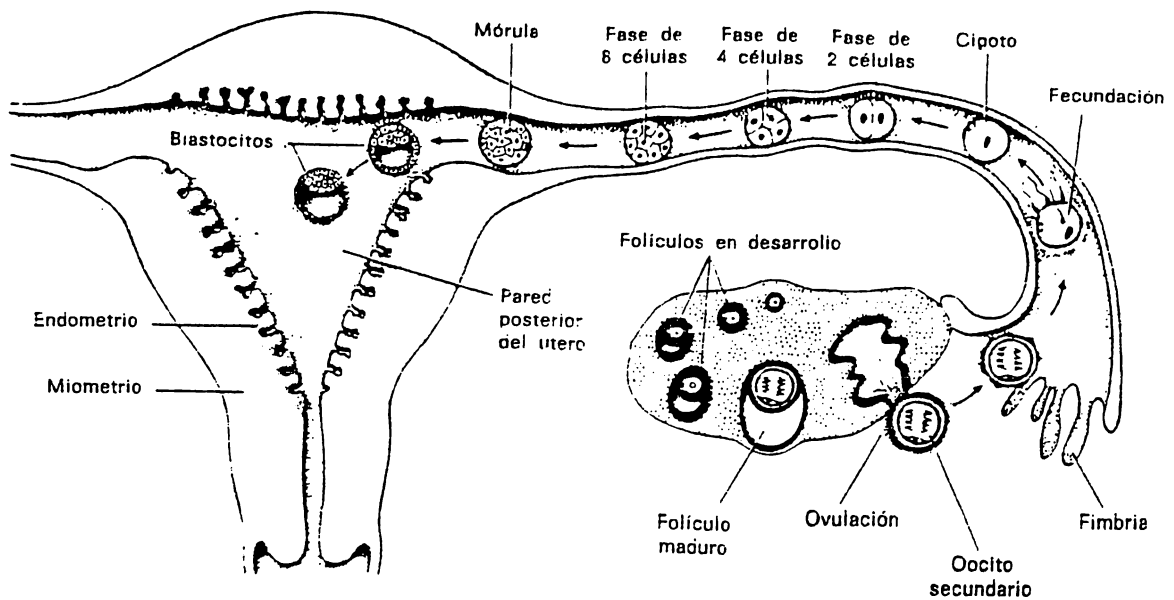


Figura 1.2. Resumen esquemático del ciclo ovárico, fecundación y desarrollo humano durante la primera semana.

b) EMBRION: Semana 3-7:

Esta etapa del desarrollo es muy importante para el área de diagnóstico, ya que la mayoría de pruebas de embarazo de uso clínico suelen ser positivas en este momento.

El sistema vascular del embrión humano aparece hacia la mitad de la tercera semana, cuando el embrión ya no es capaz de satisfacer sus requerimientos nutritivos exclusivamente por difusión.

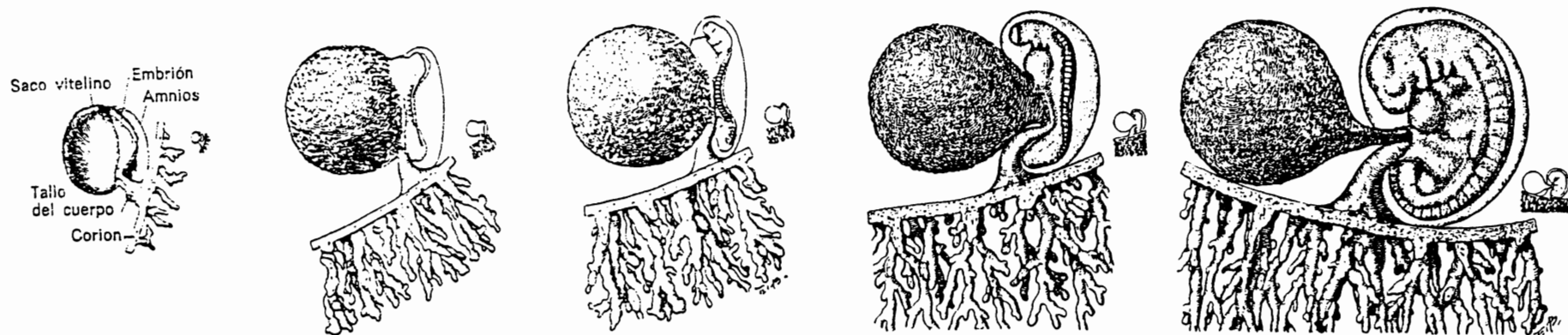
El período embrionario termina la octava semana después de la fecundación; este momento están ya presentes los comienzos de todas las estructuras esenciales, donde pasa entonces al período fetal.

Parte del período embrionario se muestra en la figura 1.3 y el desarrollo embrionario en días en la figura 1.4.

c) PERIODO FETAL: Semana 9 y siguientes.

Este período se caracteriza por la maduración de los tejidos y órganos, así como el crecimiento del cuerpo.

El sexo se distingue claramente a las 12 semanas.



A 19 días

B 21 días

C 22 días \pm 1

D 23 días \pm 1

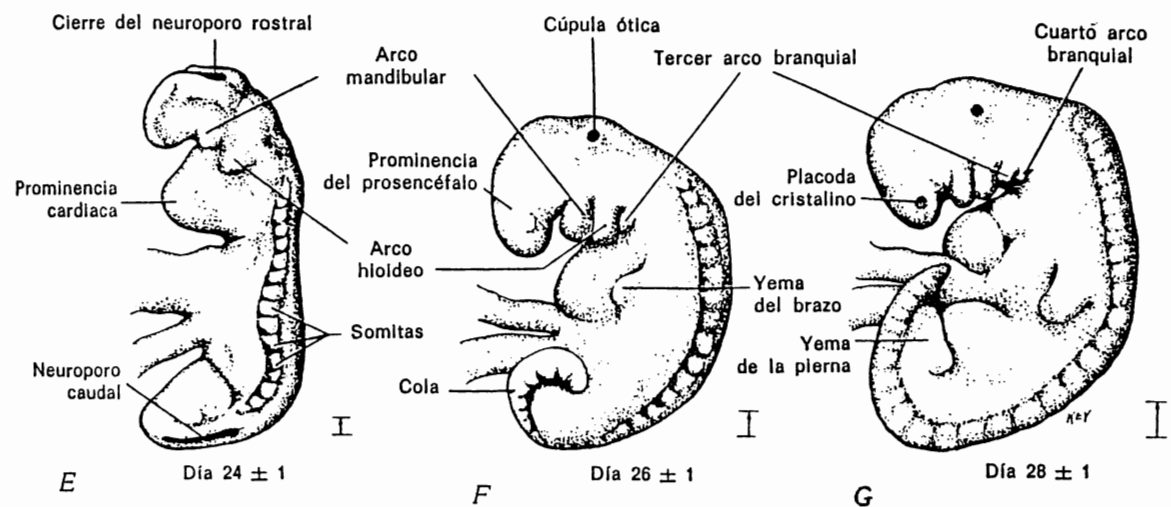

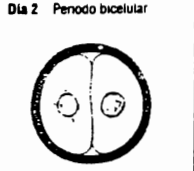
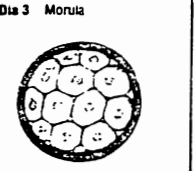

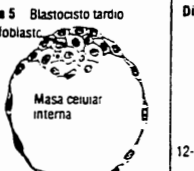
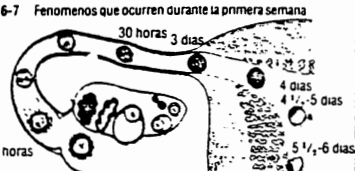

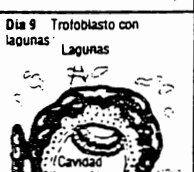
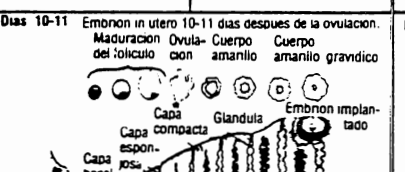
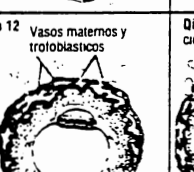
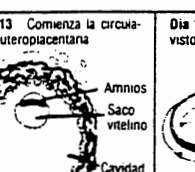
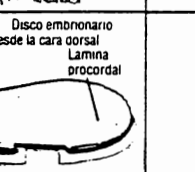
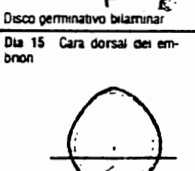
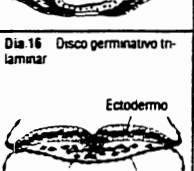
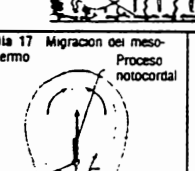
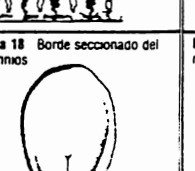
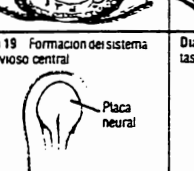
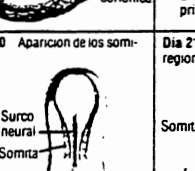
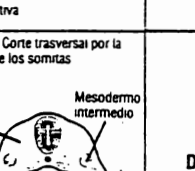
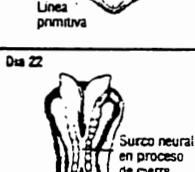
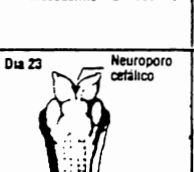
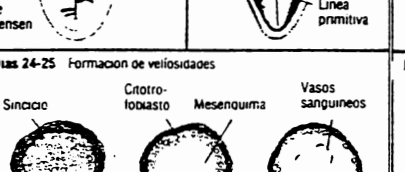
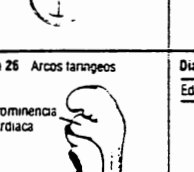
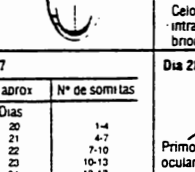
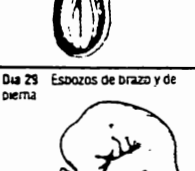
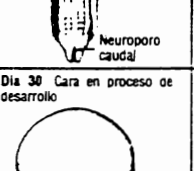
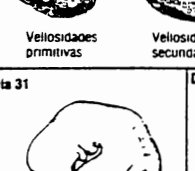
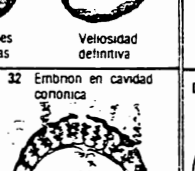
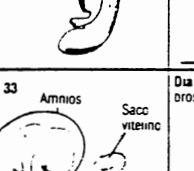
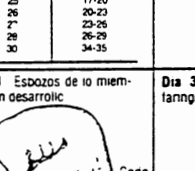
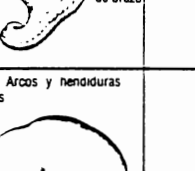
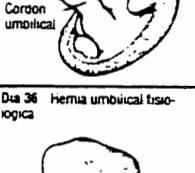
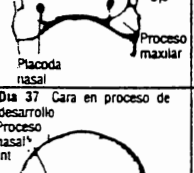
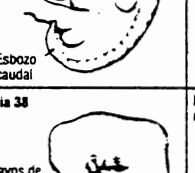
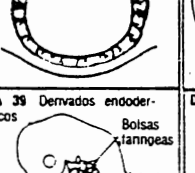
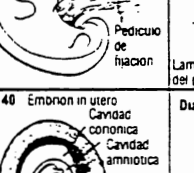
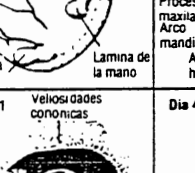
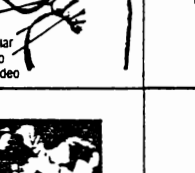
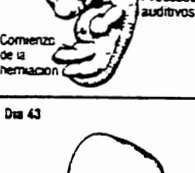
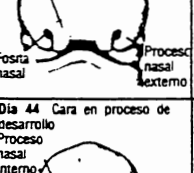
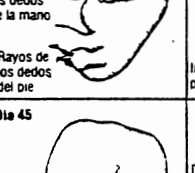
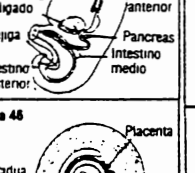
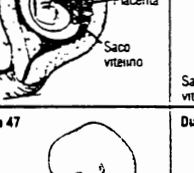
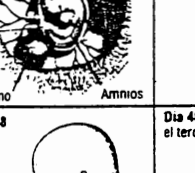
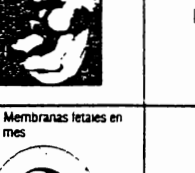


Figura 1.3 Embriones humanos precoces con sus edades correspondiente de ovulación.

Día 1 Fecundación 	Día 2 Período bicelular 	Día 3 Morula 	Día 4 Blastocisto primario 	Día 5 Blastocisto tardío Trotoblastico 	Días 6-7 Fenómenos que ocurren durante la primera semana 30 horas 3 días 12-24 horas 	1ª SEMANA DE DESARROLLO																									
Día 8  Disco germinativo bilaminar	Día 9 Trotoblasto con lagunas Lagunas 	Días 10-11 Embrion in útero 10-11 días después de la ovulación. Maduración del folículo con amarillo Cuerpo amarillo gravidico 		Día 12 Vasos maternos y trotoblasticos 	Día 13 Comienza la circulación uteroplacentaria 	Día 14 Disco embrionario visto desde la cara dorsal Lamina procordal 	2ª SEMANA DE DESARROLLO																								
Día 15 Cara dorsal del embrión  Linea primitiva	Día 16 Disco germinativo trilaminar  Ectodermo Mesodermo Endodermo	Día 17 Migración del mesodermo Proceso notocordal  Nódulo de Hensen	Día 18 Borde seccionado del amnios  Linea primitiva	Día 19 Formación del sistema nervioso central  Placa neural	Día 20 Aparición de los somitas  Surco neural Somita	Día 21 Corte trasversal por la región de los somitas  Mesodermo intermedio Somita Celoma intraembrionario	3ª SEMANA DE DESARROLLO																								
Día 22  Surco neural en proceso de cierre	Día 23 Neuroporo cefálico  Neuroporo caudal	Días 24-25 Formación de vellosidades Sincicio Ciotrotoblasto Mesenquima Vasos sanguíneos  Vellosidades primitivas Vellosidades secundarias Vellosidad definitiva		Día 26 Arcos faríngeos  Prominencia cardíaca	Día 27 <table border="1"><thead><tr><th>Edad adox</th><th>Nº de somitas</th></tr></thead><tbody><tr><td>Días</td><td></td></tr><tr><td>20</td><td>1-4</td></tr><tr><td>21</td><td>4-7</td></tr><tr><td>22</td><td>7-10</td></tr><tr><td>23</td><td>10-13</td></tr><tr><td>24</td><td>13-17</td></tr><tr><td>25</td><td>17-20</td></tr><tr><td>26</td><td>20-23</td></tr><tr><td>27</td><td>23-26</td></tr><tr><td>28</td><td>26-29</td></tr><tr><td>30</td><td>34-35</td></tr></tbody></table>	Edad adox	Nº de somitas	Días		20	1-4	21	4-7	22	7-10	23	10-13	24	13-17	25	17-20	26	20-23	27	23-26	28	26-29	30	34-35	Día 28 Placoda auditiva  Primordio ocular Esbozo de brazo	4ª SEMANA DE DESARROLLO
Edad adox	Nº de somitas																														
Días																															
20	1-4																														
21	4-7																														
22	7-10																														
23	10-13																														
24	13-17																														
25	17-20																														
26	20-23																														
27	23-26																														
28	26-29																														
30	34-35																														
Día 29 Esbozos de brazo y de pierna  Cordon umbilical	Día 30 Cara en proceso de desarrollo  Ojo Proceso maxilar Placoda nasal	Día 31  Esbozo caudal	Día 32 Embrion en cavidad conónica 	Día 33 Amnios  Saco vitelino Pediculo de fijación	Día 34 Esbozos de los miembros en desarrollo  Lamina del pie Lamina de la mano	Día 35 Arcos y hendiduras faríngeas  Proceso maxilar Arco mandibular Arco hioideo	5ª SEMANA DE DESARROLLO																								
Día 36 Hernia umbilical fisiológica  Comienzo de la herniación	Día 37 Cara en proceso de desarrollo Proceso nasal int.  Fosita nasal Proceso nasal externo	Día 38  Rayos de los dedos de la mano Rayos de los dedos del pie	Día 39 Derivados endodermicos  Bolsas faríngeas Intestino anterior Hígado Vejiga Intestino medio Intestino posterior	Día 40 Embrion in útero  Cavidad conónica Cavidad amniótica Placenta Saco vitelino	Día 41 Vellosidades conónicas  Saco vitelino Amnios	Día 42 	6ª SEMANA DE DESARROLLO																								
Día 43  Dedos de la mano Rayos de los dedos del pie	Día 44 Cara en proceso de desarrollo Proceso nasal interno  Proceso maxilar Surco lacrimonasal	Día 45  Herniación umbilical	Día 46  Deidua capsular Placenta Saco vitelino Cavidad arterial	Día 47  Dedos de la mano	Día 48  Dedos del pie	Día 49 Membranas fetales en el tercer mes  Placenta Cavidad amniótica	7ª SEMANA DE DESARROLLO																								

1.3.2 Control prenatal.

Existen varios métodos tradicionales a través de los cuales se puede determinar del desarrollo y bienestar del feto, siendo las más usadas;

- a) Evaluación del crecimiento del feto en el tiempo:
- b) Medición de la frecuencia cardíaca fetal.

a) Evaluación del crecimiento del feto en el tiempo.

Se realiza por auscultación tomando como referencia puntos definidos del cuerpo interno, de acuerdo a tablas de medidas y características promedios; en especial la longitud del feto.

b) Medición de la Frecuencia Cardíaca Fetal.

Se aprovecha en este análisis que a partir del 3er mes de embarazo, se puede escuchar los latidos del corazón del feto. Los latidos del corazón fetal juegan un papel importante ya que la información transmitida por el ritmo del corazón del niño, puede revelar su reacción a todo lo que lo rodea.

La frecuencia cardíaca fetal es aproximadamente entre 120 y 160 latidos por minuto. Un aumento o disminución de éste rango, se considera como un sufrimiento fetal:

- 100 - 120 Bradicardia leve
- Menor que 100 bradicardia intensa
- 161 - 180 Taquicardia leve
- Más de 180 taquicardia intensa.

TABLA 1. CRITERIOS PARA EL CALCULO DE LA EDAD DURANTE EL PERIODO FETAL.

EDAD (SEMANAS)		LONGITUD	LONGITUD	PESO	FETAL PRINCIPALES CARACTERISTICAS EXTERNAS
MENSTRUAL	GESTACIONAL	CG (mm)	DE LOS PIES (mm)*	FETAL (g)**	
11	9	50	7	8	Ojos cerrándose o cerrados. Cabeza más redondeada, genitales externos todavía no distinguibles como masculinos o femeninos. Los intestinos están el cordón umbilical.
12	10	61	9	14	Intestino en el abdomen. Desarrollo temprano de las uñas de los dedos de las manos.
14	12	87	14	45	Sexo distinguible externamente. Cuello bien definido.
16	14	120	20	110	Cabeza erguida. Extremidades inferiores bien desarrolladas.
18	16	140	27	200	Orejas sobresaliente de la cabeza.
20	18	160	33	320	Existencia de vernix caseosa. Desarrollo temprano de las uñas de los dedos de los pies.
22	20	190	39	460	Vello cefálico y corporal visible (lanugo).
24	22	210	45	630	Piel arrugada y roja.
26	24	230	50	820	Presencia de las uñas de los dedos de las manos. Cuerpo delgado.
28	26	250	55	1.000	Ojos parcialmente abiertos
30	28	270	59	1.300	Ojos abiertos. Pelo más abundante en la cabeza. Piel ligeramente arrugada.
32	30	280	63	1.700	Presencia de las uñas de los pies. Cuerpo más lleno.
34	32	300	68	2.100	Las uñas de los dedos de las manos llegan a las puntas de los dedos. Piel sonrosada y lisa.
38	36	340	79	2.900	Cuerpo generalmente regordete. Vello lanugo casi totalmente ausentes. Las uñas de los dedos de los pies alcanzan las puntas de ellos.
40	38	360	83	3.400	Tórax prominente; la mamas hacen protrusión. Testículos en escroto o palpables en los canales inguinales. Las uñas de los dedos de las manos se extienden más allá de sus puntas.

* Estas mediciones son promedios, de modo que no pueden aplicarse a casos específicos. Las variaciones de las dimensiones aumentan con la edad.
- CG: Craneogluteas

** Estos pesos se refieren a fetos que han sido fijados durante aproximadamente 2 semanas en formalina al 10%. Los ejemplares frescos suelen pesar un 5% menos.

1.3.3 Sufrimiento Fetal.

El sufrimiento fetal es un problema común durante el desarrollo fetal y sus consecuencias pueden llegar a ser graves. Puede presentarse durante todo el embarazo (a lo cual se denomina sufrimiento crónico) , o específicamente en la etapa final del período de gestación (sufrimiento agudo).

1.3.3.1 Sufrimiento Crónico.

Se presenta cuando la madre sufre de presión arterial alta, lo cual implica la existencia de una insuficiencia placentaria que hace que el feto sufra; por lo que el feto no logra desarrollarse adecuadamente, baja de peso e inclusive puede llegar a morir.

1.3.3.2 Sufrimiento Agudo.

Se presenta en el momento del parto y es debido especialmente a:

- 1) Prolongación del parto.
- 2) Circulares del cordón umbilical (cuando el cordón umbilical se ha enrollado en el cuello del niño).
- 3) Tensión arterial alta de parte de la madre.
- 4) Estrechez pélvica. Etc.

1.3.4 Contracción Uterina.

Se llama contracción uterina, a la acción cuando el útero se contrae y la presión dentro de la cavidad amniótica sube.

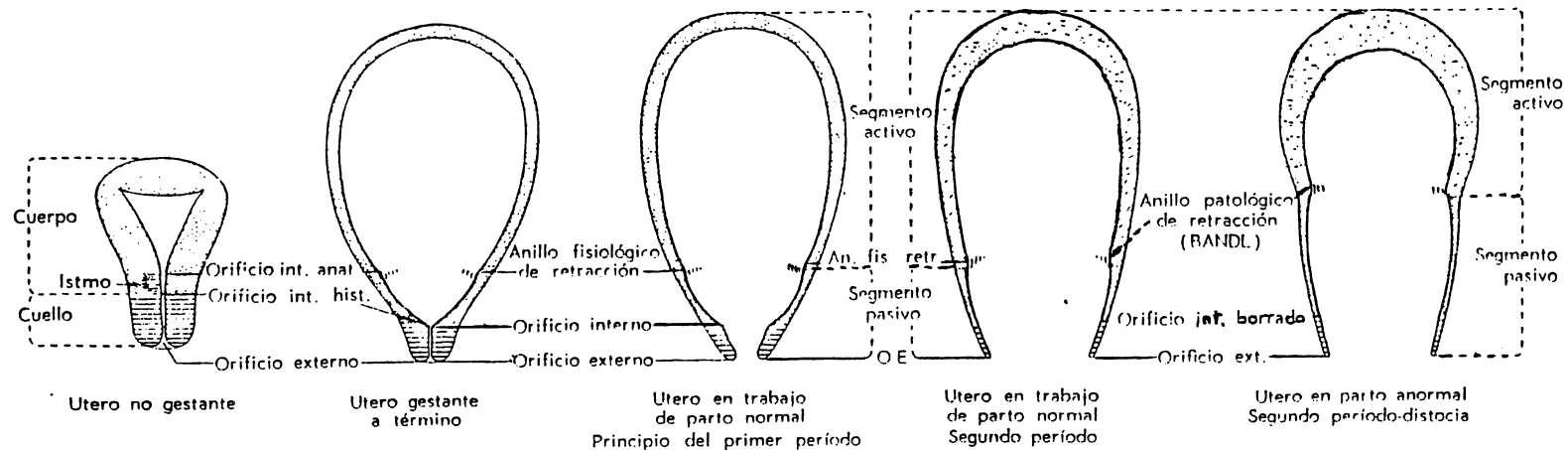
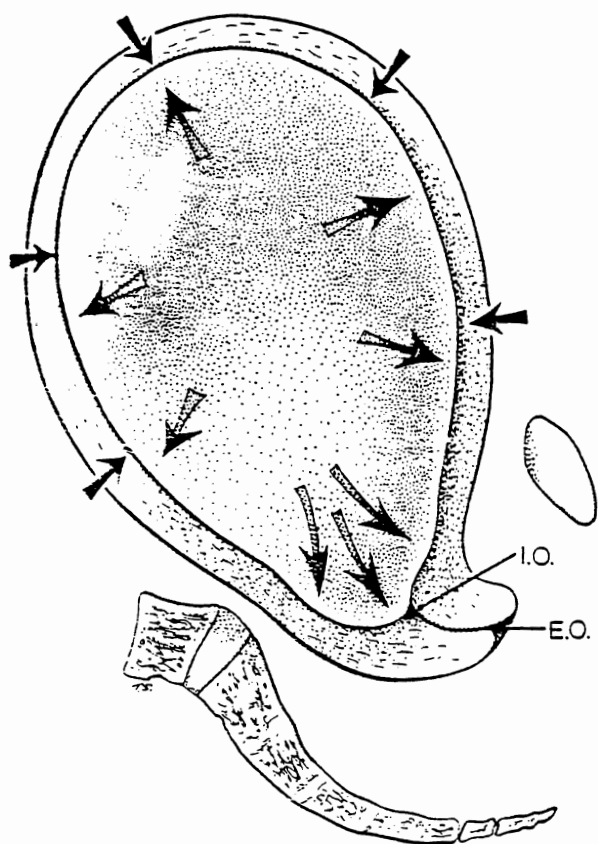
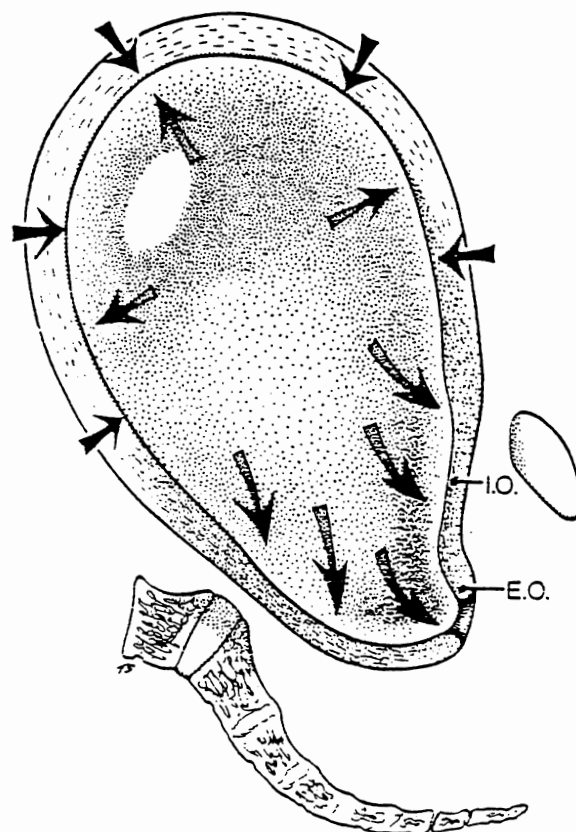


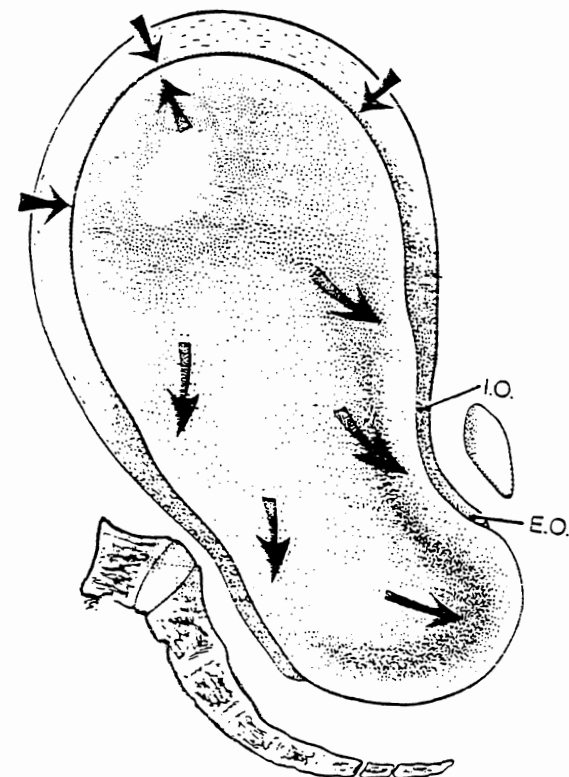
Fig. 12-1.7. Secuencia del desarrollo de segmentos y anillos en el útero gestante. Adviértase la comparación entre el útero no gestante, útero a término y útero durante el parto.



A.



B.



C.

Figura 1.5. Acción hidrostática de las membranas:
 A) Producción del borramiento y dilatación.
 B) Al completarse el borramiento.
 C) Con dilatación cervical completa.

El útero tiene una presión característica: si se compara la presión de la cavidad abdominal con la presión del líquido amniótico de un útero en reposo, podrá notarse un cierto grado de presión al que se le conoce como: **TONO**, el cual no es más que la presión mínima que mantiene al útero cuando está en reposo.

Al aumentar la presión dentro de la cavidad uterina, es como una bolsa de agua dentro de la que está el feto y ya que el agua es incompresible a la presión, se logra entonces que el fondo del útero tienda a impulsar el feto hacia abajo, de modo que la cabeza fetal forma una cuña que va abriendo el cuello o cervix.

1.3.4.1 Tipos de Contracciones Uterinas:

Existen dos tipos de contracciones uterinas:

- A- Falsas o de Braxton Hicks.
- B- Verdaderas.

A. Contracciones de Braxton Hicks:

A partir del primer trimestre de embarazo el útero experimenta contracciones irregulares, indoloras, que en el segundo trimestre pueden ser detectadas por exploración. El útero se endurece en forma transitoria y vuelve después a su estado original. Dado que fué Braxton Hicks quien primero llamó la atención sobre éste fenómeno, las contracciones llevan su nombre. Aparecen esporádicamente y no suelen ser rítmicas. Hasta el último mes de embarazo éstas contracciones no suelen ser frecuentes. Su frecuencia aumenta durante la última o las últimas

dos semanas, cuando pueden aparecer cada 10 ó 20 minutos y adquirir cierto ritmo. Estas contracciones en las últimas fases del embarazo pueden producir molestias y determinar el denominado falso parto. Son contracciones propias del útero para aumentar su circulación.

B. Contracciones Verdaderas:

Se producen aproximadamente 72 horas antes del parto y son capaces de producir cambios en el cuello uterino, para dar inicio al parto real.

1.3.5 Diagnóstico del Parto.

Aunque el diagnóstico diferencial entre el parto real y falso es a veces difícil, suele poder establecerse de acuerdo a las siguientes características:

1.3.5.1 Contracciones del Parto Real.

Se producen a intervalos regulares.

- Los intervalos se acortan gradualmente

La intensidad aumenta de forma gradual.

- Se manifiestan en el abdomen y la espalda

Se dilata el cuello uterino.

No se eliminan con sedación.

1.3.5.2 Contracciones del Falso Parto.

- Se producen a intervalos irregulares.

Los intervalos son prolongados.

Se mantiene la intensidad.

El dolor se manifiesta principalmente en el bajo abdomen.

El cuello no se dilata.

- Suelen desaparecer con sedación.

1.4 Operación Cesárea.

La operación cesárea o parto por césarea, se define como el parto del feto a través de incisiones de la pared abdominal (laparotomía) y la pared uterina (histerotomía).

Normalmente, la cesárea se emplea cada vez que se piensa que un retraso ulterior en el parto, podría comprometer gravemente al feto, a la madre o bien a ambas y cuando es imposible que un parto por vía vaginal tenga lugar sin riesgo.

Recientemente, el empleo de la cesárea aumentó a un ritmo acelerado en gran parte a causa del amplio interés que se le otorga al reconocimiento del sufrimiento fetal o sospechado. Otra posible razón de este aumento, es que la mitad de las mujeres embarazadas son nulíparas (primer embarazo), siendo un problema común en ellas la hipotensión inducida por el embarazo.

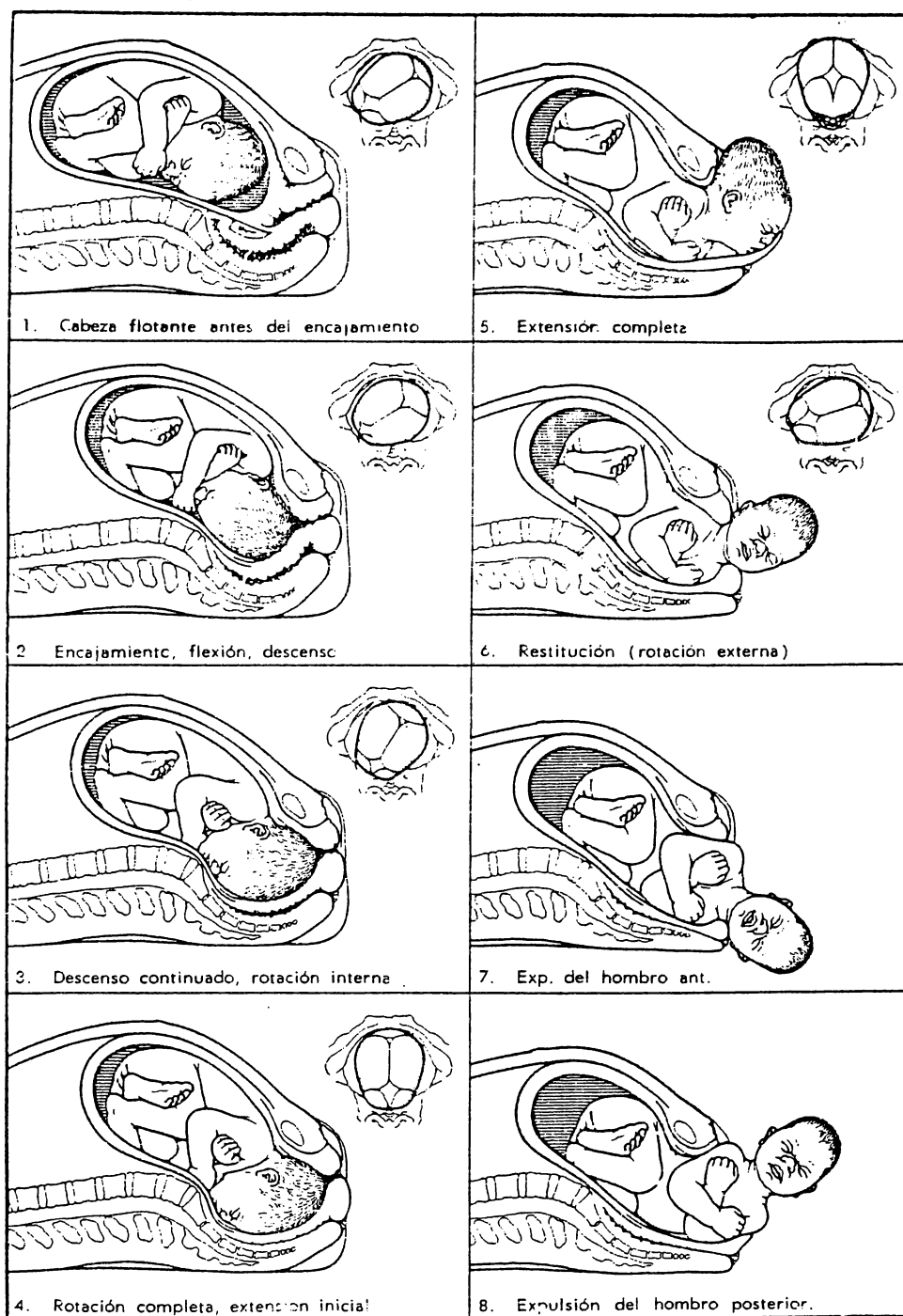


Figura 1.7 Movimientos principales en el mecanismo del parto; posición occipital izquierda.

1.5 Monitorización Electrónica de la Frecuencia Cardíaca Fetal (FECG) y las Contracciones Uterinas (UC).

Con el fin de detectar el sufrimiento fetal durante el parto, se recomienda el registro continuo de la frecuencia cardíaca fetal junto con la determinación de los cambios de presión generados por las contracciones uterinas.

Con cada contracción uterina se produce una reducción variada y transitoria del flujo de sangre materna oxigenada a través de los espacios intracotiledónicos de la placenta.

Puede decirse que el parto constituye una prueba de esfuerzo para el feto; el cual puede presentar problemas debido a:

- 1) Enfermedad fetal intrínseca.
- 2) Enfermedad placentaria.
- 3) Compresión del cordón umbilical
- 4) Enfermedad materna.
- 5) Analgésicos o anestésicos administrados, etc.

Debido a esta necesidad, es que se ha creado un equipo de detección y registro electrónico para el control del corazón fetal y de las contracciones uterinas: " MONITOR FETAL ANTE PARTO " . figura 1.8.

Su forma de trabajo y respuesta presenta a continuación:

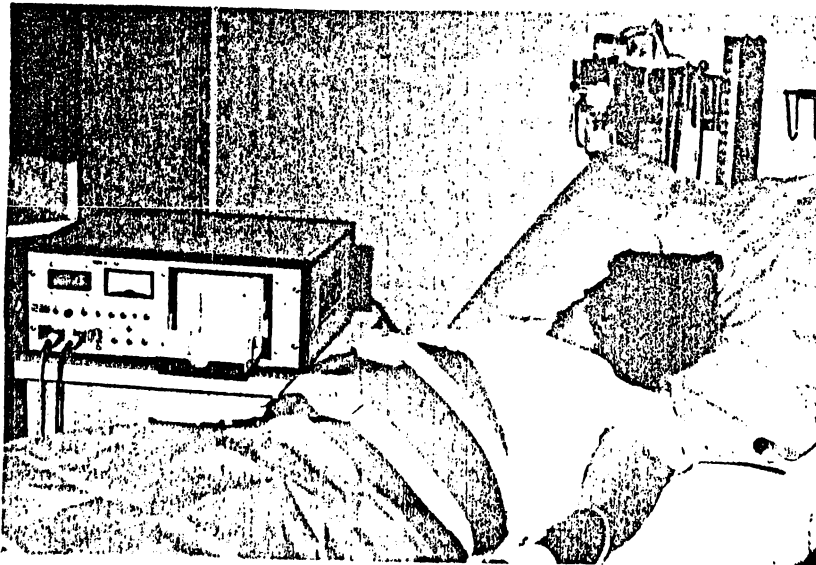
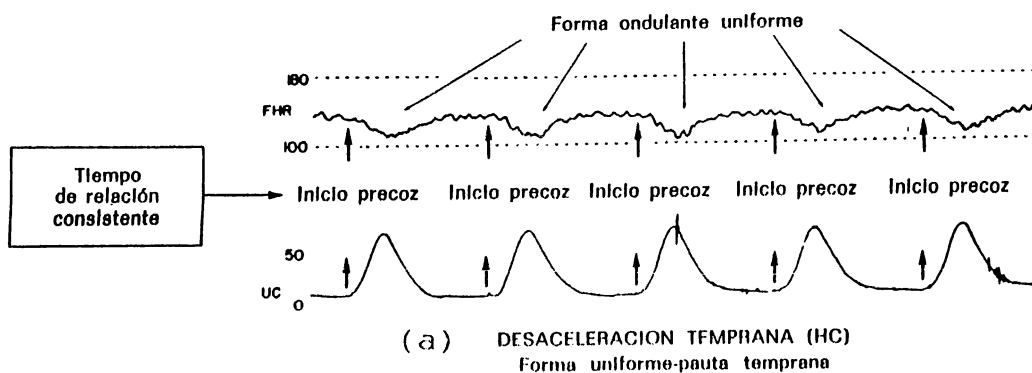


Figura 1.8: Monitoreo Fetal. El detector superior fijado al abdomen detecta las contracciones uterinas por las alteraciones de la curvatura abdominal. El inferior detecta la actividad cardiaca fetal gracias al principio Doppler y los ultrasonidos.

1.5.1 Gráficas de Monitoreo.

La respuesta a los cambios en la FHR de parte del monitor consiste en una gráfica de onda. El tipo de gráficas, así como el papel del obstetra, se describen a continuación.



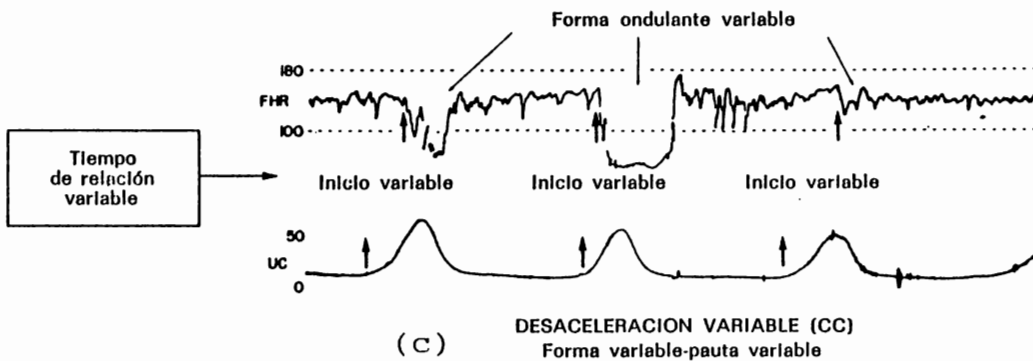
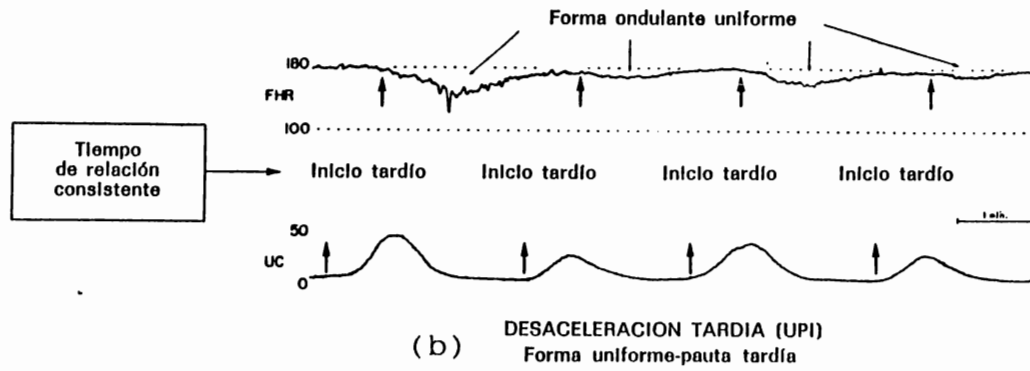
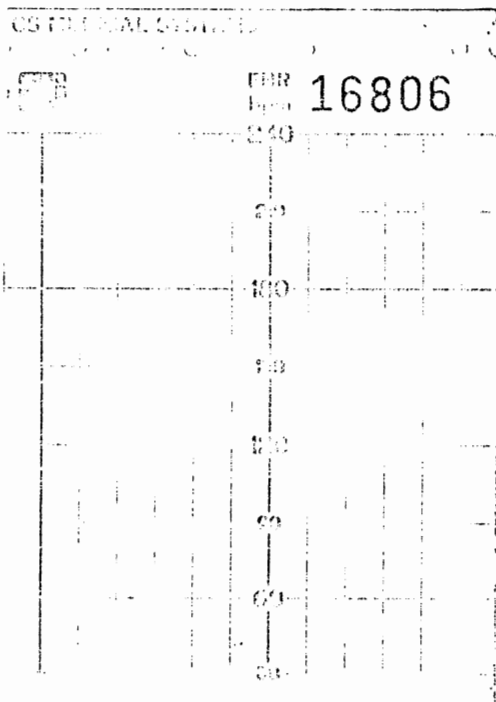


Figura 1.9 (a)(b)(c) Desaceleraciones de la frecuencia cardiaca fetal en relación con el tiempo de inicio de las contracciones uterinas.



(a)

HA
16806

(b)

Figura 1.10 Papel para graficas:
(a) Graficas FECG
(b) Graficas UC.

1.5.2 Pruebas electrónicas del Bienestar Fetal.

Normalmente, se utilizan dos técnicas mediante las cuales se investigan los cambios de la FECG para intentar valorar el bienestar del feto. Una se denomina prueba estresante por contracciones (prueba de oxitocina o DIP I), y la otra es la prueba no estresante o prueba de aceleración del corazón fetal.

A) Prueba Estresante.

Esta prueba se basa en la respuesta del corazón fetal a las contracciones uterinas.

La actividad uterina se determina con un transductor tocográfico.

Dicha actividad uterina y la FECG se registran durante 30 minutos. En ausencia de la actividad uterina espontánea se administra oxitocina IV. Con una dosis inicial de 0.5 mU/min. la cual se duplica cada 15 ó 20 minutos, hasta conseguir contracciones uterinas de 40 a 60 latidos por minuto con una frecuencia de 3 cada 10 minutos.

Esta prueba se recomienda durante el tercer trimestre de embarazo, siempre que se sospeche que el feto está en peligro.

B) Prueba No Estresante.

Se le conoce también como prueba de aceleración del corazón fetal, y se basa en el hecho que los movimientos fetales se

suelen acompañar de una aceleración transmisora del ritmo cardíaco fetal.

Para detectar los latidos fetales, se coloca un transductor ultrasónico. Cada vez que la madre nota un movimiento fetal, oprime un botón para registrar el instante del movimiento sobre la misma tira de papel en que se registró la frecuencia cardíaca del feto.

La prueba generalmente se considera normal cuando 3 o más movimientos fetales se acompañan de una aceleración de la frecuencia cardíaca fetal de 15 latidos/minuto o más. La falta de aceleración con los movimientos fetales se juzga anormal.

CAPITULO II. ASPECTOS FISICOS DEL ULTRASONIDO.

2.0 Propagación del Sonido:

El sonido es una forma de energía que se propaga en un medio bajo la forma de una serie de ondas de presiones sucesivas. Por el contrario, en ausencia de medio (el vacío) no hay propagación.

La velocidad de propagación está en función de las propiedades del medio a través del cual se realiza dicha propagación. Esta velocidad será más alta cuando mayor sea la densidad del medio. La Tabla 2.1 muestra las diferentes velocidades de propagación a través del cuerpo humano:

Tejido o Materiales	Velocidad (mts/seg)
(a) Aire	331
(b) Grasa	1.450
(c) Agua	1.495
(d) Tejido Blando	1.540
(e) Riñón	1.561
(f) Músculo	1.585
(g) Huesos	4.080

Tabla 2.1

En los tejidos blandos, las velocidades son semejantes a la del agua y del orden de 1540 mt/seg (Este valor es el que se utiliza generalmente para la calibración de los aparatos).

Al tipo de ondas, en donde las moléculas vibran de un lado a otro de su posición de reposo, a lo largo de la dirección de propagación de la onda, se llama onda longitudinal.

La velocidad de la onda está definida como la relación entre la distancia recorrida, dividida entre el tiempo empleado:

$$v = \frac{d}{t}$$

2.2 Clasificación de los Sonidos:

CATEGORIAS	FRECUENCIAS (Hz)
(a) Ultrasonido	Mayores de 20.000
(b) Sonidos Audibles	16 - 20.000
(c) Infrasonidos	Menores de 16

2.3 Parámetros y Unidades Básicas de las Ondas.

Los diferentes conceptos y fórmulas considerados a continuación como parte del estudio de la propagación de ondas en un medio material, son válidos tanto para sonido audible como para los ultrasonidos.

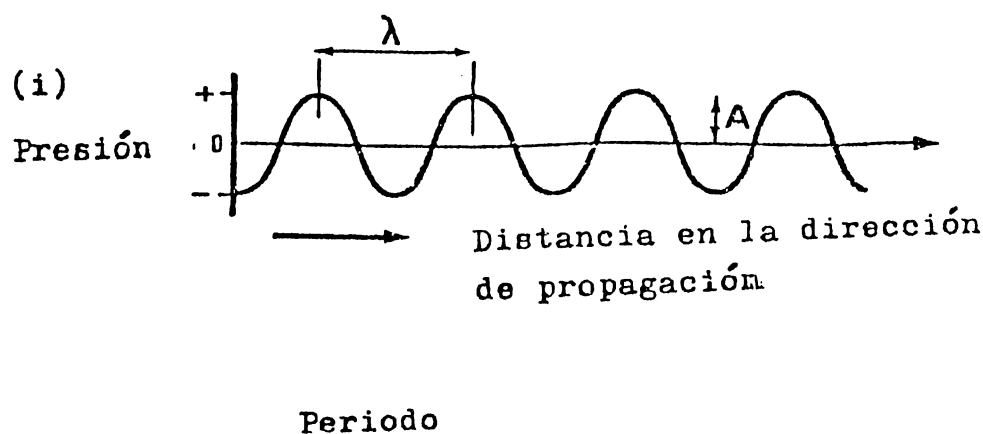
2.3.1. El desplazamiento (u) de la partícula es igual a la distancia respecto a su posición de equilibrio; función tanto de la posición de equilibrio (x), como del tiempo (t), de manera que puede decirse que $u(x,t)$. En una onda sinusoidal, todas las partículas que participan en el movimiento de la onda vibran con un movimiento armónico simple alrededor de la posición de equilibrio respectiva.

2.3.2. Amplitud de \dots el valor máximo de desplazamiento, o sea, el número de picos de mil. en decibelios (dB).

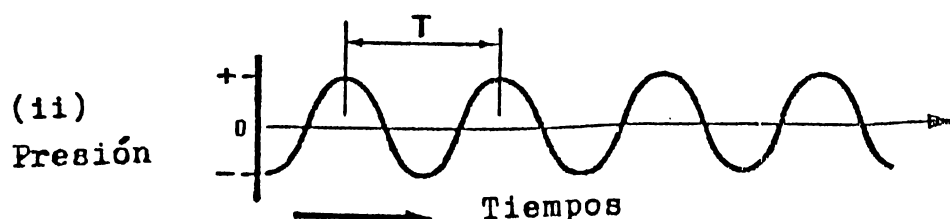
2.3.3. Longitud de onda (λ). Es la distancia entre dos partículas consecutivas cualquiera que encuentren vibrando en fase; en otras palabras, la distancia que recorre un ciclo completo de una señal; se mide en milímetros.

2.3.4. Período (T). Tiempo requerido para completar un ciclo de movimiento de una partícula; su unidad es microsegundo ($\mu\text{seg.}$).

2.3.5. Frecuencia (F). Número de ciclos por segundo efectuados por la onda; se mide en Perls.



λ mm
T $\mu\text{sec.}$
A dB
f MHz



La expresión que da el desplazamiento de una partícula en función de la posición puede escribirse así:

$$u(x,t) = a \operatorname{Sen} \left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda} \right)$$

Así mismo, la frecuencia (f), puede relacionarse con el período mediante:

$$f = \frac{1}{T}$$

La frecuencia angular " ω " se define como:

$$\omega = 2\pi f$$

El desplazamiento puede encontrarse también en función de la frecuencia:

$$u(x,t) = a \operatorname{Sen} (2\pi f t - 2\pi x / \lambda) = a \operatorname{Sen} 2\pi (f t - x / \lambda)$$

La velocidad de la onda (c), está relacionada con λ y f ya que, durante un período del movimiento de una partícula la onda avanzará una distancia igual a una longitud de onda.

Por tanto: $c = \lambda / T = \lambda f$

El valor máximo de esta velocidad viene dado por

$$V_{\max} = a 2\pi f = a \omega$$

Debe considerarse que la velocidad (c) es un parámetro constante para un medio dado, por lo que un aumento en la frecuencia originaría una longitud de onda más pequeña. Lo cual es importante, ya que el límite de resolución de un sistema lo determina la longitud de onda, por lo que un aumento en la frecuencia traerá consigo un aumento de la resolución del sistema.

2.3.6. Potencia. La potencia de una onda sonora está definida, como la cantidad de energía que pasa, durante un tiempo determinado, a través de una superficie perpendicular al haz. Su unidad es el vatio o watt.

2.3.7. Intensidad. Se define a la intensidad, como la potencia por unidad de superficie y su unidad es: watt / cm².

En la siguiente tabla, se muestran las intensidades usadas para las diferentes aplicaciones médicas:

APLICACION	INTENSIDAD (W/cm ²)
(a) Cirugía	10
(b) Terapia	1 - 3
(c) Diagnóstico	0.001 - 0.1

Tabla 2.2. Intensidades Sonoras empleadas en medicina.

2.4. Ultrasenidos:

El término Ultrasonido se refiere a vibraciones en un medio material similar a las ondas que se propagan en el agua en donde la elevación para su percepción es de 16000 longitudes de onda. En forma amplia podría definirse entonces a ultrasonido como una onda acústica con una frecuencia mayor que el rango audible del ser humano (20 - 20 KHz.).

El desarrollo de los generadores modernos y detectores ultrasónicos y toda la tecnología ultrasonora actual, proviene principalmente del aprovechamiento de la piezoelectricidad y de las técnicas electrónicas modernas.

La piezoelectricidad fue descubierta por los hermanos Curie en 1880. Ellos descubrieron que al aplicar ciertos materiales a esfuerzos mecánicos externos, se creaban en ellos un campo eléctrico, apareciendo cargas de signo opuesto en las superficies

opuestas. Posteriormente Lippmann predijo el efecto inverso consistente en la deformación mecánica en ciertos materiales, al someterlos a la acción de un campo eléctrico externo.

Los ultrasonidos se generan por medio de transductores piezoeléctricos como el cuarzo (natural), el titanato de bario y el titanato de zirconato de plomo (artificiales).

2.4.1. Propiedades del Ultrasonido.

Entre las propiedades más importantes del ultrasonido, se pueden mencionar:

- 1) Propagación en línea recta.
- 2) Poseen escasa difracción (debido a su frecuencia).
- 3) Tienen absorción exponencial.
- 4) Están sujetos a las leyes de refracción y transmisión.

2.4.2. Efectos físicos de los Ultrasonidos

En cuanto a la interacción biológica de los rayos ultrasónicos con las ondas ultrasónicas, todos los estudios realizados hasta la actualidad, no han podido poner en evidencia ningún efecto biológico. Sin embargo, siempre es recomendable tener aspectos como: frecuencia, tiempo de irradiación, intensidad del rayo y ciclo de trabajo; ya que la finalidad es utilizar la mínima intensidad ultrasónica que permita obtener una imagen aceptable para un diagnóstico.

A diferencia de los rayos "X", los ultrasonidos no constituyen una fuente de radiación ionizante, pero sí producen algunos efectos tales como:

2.4.2.1. Efectos Térmicos.

En su propagación, los ultrasonidos producen calor, el cual es causado por agitación del sonido en las células, las cuales

son afectadas según la naturaleza del tejido.

2.4.2.2. Efectos Mecánicos.

Se deben a las vibraciones de pequeña amplitud y dan como resultado:

- Desgasificación
- Rotura de macromoléculas
- Cavitación (Se emplea este término para definir la creación y comportamiento dinámico de burbujas de gas en medios irradiados ultrasónicamente. Se produce al utilizar intensidades muy fuertes con frecuencias débiles).
- Emulsión de sustancias no miscibles.

2.4.2.3. Efectos químicos.

Hacen que las reacciones químicas incrementen, sobre todo, si se está en presencia de cavitación.

2.4.2.4. Efectos Biofísicos.

Entre los efectos biofísicos producidos están: el efecto esterilizante, favorece el metabolismo celular y mejora el riego sanguíneo.

2.4.3. Formación del Haz Ultrasonico.

La forma de un haz ultrasónico es función de la construcción de Huygens como se muestra en la figura 2.2. La energía ultrasónica generada por una fuente puntual se propaga en forma de una serie de ondas esféricas en expansión (Figura 2.2 (a)). Si se considera que el transductor está formado por un gran número de fuentes puntuales, y que las ondas que provienen de cada una de ellas están en fase, las ondas esféricas individuales se reforzarán las unas a las otras, a lo largo de un frente de ondas, que se propagará como se muestra en la fig. 2.2 (b). Sin embargo en ciertas zonas, las máximas y los mínimos coinciden, esto da lugar a una concentración del campo ultrasónico a lo largo del haz (Figura 2.2 (c)).

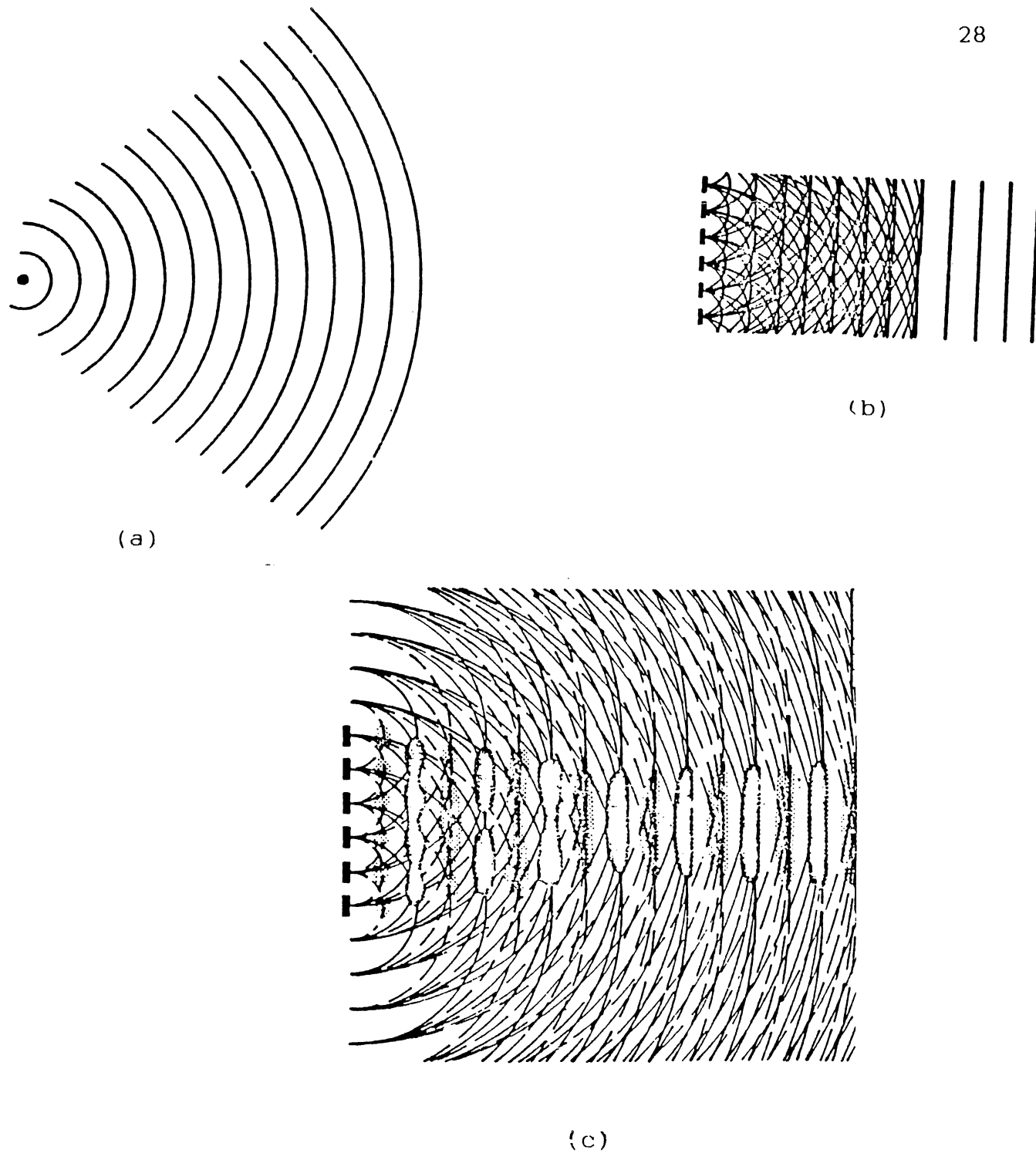


Figura 3.2 Formación de un R. Ultrasonico según la construcción de Baggner.

- a) Generación por una fuente puntual.
- b) Generación por una fuente lineal.
- c) Concentración del campo ultrasonico
lo largo del tiempo.

2.4.4. Resolución.

La resolución o poder separador de un sistema es la distancia más pequeña que separa a dos objetos para que puedan ser distinguidos. La cantidad de información contenida en una imagen será mayor cuanto mayor sea la resolución (la resolución no debe confundirse con el tamaño mínimo de los objetos que pueden verse en la pantalla).

2.4.4.1. Resolución Longitudinal

Es la mínima distancia de separación de dos objetos situados a lo largo del haz ultrasónico que se pueden distinguir en la pantalla (poder de separación).

Como puede verse en la figura 2.3, la resolución longitudinal de un aparato de ultrason es función de la longitud de los impulsos y del sistema de visualización.

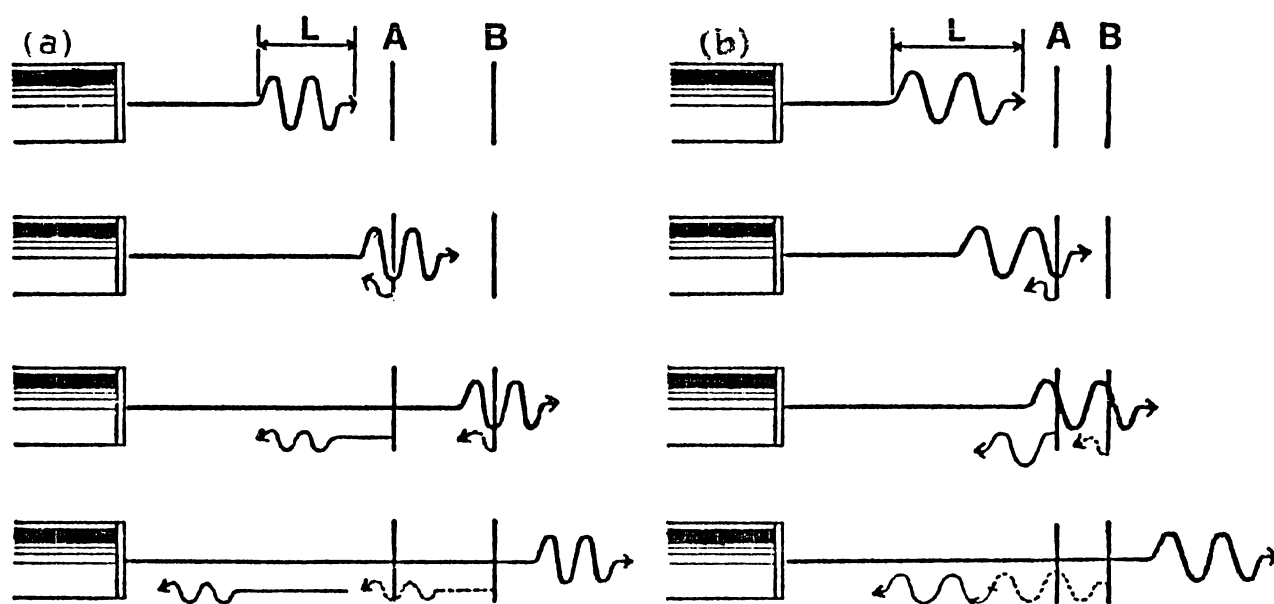


Figura 2.3. Resolución longitudinal en un aparato ultrasónico.

En la figura 2.3 (a) los puntos A y B están separados por una distancia mayor que la del impulso "L". En (b) los puntos A y B están separados por una distancia menor que la del impulso "L".

recibirá dos ecos separados.

En la figura 2.3 (L) la distancia A - B es menor que la distancia de la longitud del impulso "L". En este caso los ecos superponen y el transductor detecta solamente un eco.

De acuerdo a lo anterior, cuanto mas corta sea la longitud del impulso, mayor será la resolución: el límite viene dado por la longitud de onda del haz.

Las frecuencias inferiores a 1 MHz. no son útiles para el diagnóstico por ultrasonidos debido a la gran divergencia del haz; y para frecuencias superiores a 15 MHz. tampoco se utilizan por su insuficiente poder de penetración.

2.4.5. Focalización.

La forma del haz también puede ser corregida por focalización. Las ondas ultrasónicas pueden ser focalizadas con la ayuda de lentes de la misma forma que en óptica.

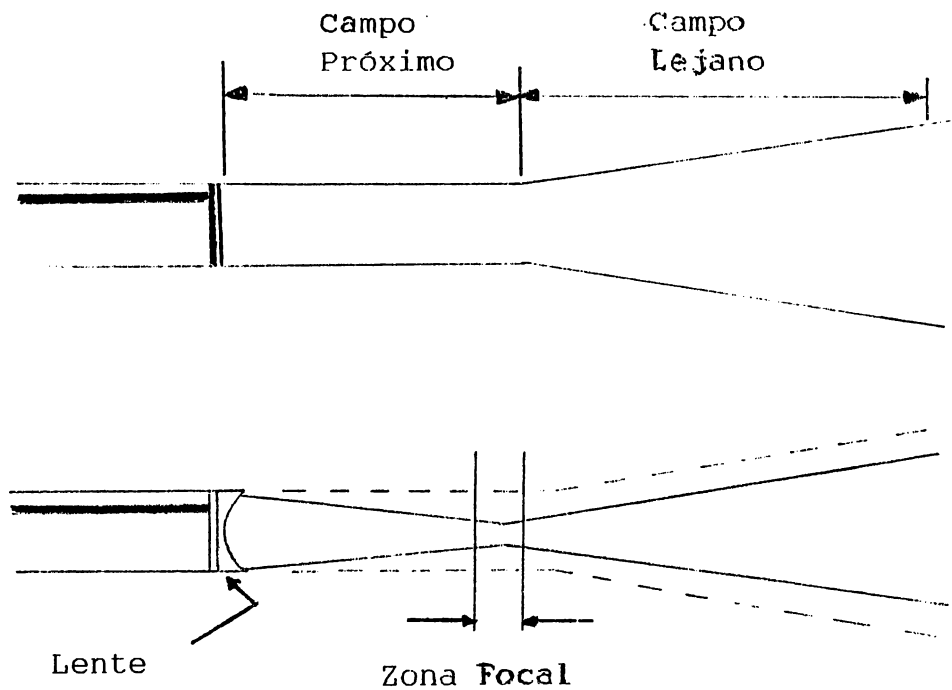


Figura 2.4 Efecto de la Focalización sobre la Forma de Haz.

Una lente acústica se presenta en general bajo la forma de una delgada lámina plástica, que se pone delante del cristal cerámico. Utilizando una superficie cóncava, el haz es focalizado a lo largo de una zona estrecha llamada zona focal, donde existe un aumento de la intensidad; pasada esta zona el haz diverge.

La distancia focal, es la distancia que existe entre la superficie del transductor y el punto donde el haz es más estrecho.

Generalmente, en Ginecología y Obstetricia, se utiliza una distancia focal entre 9 y 13 cm. Para examinar estructuras superficiales, se utilizan distancias focales más cortas.

2.4.6. Atenuación de la Onda Vibratoria.

La intensidad de una onda decrece constantemente a medida que se propaga a través de un tejido y esto es función de tres factores:

1. Divergencia.
2. Absorción.
3. Reflexión.

En una primera aproximación, la atenuación de un haz ultrasónico, en un tejido humano blando es del orden de:

1 dB/cm/MHz. Así la estructura situada a una profundidad de 10 cm., la atenuación es del orden de 30 dB/MHz, ya que hay que contar el trayecto de ida y el de vuelta. Para un transductor de 2 MHz, esto representa una atenuación de 40 dB, lo que corresponde a una reducción de la amplitud de la señal en una relación de 100. Para un transductor de 3 MHz, la relación es de 100. Como puede verse, la atenuación crece rápidamente con el aumento de la frecuencia.

2.4.6.1. Divergencia.

A medida que aumenta la divergencia de un haz, su energía se reparte sobre una superficie cada vez más grande; por lo tanto, la intensidad (potencia por unidad de superficie) decrece.

2.4.6.2. Absorción.

Cuando una onda vibratoria se propaga en un medio, las moléculas de este medio vibran. Esta vibración es frenada por las fuerzas de fricción, y la energía así empleada se transforma en calor. Este proceso es la base de la diatermia ultrasónica y de ciertas utilizaciones terapéuticas de los ultrasonidos.

La energía es absorbida continuamente por los tejidos a lo largo del haz y será tanto más absorbida, cuanto más elevada sea la frecuencia. Esta pérdida de energía es igualmente función del tipo de tejidos atravesados.

El coeficiente de absorción es función de la frecuencia. Los huesos absorben 10 veces más energía que los tejidos blandos, y estos, 10 veces más que los tejidos líquidos, incluidos la sangre, el líquido amniótico y la orina. Para los fluidos no biológicos, tales como el agua, esta función es proporcional al cuadrado de la frecuencia. Para ciertas frecuencias limitadas, el coeficiente de absorción de los tejidos blandos es proporcional a la frecuencia; mientras que para los huesos, esta variación es más compleja.

2.4.6.3. Reflexión.

Cuando una onda ultrasonora atraviesa dos medios de distinta impedancia acústica, una parte de la onda es reflejada, el resto continuará su propagación. Esta onda reflejada es el origen de todos los aparatos de ecografía.

La impedancia acústica (Z) de un tejido, se define como el producto de la densidad del tejido " ρ ", por la velocidad del sonido " V " en el tejido:

$$Z = \rho \times V$$

2.5 Efecto Doppler.

Para poder entender de forma mas clara el comportamiento y la utilización del ultrasonido es necesario conocer el efecto Doppler:

Considérese una superficie móvil que es reflectora (figura 2.5 a,b,c). Si este se desplaza hacia el transductor (figura 2.5b)

el número de ondas por segundo recibidas por el transductor aumentará. Si por el contrario la superficie se aleja del transductor (figura 2.5 c), se observará que entonces la frecuencia reflejada es más baja que la emitida.

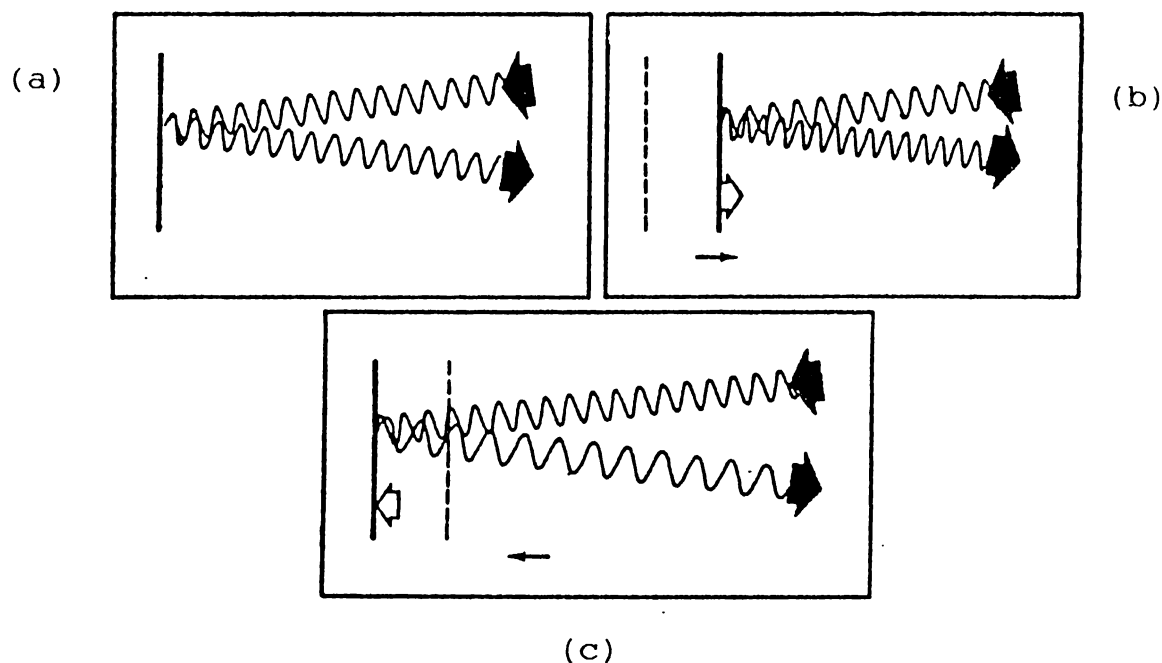


Figura 2.5. Efecto Doppler en una superficie reflectora.
 a) Superficie estacionaria.
 b) Superficie desplazada hacia el transductor.
 c) Superficie alejada del transductor.

2.6. Transductores.

Los transductores son dispositivos que convierten un tipo de energía en otro, para propósitos de medida o control. En el caso del ultrasonido, se reconocen dos funciones:

- 1) Conversión de oscilaciones eléctricas de AC en vibraciones mecánicas.

- 2) Conversión de vibraciones acústicas en oscilaciones de AC de la misma frecuencia.

2.6.1. Tipos de Transductores.

Existen diferentes tipos de transductores ultrasónicos y dependiendo su aplicación, así será su forma y frecuencia de trabajo. El número de cristales utilizados por el transductor, dependerá de su modo de funcionamiento:

- i) Modo continuo (necesita 2 cristales: emisor y receptor).
- ii) Modo pulsado (sólo utiliza 1 cristal: emisor/receptor).

Los tipos de transductores más utilizados son:

- a) La onda o transductor Doppler (para captación de actividad cardíaca fetal).

2.6.1.1. Transductores Piezoelectrónicos.

Debido a que es imposible el desarrollo de osciladores mecánicos que funcionen a frecuencias extremadamente altas, se hace necesario encontrar un medio alternativo de generación de ultrasonido. La forma más común de conseguir esto en la actualidad es la generación de osciladores eléctricos de la frecuencia requerida y su posterior conversión en osciladores mecánicos. De esta manera es posible definir la frecuencia con bastante precisión. Los componentes activos que convierten las oscilaciones eléctricas y ultrasónicas reciben el nombre de transductores. La manera más normal de llevar a cabo las conversiones electromagnéticas por la generación y detección del ultrasonido, consiste en el empleo de la propiedad conocida como Piezoelectricidad.

Cuando una porción de un cristal eléctricamente aislante, se comprime aplicando fuerzas en sus superficies, ocasionará una ligera deformación y si la simetría de la estructura interna del cristal cumple determinadas condiciones, pueden aparecer cargas eléctricas sobre el cristal (figura 2.6), positivas en una superficie y negativas en la opuesta. En el interior del cristal se crea un campo de potencial electrostático. Si eliminan las fuerzas externas, las cargas desaparecen. Un cristal que muestre este fenómeno recibe el nombre de Piezoeléctrico.

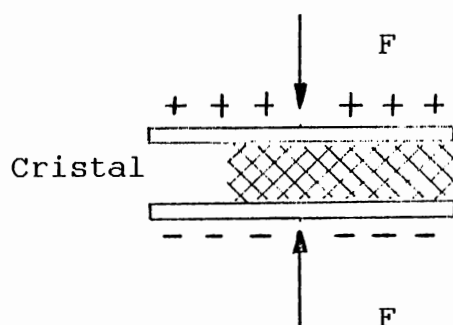


Fig. 2.6. Efecto piezoeléctrico.

El efecto contrario al piezoeléctrico, supone que al colocar un cristal piezoeléctrico en un campo eléctrico, el cristal adquirirá cierta deformación; si se elimina el campo eléctrico, la deformación desaparecerá (una manera conveniente de producir el campo consiste en recubrir las superficies de la placa con una película conductora y aplicar un voltaje entre estos recubrimientos metálicos).

La existencia de la propiedad piezoeléctrica depende de la disposición interna de los átomos en el cristal.

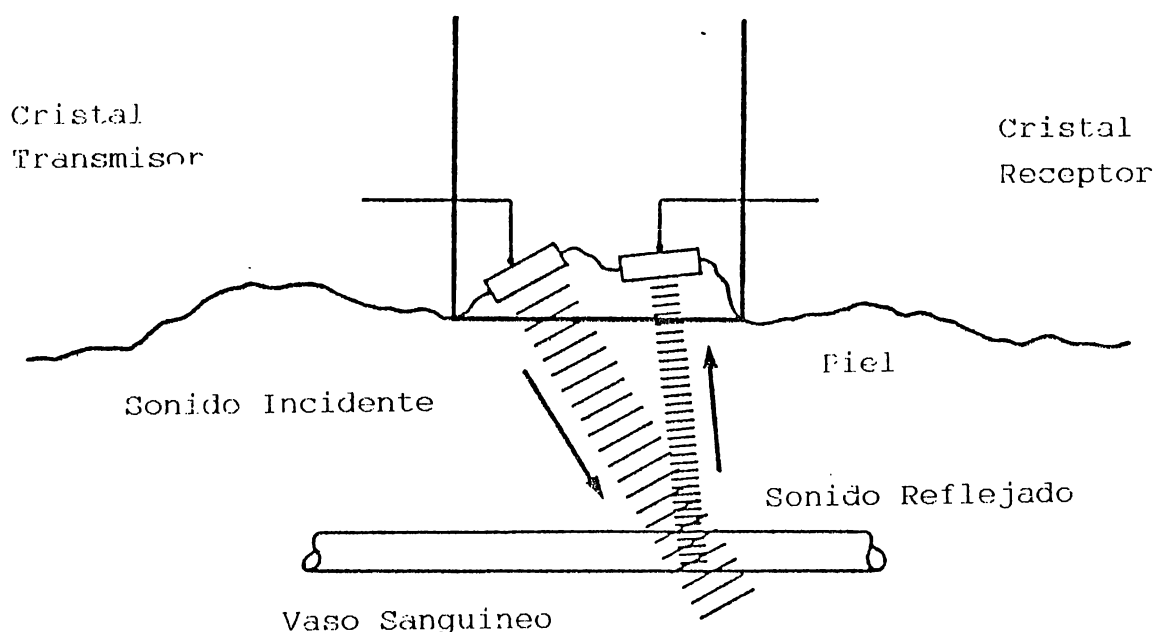


Figura 2.7. Sonda Transmisora Doppler

Cuando el tren de ondas ultrasónicas alcanza una superficie en movimiento, la frecuencia de la onda reflejada difiere de la onda emitida. Así, el efecto Doppler ultrasónico proporciona un método directo para determinar la velocidad de un objeto en movimiento. Puede usarse también en exploraciones médicas para estudiar movimientos en el interior del cuerpo: Para medir las velocidades del flujo sanguíneo, en el estudio de los movimientos del corazón, particularmente de tiempos en las válvulas del corazón y en la detección de movimientos en el corazón del feto.

De acuerdo a lo anterior, es importante entonces poder determinar el valor del cambio de la frecuencia, lo cual puede encontrarse a través de la ECUACION DOPPLER:

$$\Delta f = \frac{2 f_m}{v} - V \cos \theta$$

donde:

- Δf : Cambio de frecuencia o frecuencia Doppler.
- f_m : Frecuencia de la onda emitida.
- v : Velocidad del sonido en el medio.
- V : Velocidad de la superficie reflectora respecto al receptor.
- θ : Angulo del haz con la dirección del movimiento.

b) Transductor Para Biopsia.

Se compone de un orificio central, a través del cual una aguja hipodérmica puede ser introducida permitiendo una visualización simultánea de la punta y de las estructuras anatómicas adyacentes.

c) Transductor Multicristal.

Numerosos cristales son montados los unos al lado de los otros, pero aislados acústicamente entre ellos. Por la excitación de los cristales en sucesión rápida, se obtiene una imagen en tiempo real.

d) Transductor Phased Array.

Se utiliza en aplicaciones cardíacas. La cabeza del transductor está formada por 32 elementos que son activados electrónicamente de tal forma que producen un barrido de 80°.

Para todos los transductores es necesario utilizar gel de acoplamiento ultrasonoro entre el transductor y el paciente.

CAPITULO III. MONITOREO FETAL.

Una de las mayores ventajas en el campo de la medicina perinatal ha sido, la habilitación del monitoreo continuo de la frecuencia cardíaca fetal durante la labor. Esta información cuando es adecuadamente interpretada, provee datos para esmero del cuidado de la madre y del feto.

Monitorear a la madre y a su bebe incluye muchos parámetros que pueden ser evaluados para proveer de óptimos cuidados a la madre y al feto durante el proceso de la labor. Esto no solo incluye la monitorización continua electrónicamente de FHR (Rango Cardíaco Fetal), UC (Contracciones Uterinas) y contribución del estado ácido-base del feto (cuando sea indicada), sino también la evaluación clínica por observación, revisando y contribuyendo con el propósito de evitar y controlar (cuando sea posible) esos factores que pueden llevar a un decremento a la madre y al feto.

Este tipo de equipos, surgió de la necesidad de estar controlando a la madre y mas que todo al feto en los días anteriores al parto.

Los parámetros que se monitorean, varían con el modelo del equipo, pero los mas frecuentes son:

- Actividad uterina (UA).
- Frecuencia cardíaca fetal (FECG).
- Frecuencia cardíaca materna (MECG).

La UA comprende los movimientos que hace el bebe dentro de la placenta y también las contracciones que realiza el útero materno a la cavidad amniótica.

La FECG es la cantidad de pulsos por minuto que realiza el

corazón del feto.

La MECG es la cantidad de pulsos por minuto que realiza el corazón de la madre y como son mas fuertes que los del feto, tienden a sobreponerse, dando así un error en la FECG.

Para la obtención de los parametros antes descritos, se pueden ocupar métodos internos o externos.

3.1. Métodos o Modos Externos.

3.1.1. Tocodinamómetro (Toco). La presión relativa dentro del útero es medida usando un tocotransductor sujeto al abdomen en el área del fondo uterino. La lectura es gravada en papel en una escala relativa de 0 a 100 mmHg.

3.1.2. Ultrasonido Doppler Pulsado (US). Un transductor colocado en el abdomen es usado para dirigir un rayo de ultrasonido hacia el corazón del feto y sensar el eco creado por el doppler, debido al movimiento de la estructura cardíaca. Un proceso de autocorrelación es usado para determinar el tiempo de ciclos cardíacos sucesivos.

3.1.3. Fonocardiografía (Fono). Un microfono muy sensible, llamado fonotransductor, es colocado sobre el abdomen y mantenido en posición por medio de un cinturon. El fono transductor "escucha" el sonido del latido del corazón del niño de la misma forma que un estetoscopio. Estos sonidos son procesados por el monitor y la frecuencia cardíaca es registrada en el papel.

3.1.4. Electrodo Maternos (MECG). Las formas de onda MECG son obtenidas vía electrodos, colocados en el pecho y abdomen

materno. El MHR (Rango Cardíaco Materno) es computado en una base de pulso a pulso usando el intervalo de tiempo de picos de onda R.

3.2. Modos Internos o Directos.

3.2.1. ECG fetal directo: Es usado solamente durante el parto. La frecuencia cardíaca del niño es por un electrodo espiral especial que se coloca sobre el cuero cabelludo del niño durante un examen vaginal, excepto cuando el niño se encuentre en posición de presentación de nalgas. Es necesario que la bolsa de agua se haya roto y el cuello del útero haya comenzado a dilatarse. Este electrodo especial está fabricado de un hilo quirúrgico muy fino y tiene forma espiral. El electrodo se encuentra dentro de un tubo guía de plástico para facilitar su colocación. El electrodo detecta la señal eléctrica producida por el corazón del niño.

Una vez colocado el electrodo, los hilos son conectados a una cinta para que se mantenga en posición segura. La conexión entre la placa de pierna y el monitor fetal permite un registro continuo de la frecuencia cardíaca del bebé durante el parto.

3.2.2. Contracciones Uterinas Directas. Son registradas por medio de un tubo fino y flexible de plástico, lleno de agua esterilizada. Una sección de este catéter es insertado a lo largo del costado del niño durante el examen vaginal. Una vez colocado, la parte expuesta del catéter es unido a un transductor de presión en el monitor fetal. Durante una contracción, la presión del agua del catéter incrementa. Este

cambio de presión es convertido a señal eléctrica que es procesada por el monitor fetal que registra las contracciones sobre el papel. El cateter interno indica la medida exacta de la intensidad de las contracciones, no como el caso del tocotransductor, que las indica solo aproximadamente.

La monitorización directa provee información mas detallada sobre la frecuencia cardíaca y las contracciones de parto, que la monitorización indirecta. En muchos casos, el doctor puede decidir usar una combinación de ambos tipos de monitorización. Por ejemplo, un tocotransductor (método indirecto) puede ser usado para registrar las contracciones y un electrodo espiral (método directo) para registrar la frecuencia cardíaca del niño.

Teniendo claros los parámetros que se pueden observar en el monitoreo continuo de forma electrónica, es posible hacer una comparación con el método por auscultación.

3.3. Ventajas de la Auscultación.

- *El método más viejo y más ampliamente usado para contar los tonos cardíacos fetales (FHT).*
- *Barato.*
- *Ampliamente disponible y fácil de usar.*
- *No invasivo.*
- *Cuando se oyen los FTH, confirman la vida fetal (pero la información del bienestar fetal es limitada)*

3.4 Ventajas del Monitores Continuos

- Provee los cuidados perinatales y la información continua acerca del estado fetal.
- Permite la detección temprana de signos de advertencia de sufrimiento fetal.
- Habilita la imposición de los efectos de terapia correctiva.
- Provee una grabación permanente de la respuesta fetal a la labor, medicamentos y procedimientos.

3.5 Limitaciones de la auscultación

- Técnica de conteo intermitente.
- Puede requerir posición supina y frecuentemente limitado al intervalo entre contracciones.
- No puede asignarse la variabilidad en la línea base.
- No provee una grabación permanente.
- Puede ocurrir sufrimiento fetal durante el tiempo de monitorización y pueden perderse signos tempranos de sufrimiento fetal.

3.6 Limitaciones del

La paciente puede encontrarse en actitud de rechazo hacia la monitorización continua.

Por medio del cristal se consigue que el oscilador / amplificador comience a enviar una señal al

transductor de ultrasonido y éste a su vez manda una señal a un circuito sintonizador para detectar si dicha señal lleva la frecuencia emitida por el cristal. El detector de producto identifica si la señal recogida tiene la amplitud necesaria, de no ser así, se manda de nuevo al transductor de ultrasonido. Los filtros pre-detectores eliminan las señales parásitas de la señal que nos interesa, pasando luego a un rectificador de onda completa para que dicha señal solo tenga valores positivos. Antes de ser enviada al presentador se tiene que volver a filtrar para que atenúe ciertas señales (ruidos o artefactos) que podrían generar algún error en la cuenta de la frecuencia cardíaca fetal.

Para el manejo de la señal que recoge del tocotransductor, solo es necesario un amplificador, ya que lo que se graficará debe ser una reproducción fiel de cualquier presión que se origine en el útero materno.

Existen muchos modelos y marcas de monitores fetales, pero aquí en nuestro país, la marca predominante es la corometrics, que tiene una variedad de modelos según la necesidad.

A continuación se describirán a grandes rasgos las características que los modelos mas comunes poseen:

- El modelo 116 es capaz de monitorear 2 frecuencias cardíacas (materna, fetal o gemelos) y contracciones uterinas. Simultáneamente son graficadas las señales del rango cardíaco, pulso a pulso y la actividad uterina, en el papel de banda de 2 canales que tiene el graficador incorporado al equipo. El rango del corazón fetal (FHR) y la U.A son presentadas continuamente en el presentador numérico enfrente del papel.

El modelo 116 puede funcionar con métodos internos y externos.

- El modelo 145 esta diseñado para la monitorización del rango cardíaco fetal y las contracciones uterinas maternas, usando métodos externos. Las señales son impresas simultáneamente en el grabador incorporado del equipo. La frecuencia cardíaca fetal es presentada en el display numérico frontal.

Nota: Las figuras de los modelos 116 y 145, así como de sus accesorios están en las siguientes páginas (45, 46)

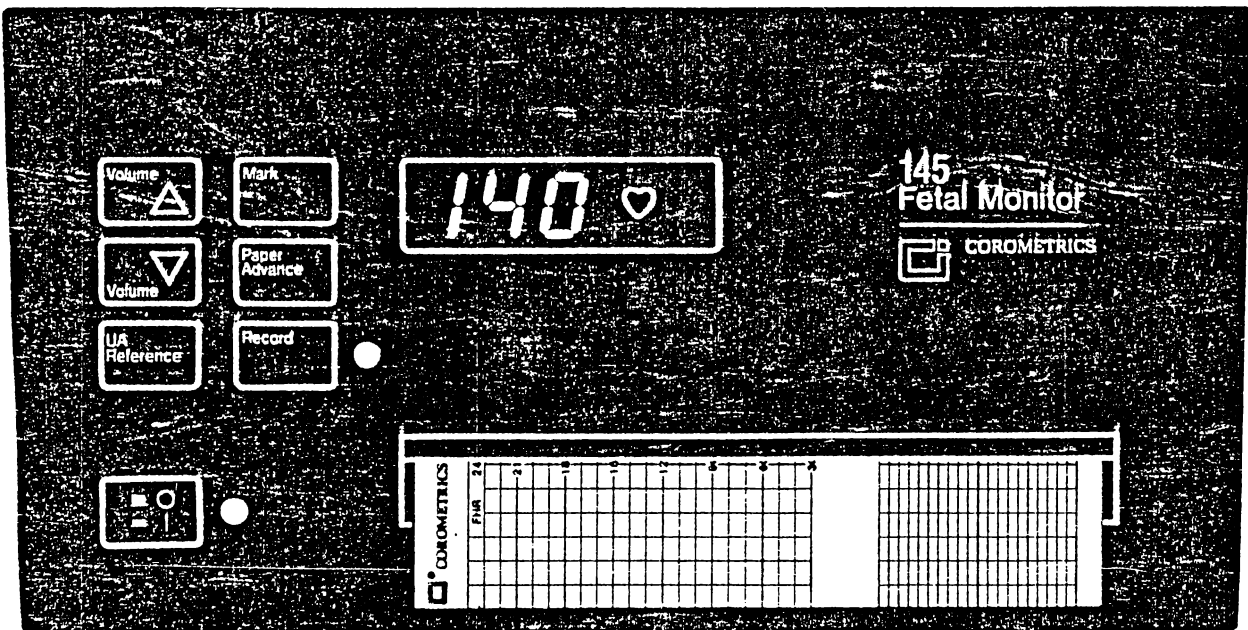
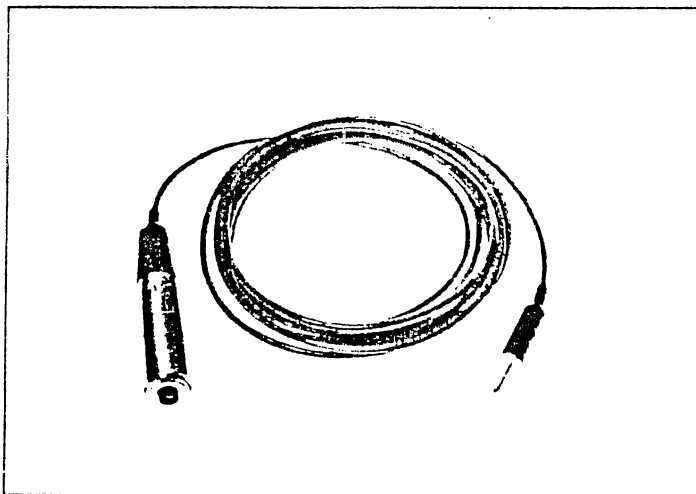
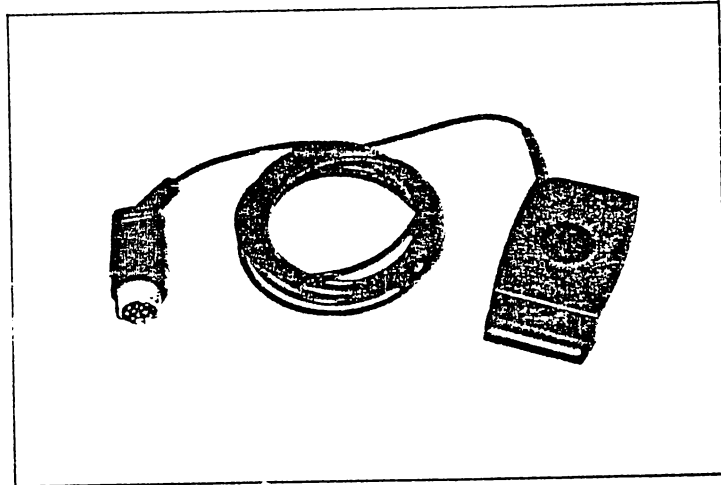
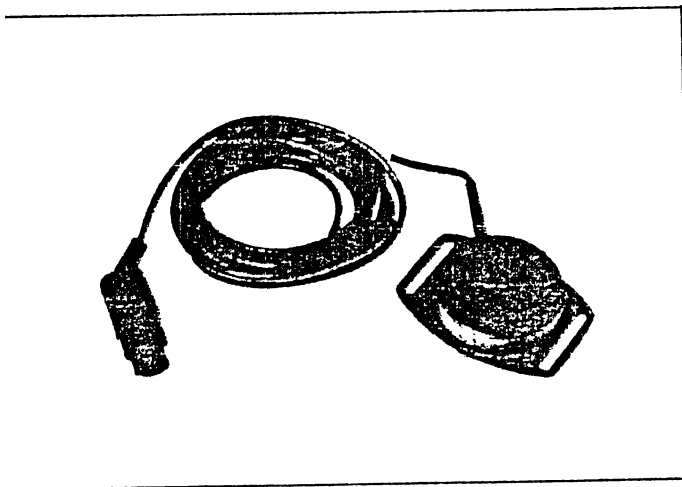


FIGURA 12. MONITOR FETAL 145 Y ACCESORIOS.



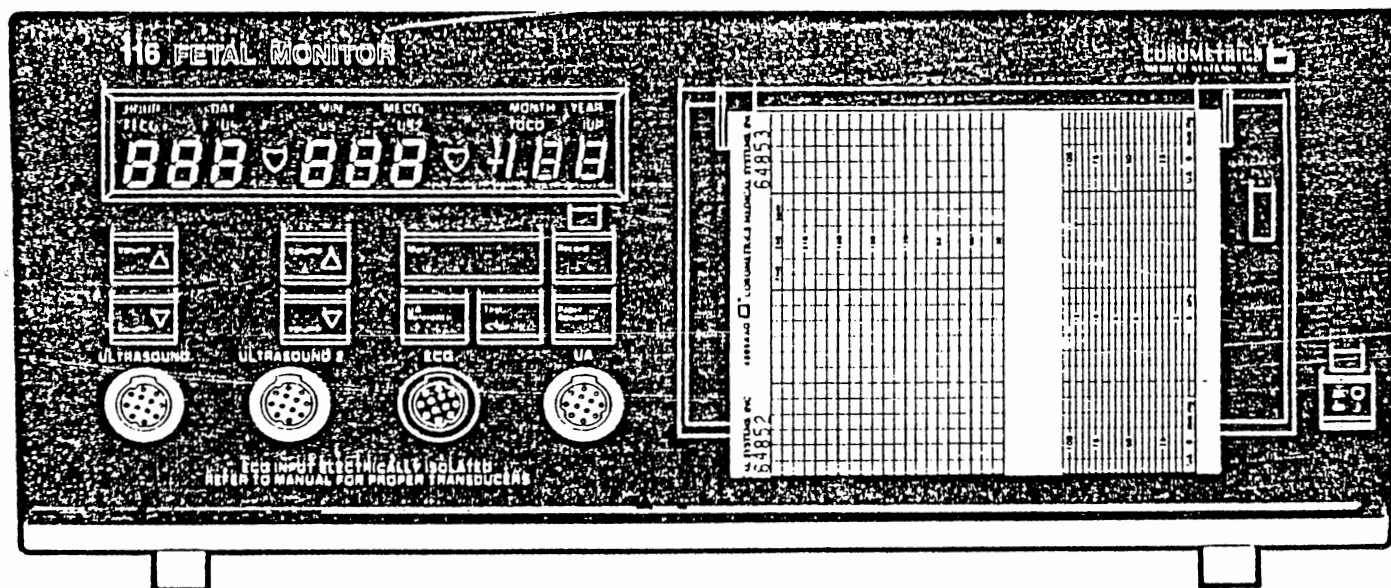
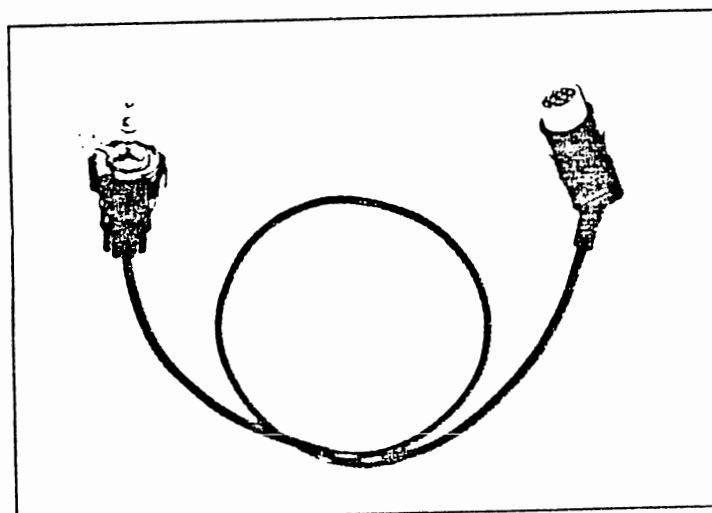
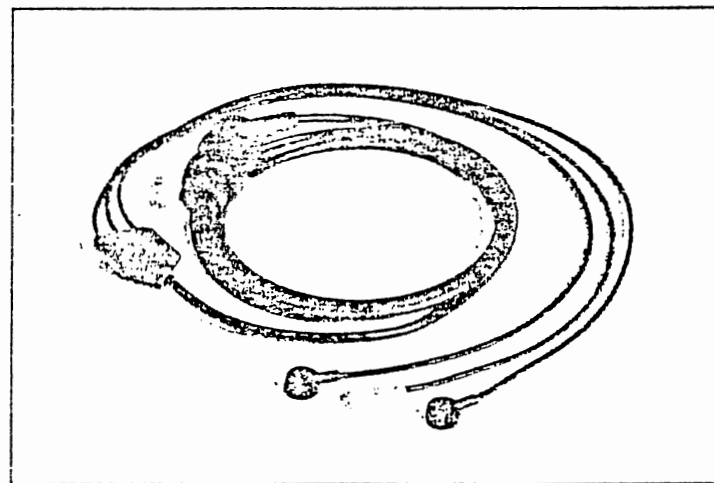
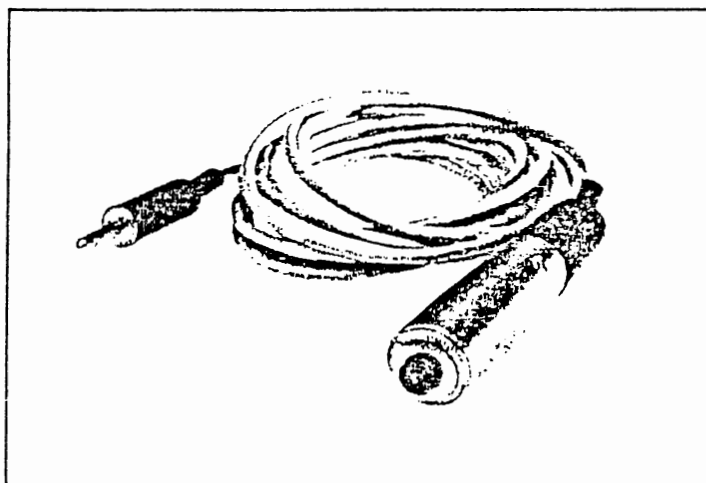


FIGURA 13. MONITOR FETAL 116 Y ACCESORIOS.



3.7. Simulador de Monitor Fetal.

Un simulador de parametros fisiológicos es de vital importancia, ya que con el se puede saber si un equipo está en perfectas condiciones o no.

Para los equipos de monitoreo fetal, se tiene un aparato que simula laFECC y las U.C a un nivel predeterminado para obtener en el papel, gráficas idénticas a las ya establecidas en éste simulador, de no ser así, se puede estar con la seguridad que el monitor fetal necesita una calibración.

El simulador para el monitor fetal no solo simula los parametros que el monitor fetal maneja, sino también genera señales tipo rampa para verificar que el impresor recorra todo lo ancho del papel, además se puede verificar la linealidad, colocando una frecuencia fija por el tiempo que uno desee.

Con un aparato de ésta naturaleza se le puede dar al médico o enfermera la seguridad de que, lo que se está monitoreando es el reflejo real de los parametros de la madre y del niño.

CAPITULO IV: SIMULADOR DE MONITOR FETAL

4.1 Introducción y operación básica.

Un simulador de parámetros fisiológicos, es muy importante, ya que con el se puede determinar si un equipo de monitoreo fetal presenta fallas de amplitud, linealidad y sensibilidad, sin riesgo para el paciente.

La mayoría de simuladores representan fielmente la FECG y las U.C. a un nivel predeterminado para obtener en el papel gráficas idénticas a las establecidas, de no ser así, el monitor fetal necesita calibración.

El simulador para monitores fetales, no solo simula los parámetros que el monitor fetal maneja, sino también genera señales tipo rampa (Ver figura 4.1) para verificar que el impresor recorra todo el ancho del papel. Además, se puede verificar su respuesta lineal, colocando una frecuencia fija durante un período de tiempo específico (Ver figura 4.5).

El principio de funcionamiento electrónico para la generación de todos los parámetros, así como la cantidad de ellos, varía de acuerdo a la marca y al modelo.

La aplicación de las señales al monitor, se realiza a través de un cable utilizado en un estudio real, con la diferencia que no se utilizan los transductores, ya que son las salidas del simulador, quienes proveerán las señales necesarias para

determinar el estado del monitor fetal.

Con un aparato de esta naturaleza, se proporciona al médico, la seguridad que la gráfica presentada por el monitor fetal, es un reflejo real de los parámetros de la madre y el feto.

4.2 Importancia y justificación.

Es necesario que los equipos estén calibrados y funcionando adecuadamente, debido a que los médicos confían en gran medida en los equipos de diagnóstico médico que utilizan, para apoyar sus teorías sobre algún estudio o examen determinado; con el fin de dar un diagnóstico acerca del examen tomado a una paciente.

El equipo de monitoreo fetal no es la excepción, ya que de él depende (según las señales obtenidas), el bienestar de la madre y del feto.

Por lo anterior se hace necesario que los equipos estén calibrados adecuadamente, para lo cual se requiere un aparato capaz de simular la actividad cardíaca fetal (FECG) y la actividad uterina de la madre (UC).

La disponibilidad de este simulador, será de gran beneficio general, pero de manera especial para los hospitales que no poseen los recursos monetarios y técnicos suficientes para el mantenimiento de sus equipos de monitoreo fetal.

4.3 Criterio de selección de señales a simular.

El modelo del simulador a implementar, estará diseñado para ofrecer cinco posibles selecciones de señales de trabajo; todas orientadas a obtener el mayor grado de calibración posible.

Las señales a ser generadas por el simulador y graficadas por el monitor fetal serán las siguientes :

1.- Respuesta normal.

Muestra la forma correcta en que la frecuencia cardíaca fetal (FECG) tiene que disminuir en presencia de una contracción uterina materna. (Ver figura 4.1).

2.- Patología 1: Desaceleración temprana.

La frecuencia fetal alcanza un nivel mínimo, antes que la contracción alcance su nivel de presión mayor. (Ver figura 4.2)

3.- Patología 2: Desaceleración tardía.

La frecuencia fetal, presenta variación instantes después de que la contracción ha alcanzado su nivel de presión mayor. (Ver figura 4.3)

4.- Rampà de variación completa.

Señal de forma triangular, su finalidad es comprobar el barrido completo del papel graficador por parte del monitor fetal. (Ver figura 4.4).

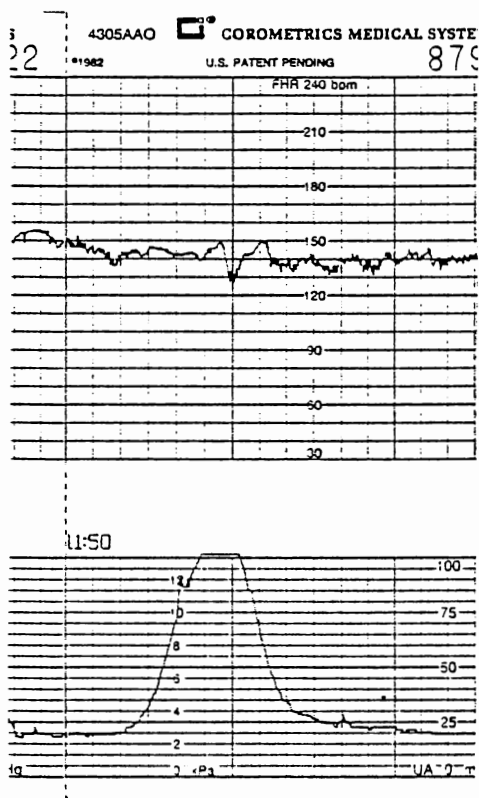


Figura 4.1
Respuesta Fetal Normal

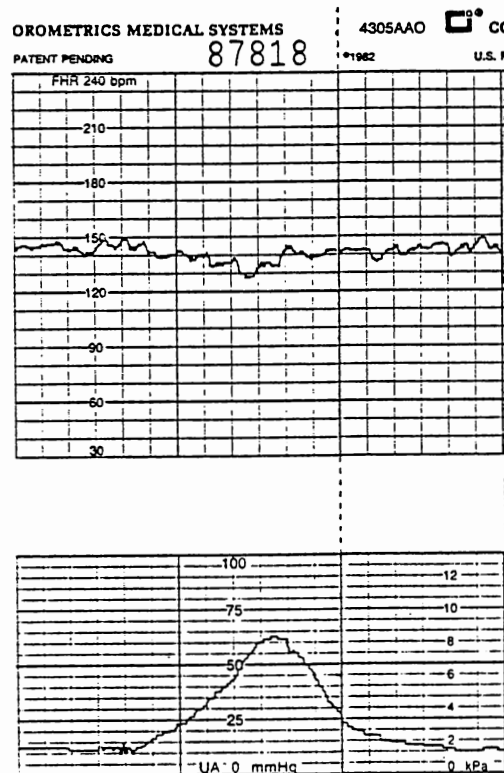


Figura 4.2
Desaceleracion Temprana

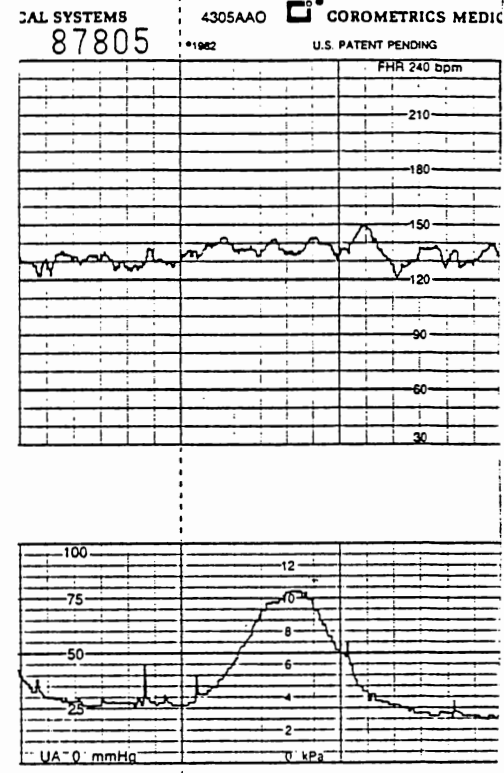


Figura 4.3
Desaceleracion Tardia

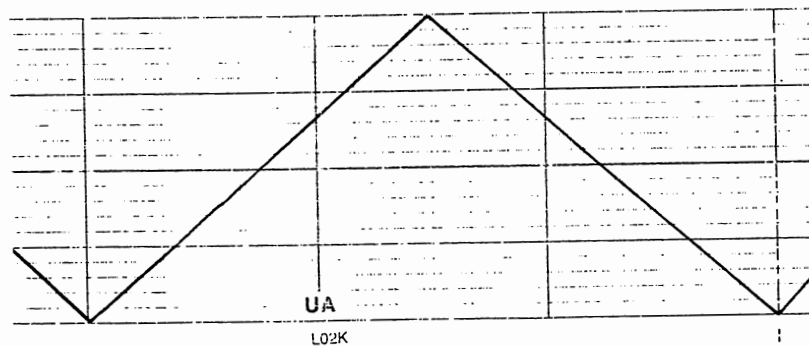
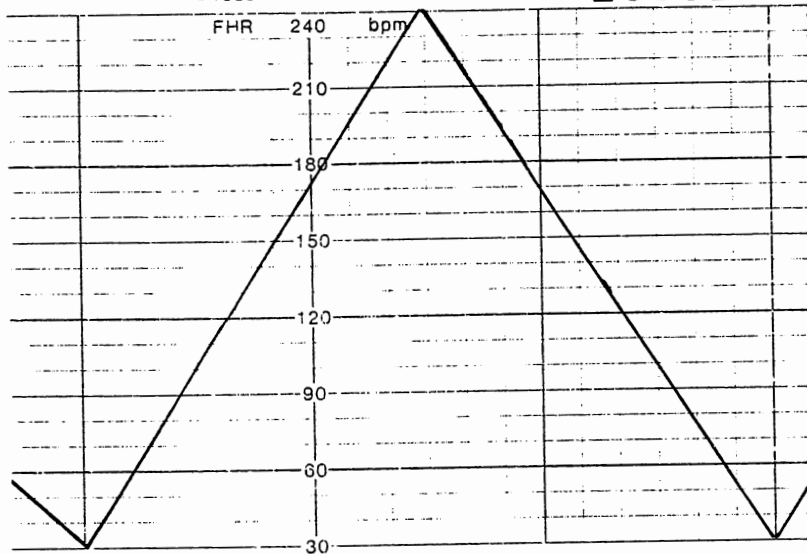


Figura 4.4
Señal Tipo Rampa

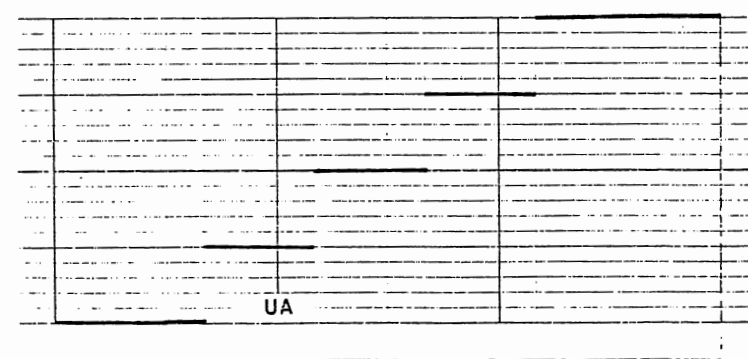
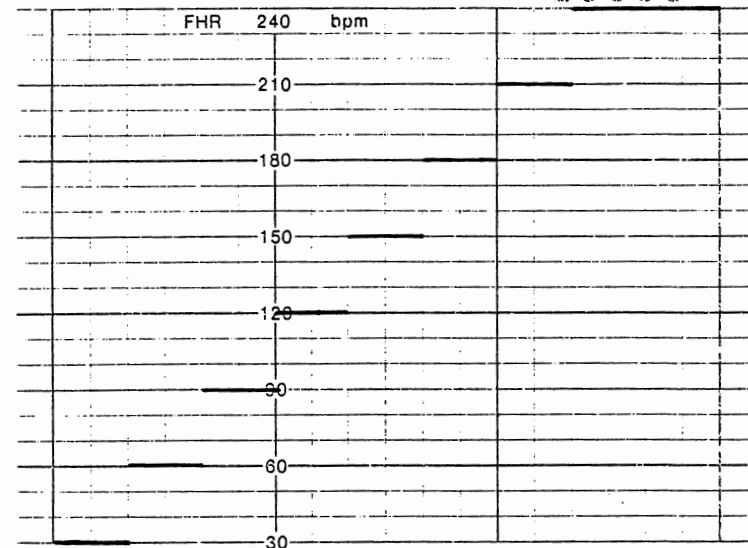


Figura 4.5
Señal Tipo Escalon

5.- Variación sostenida de niveles.

Lineas horizontales constantes, con variaciones de presión y tiempo definidas. Su finalidad es comprobar la linealidad de respuesta en el monitor fetal. (Ver figura 4.5)

La selección de estas señales de trabajo, de entre otras muchas posibles, tienen su base en la información obtenida de los médicos y enfermeras que utilizan el equipo, así cómo de los técnicos que proporcionan el mantenimiento. De acuerdo a esta información, se escogieron las señales anteriores, atendiendo a dos criterios :

a) Pedagógico-sensibilidad.

Cubierto por las primeras tres señales de trabajo: cumplen en conjunto su objetivo, al presentar graficas prácticas de las tendencias características que se presentan en forma teorica en los distintos tratados respecto al tema (obstetricias); permitiendo con ello alcanzar dos dimensiones :

1.- Usuarios (doctores-enfermeras)

Permitiendoles conocer mejor la forma de trabajo y respuesta del equipo, sin riesgo para un paciente, así cómo proporcionando una guia de señales que permita compararla con señales obtenidas directamente de un paciente.

2.- Personal de mantenimiento.

Para verificar la sensibilidad del aparato con el proceso de calibración.

b) Amplitud y linealidad.

Cubierto por las dos últimas señales; su objetivo es únicamente de calibración, en lo concerniente a ambos aspectos de la misma.

4.4 Relación entre los simuladores actuales y el modelo a implementar.

La relación de semejanza y/o diferencia entre los modelos existentes y el que se desea implementar está en función de las necesidades de calibración que más se han observado en los hospitales visitados y la sugerencia de los médicos que utilizan a diario estos equipos de monitoreo. La siguiente tabla comparativa muestra dicha relación :

SEÑAL SIMULADA	MODELOS ACTUALES	MODELO A IMPLEMENTAR
Frecuencia Cardíaca fetal	X	X
Actividad Uterina	X	X
Señal ECG fetal y materna (ABD ECG)	X	-
Variaciones proporcionales de señal (A)	X	-
Señal auxiliar de rampa o triangular	X	X
Señal auxiliar de escalón	X	X
Generación de patologías	X	X

TABLA 4.1: Relación entre modelos existentes y el que se desea implementar.

Algunas de las señales son más importantes que otras, ya que en general, al calibrar un monitor fetal, se pretende tener la certeza de una respuesta satisfactoria de parte de los siguientes parámetros:

1.- Sensibilidad.

Variación mínima necesaria a la entrada del monitor fetal, que permita obtener una respuesta grafica en su salida. Por ejemplo: El registro de las variaciones en la FECG como resultado de una variación de presión en el útero materno.

2.- Amplitud.

El papel graficador del monitor está marcado con ciertos valores de presión y frecuencia (Figura 3.10, Capítulo III), dentro de los cuales, cada uno presenta un significado, ya sea cómo estímulo (UC) o como respuesta (variaciones de FECG).

El monitor debe ser capaz de registrar señales tanto para los niveles mínimos (30 Bpm para FECG y 0 mmHg para UC) como para los niveles máximos (240 Bpm para FECG y 100 mmHg para UC).

3.- Linealidad.

Las pruebas de observación con el monitor duran entre siete y veinte minutos, dependiendo de las condiciones ó patologia presentada por la embarazada ó el criterio médico. Es por esto que el monitor deberá ser capaz de mantener un ritmo de trabajo constante, durante todo el tiempo que dure la prueba.

Con las señales y la forma de operación del modelo a implementar, estos tres parámetros se satisfacen plenamente ya sea para detectar una falla ó confirmar un buen funcionamiento.

CAPITULO V: DISEÑO DEL SIMULADOR

5.1 Evaluación de alternativas.

Al realizar el diseño de un circuito determinado, se debe tener en cuenta qué es lo se espera tener como resultado final:

Un aparato que simule de forma confiable cinco tipos de señales:

- 1) Señal Normal de FECG y UC.*
- 2) Señal de Desaceleración Temprana.*
- 3) Señal de Desaceleración Tardía.*
- 4) Señal Tipo Rampa.*
- 5) Señal Tipo Escalón.*

Este resultado puede lograrse de varias maneras por lo que deben evaluarse las distintas alternativas en el diseño de acuerdo a las limitaciones que se presentan o que se imponen.

Los criterios de diseño en torno a los cuales han de girar las evaluaciones de alternativas y/o soluciones, son los siguientes:

- a) Confiabilidad de las Señales Generadas.*
- b) Sencillez de los Dispositivos Empleados.*
- c) Bajo Costo de Construcción y Adquisición Posterior.*
- d) Consumo de Energía.*
- e) Cantidad de Dispositivos.*
- f) Competitividad.*

De acuerdo a estos criterios, se evaluarán las siguientes alternativas de diseño para la implementación del circuito simulador:

5.1.1 Implementación Analógica.

El realizar el simulador con dispositivos totalmente analógicos, parecía inicialmente ser la solución para la generación de las señales, debido a la versatilidad que ofrecen en el trato de estas; pero un análisis más detallado, reveló el inconveniente de lo complicado que resulta el mantenimiento y la revisión de los parámetros de una señal analógica. Se tiene también que los dispositivos analógicos, consumen mayor potencia que los digitales.

5.1.2 Implementación utilizando microprocesador y sistemas digitales.

El problema de utilizar un circuito con microprocesador, se tiene debido a lo delicado y sensible que resulta este dispositivo a los tratos de los usuarios, así como a las fluctuaciones de voltajes (necesita una fuente de alimentación muy estable).

El microprocesador es un dispositivo construido especialmente para realizar operaciones rápidas y complejas, que en nuestro diseño no son necesarias, por lo que sería sub-utilizado, y sus costos se elevarían ya que necesita periféricos compatibles a él.

Finalmente, el mantenimiento de un equipo utilizando microprocesadores, necesita personal con conocimiento de ellos y específicamente del modelo de microprocesador utilizado, así como de los demás periféricos.

5.1.3 Implementación digital - Analógica.

Los dispositivos digitales, ofrecen un bajo consumo de potencia, y un control eficaz de las señales; ambos factores importantes para nuestros propósitos.

Para obtener la respuesta deseada a la salida del simulador, se necesitan señales analógicas:

- Frecuencia para la generación de FECG*
- Voltaje para la generación de UC*

Por lo que no se puede realizar una implementación puramente digital, combinando entonces dispositivos digitales y analógicos, de acuerdo a las necesidades :

- a) Digital : Etapa de conteo, almacenamiento y control*
- b) Analógica : Etapa de conversión de información (cambio de señales digitales a un equivalente de frecuencia y voltaje).*

Combinación que realizada adecuadamente, permite compensar las limitaciones de unos dispositivos con la eficiencia de otros.

5.2 Diagrama a bloques :

El simulador de contracciones uterinas y actividad cardíaca fetal, puede resumirse en forma general, mediante el siguiente diagrama a bloques :

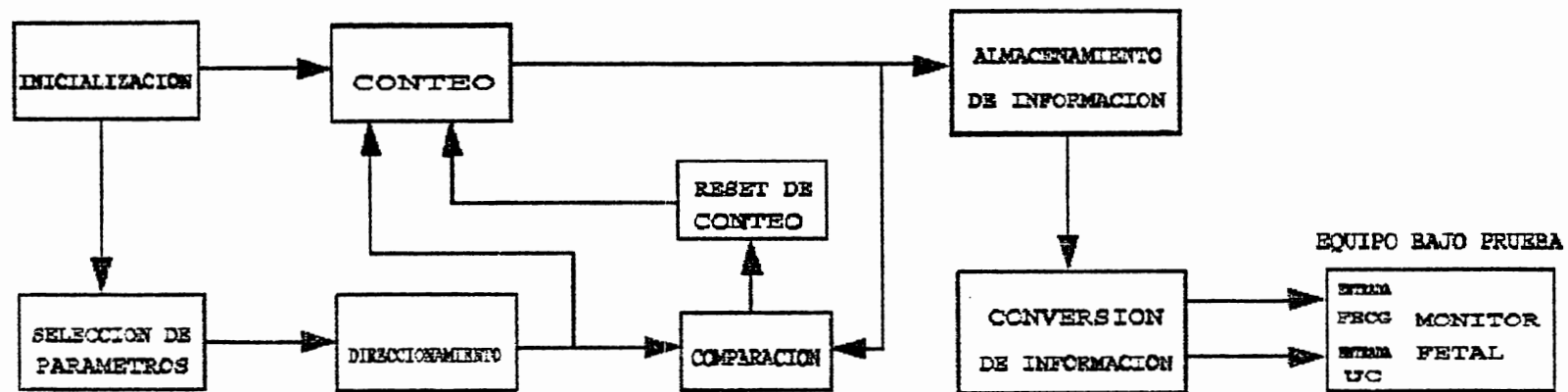


Figura 5.1: Diagrama a bloques del Simulador de FECG y UC.

5.2.1 Etapa de Inicialización.

Esta etapa está formada por el interruptor principal, el cual proporciona la energía a todos los dispositivos que forman el circuito del simulador.

5.2.2 Etapa de Selección de Parámetros.

Etapa encargada de crear las combinaciones (000 = Señal Normal, 001 = Patología 1, 010 = Patología 2, 011 = Señal de Rampa, 100 = Señal Escalón), que son introducidas al decodificador de direcciones. Además habilita o deshabilita la memoria PROM que guarda las direcciones de inicio de las señales a simular.

5.2.3 Etapa de Direccionamiento.

Las combinaciones recibidas en el decodificador de direcciones permiten seleccionar una salida a la vez; dichas salidas son llevadas al bus de direcciones de la memoria PROM, la cual proporciona un dato específico (ya grabado) que equivale a la dirección de inicio de la señal seleccionada en la etapa anterior (selección de parámetros).

5.2.4 Etapa de Conteo.

Por medio de contadores binarios de 4 bits, que en sus entradas de "preset" tienen la dirección de inicio de la señal a simular e incrementan en uno la cuenta con cada pulso de reloj que recibe el contador menos significativo, en su entrada de "clock", hasta completar una cuenta de 168(Hex) que corresponde a la duración o cantidad de memoria utilizada por cada señal simulada.

La salida de esta etapa es llevada a la etapa de comparación y a la etapa de almacenamiento de información.

5.2.5 Etapa de Comparación.

Posee circuitos sumadores para añadir a la dirección de inicio el número (168(Hex)) hasta el cual la etapa de conteo llega, ya que este nuevo dato (dirección de inicio + 168(Hex)) es la dirección final que se compara con la cuenta de los contadores.

5.2.6 Etapa de Reset de Conteo.

Formado por una compuerta NAND que permite inicializar los contadores cuando todos los datos de la cuenta son iguales a los datos de la dirección final, obteniéndose un estado lógico alto (uno lógico) en cada comparador y que dicha información es llevada a las entradas de la compuerta NAND.

5.2.7 Etapa de Almacenamiento de Información

Por medio de memorias EPROM 2716 se almacenan los datos equivalentes en binario de las señales a simular. Dichos datos son extraídos inmediatamente al colocar una dirección (cuenta binaria) en su bus de direcciones.

5.2.8 Etapa de Conversión de Información.

En esta etapa se encuentra la parte analógica del circuito; que tiene convertidores de digital a analógico (DAC 1280) para traducir a voltaje los datos en binario que se obtienen de las memorias EPROM. Teniendo los voltajes a la salida de los DAC se emplean circuitos operacionales para darle cierta ganancia y finalmente convertir ese voltaje ya amplificado a su equivalente en frecuencia por medio de un oscilador controlado por voltaje (VCO), sólo para el caso de la frecuencia cardiaca fetal, ya que la UC funciona con voltaje.

5.3 Proceso de Diseño.

5.3.1 Eliminador de Rebote (Flip - Flop RS 74279).

Los interruptores mecánicos no logran una transición de voltaje en un solo instante debido al fenómeno de Rebote de Contacto (Figura: 5.2),

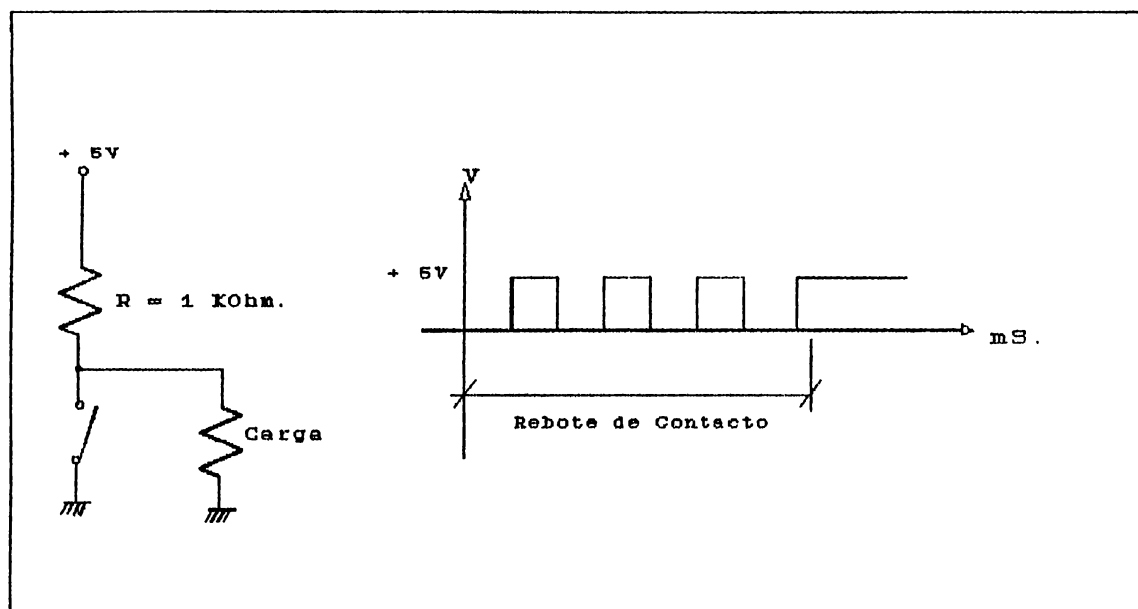


Figura 5.2: Fenómeno de Rebote de Contactos.

donde el cierre del interruptor produce varias transiciones de voltaje a la salida entre cero (0) y cinco voltios cuando los contactos del interruptor vibran entre abiertos y cerrados. Aunque la duración de este rebote es por lo general de 4 milisegundos, esto puede ocasionar un mal funcionamiento en el circuito.

Por medio de un Flip-Flop RS se logra eliminar el rebote de los interruptores mecánicos (U4 Figura 5.11).

5.3.2 Selección de Parámetros y Conteo (Flip-Flop JK 74107).

Se utiliza el modo T (Toggle), ya que en esta configuración la salida cambia su estado con cada transición negativa que se coloque en la entrada de reloj. Sus entradas J y K deben estar en un uno (1) lógico.

En el circuito se utilizan Flip-Flop JK en modo T para tres funciones específicas:

- 1) Habilitar o deshabilitar la memoria PROM U7
(1 Flip-Flop).*
- 2) En cascada para producir combinaciones binarias de tres bits a la entrada del decodificador U1
(3 Flip-Flops).*
- 3) Como divisor de frecuencia (Entre 2) a la salida del multivibrador IC 555 para asegurar un ciclo de trabajo de 50% y una frecuencia de 2 Hz (1 Flip-Flop).*

5.3.3 Selección de Parámetros (Decodificador 741 38).

Las señales a simular son cinco, por lo que se necesita un dispositivo que con tres combinaciones de entrada proporcione por lo menos cinco códigos diferentes en su salida, para habilitar las diferentes señales a simular.

El decodificador U1 de tres a ocho líneas proporciona una a la vez de las cinco señales a simular (N,P1,P2,S1,S2), por lo que dos de sus salidas no se utilizan y la salida del pin 10 se usa para poner a cero ó limpiar la salidas Q de los Flip-Flops que se usan para colocar la combinación requerida (000 = N, 001 = P1, 010 = P2, 011 = S1, 100 = S2) en las entradas de selección de U1.

LEDs son provistos en las salidas de U1 para corroborar que se está activando la señal correspondiente.

5.3.4 Selección de Parámetros (Memorias PROM 74288).

La selección de las direcciones de inicio que corresponden a cada una de las cinco señales a simular es de vital importancia en el funcionamiento del simulador: Una señal errónea de inicio ocasionaría un acceso inadecuado de los datos en las memorias EPROM.

Por lo anterior se necesita el más alto grado de confiabilidad en los dispositivos encargados para esta tarea. La implementación por medio de las compuertas fue descartado debido a la cantidad de dispositivos usados, susceptibilidad al ruido, consumo de energía, grado de confiabilidad y dificultad para detectar alguna falla.

La memoria PROM 74288 (U7) se ajusta en gran medida a los criterios de diseño y especialmente a la confiabilidad requerida en esta etapa.

Esta memoria posee 256 bits (32 localidades de 8 bits) y funciona con lógica TTL.

Su bus de direcciones es de cinco datos (A0,A1,A2,A3,A4) por lo que se acopla perfectamente a las cinco salidas de la selección de parámetros.

La principal característica de su selección, es que tiene la más baja capacidad de memoria con respecto a otras memorias programables (solo se ocupan cinco localidades de las 32 que tiene disponibles).

<i>N P1 P2 S1 S2</i>	<i>M S B</i>	<i>L S B</i>
<i>0 1 1 1 1</i>	<i>0 0 0 0 0 0 0 0</i>	
<i>1 0 1 1 1</i>	<i>0 0 0 1 0 1 1 1</i>	
<i>1 1 0 1 1</i>	<i>0 0 1 0 1 1 1 0</i>	
<i>1 1 1 0 1</i>	<i>0 1 0 0 0 1 0 1</i>	
<i>1 1 1 1 0</i>	<i>0 1 0 1 1 1 0 0</i>	

Tabla 5.1: Tabla de estados en el bus de datos y el bus de direcciones.

Los datos de salida de U7 son llevados a las entradas preset de los contadores U9 (datos de 00 a 03) y U10 (datos de 04 a 07) para que inicien el conteo desde esa dirección.

5.3.5 Conteo (Multivibrador 555).

Para la generación de la frecuencia de trabajo del simulador se utiliza un IC 555 en configuración estable con un ciclo de trabajo de 50%.

Este dispositivo facilita la obtención de frecuencias a través de un arreglo R-C, es estable y de bajo costo. Para asegurarse el ciclo de trabajo del 50% se utiliza un Flip-Flop JK (en configuración T) en su salida.

El primer paso en el diseño del timer, era definir su frecuencia de trabajo, la cual depende de su relación con parámetros tales como:

- 1) Velocidad del papel
- 2) Tiempo de acceso de datos

La frecuencia de trabajo, del timer fue obtenida a través de los siguientes cálculos realizados:

1) Velocidad del papel 3 cm/minuto = 0.5 mm/seg.

(Velocidad recomendada según Manual de Operación del Equipo).

2) Variación mínima calculada en las gráficas = 0.25 mm.

(Según mediciones hechas de la mínima variación que se obtiene en el monitor al graficar cualquier señal).

Luego:

$$\text{Tiempo necesario para graficar un dato} = \frac{\text{Variación mínima}}{\text{Veloc. del papel}}$$

$$T = \frac{0.25 \text{ mm}}{0.5 \frac{\text{mm}}{\text{seg}}} = 0.50 \text{ segundos.}$$

De acuerdo a esto, en un segundo pueden graficarse dos datos por lo que puede decirse entonces que la frecuencia de trabajo del circuito es de 2 Hertz.

Al momento de energizar el sistema, el multivibrador 555 (U5), comienza a oscilar a una frecuencia de 4 Hz, ya que el circuito R - C está calculado para que opere con un ciclo de trabajo del 50 % ($t_{\text{ALTO}} = t_{\text{BAJO}}$) y a esa frecuencia.

Se necesita que el tiempo en alto sea el mismo que el tiempo en bajo del oscilador:

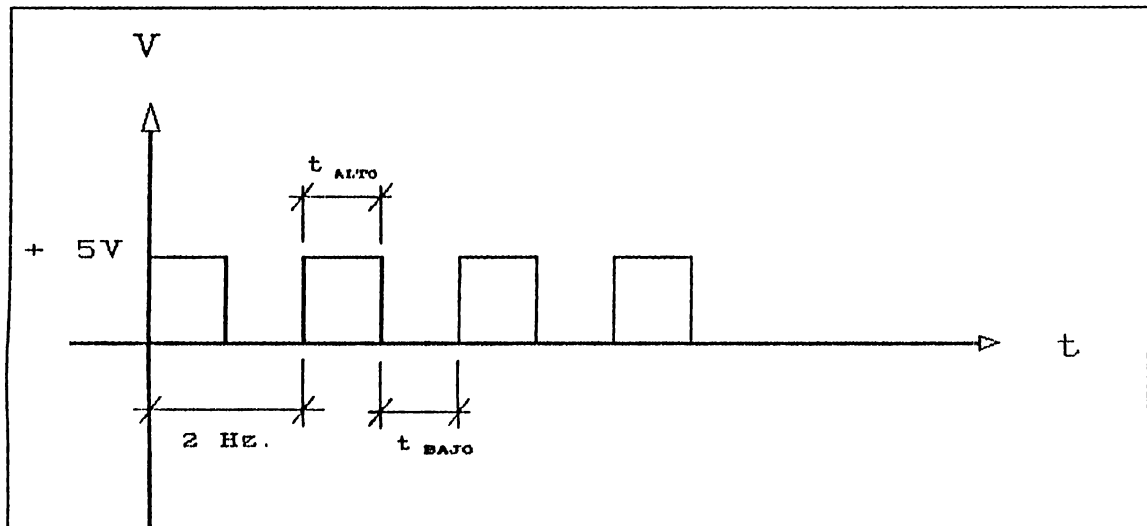


Figura 5.3: Relacion entre Th y Tl del oscilador.

$$t_{ALTO} = 0.7 (R_A + R_D) C \text{ si } C = 2\mu f \text{ y } R_A = 1K\Omega$$

$$f = 4Hz \rightarrow t_{TOTAL} = 0.25 \text{ seg}$$

$$t_{ALTO} = 0.125 \text{ seg.}$$

Despejando tenemos :

$$R_B = \frac{0.125 \text{ seg}}{0.7 * 2 \mu f} - 1 K\Omega$$

$$R_B = 88.285 K\Omega$$

$$t_{BAJO} = 0.7 R_B C = 0.124 \text{ seg.}$$

Nota: El valor de la resistencia es logrado por medio de un trimmer de 100 K Ω .

5.3.6 Conteo (Contadores Binarios de 4 bits 74161).

La selección de estos contadores está sujeta a que posean:

- a. Entradas de programación (preset) para colocar la dirección inicial de su cuenta.
- b. Entrada de limpiar (clear) de forma directa para reinicializar en cualquier momento su cuenta.

El contador U8 tiene sus entradas de preset permanente en cero, ya que es el que gobierna los bits menos significativos del bus de dirección de U17 y U18 y según el mapa de memoria, que se presenta más adelante; se puede observar que en todas las direcciones de inicio de las señales a simular, permanecen en cero los cuatro bits menos significativos.

Los datos en Hexa de 00 a 03 de U7 también son enviados a las entradas A1,A2,A3 y A4 del sumador U11 y los datos en Hexa de 04 a 07 de U7 son enviados a las entradas A1,A2,A3 y A4 del sumador U12.

5.3.7 Comparación (Sumadores Completos de 4 bits 94283).

La obtención de la dirección final correspondiente a c/u de las 5 señales pueden obtenerse por medio de otra memoria PROM 74288, pero esto sub-utiliza el elemento y eleva los costos. Razón por la cual se pensó trabajar con la dirección inicial a través de sumadores completos de 4 bits 74283, por medio de los cuales se le suma a dicha dirección inicial (proveniente del bus de datos de U7), una cantidad específica

y permanente en hexadecimal (16).

Puede observarse en el mapa de memoria (Ver figura 5.4), que todas las señales ocupan el mismo número de localidades, por lo que se ocupan sumadores de dos números de 4 bits para obtener la dirección final que deben alcanzar los contadores. Para esto se tiene un número fijo (6(Hex)) en las entradas de B1 a B4 de U11 y otro número fijo (1(Hex)) en las entradas de B1 a B4 de U12. Al realizar la suma de las entradas "A" más las entradas "B" de los sumadores se obtiene como resultado un incremento de 6 en U11 y un incremento de 1 en U12.

La suma se realiza como una adición de dos números de cuatro bits. Ejemplo :

Si las entradas de U11 son

A4	A3	A2	A1		B4	B3	B2	B1
0	0	0	0		0	1	1	0

$$\begin{array}{r}
 A_{in} \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad + \\
 B_{in} \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \\
 \hline
 \Sigma_{in} \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad = \quad 6(Hex)
 \end{array}$$

Si las entradas de U11 son

A4	A3	A2	A1		B4	B3	B2	B1
0	1	1	1		0	1	1	0

$$\begin{array}{r}
 A_{in} \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad + \\
 B_{in} \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \\
 \hline
 \Sigma_{in} \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad = \quad D(Hex)
 \end{array}$$

5.3.8 Comparación (Comparadores de 4 bits 7485).

La cuenta proporcionada por U8, U9, y U10 (contadores) se necesita comparar con las salidas de U11 y Y12 (sumadores) y el dato fijo (8Hex) en la entrada del comparador U13.

Los IC 7485 colocan un 1 lógico en su salida $A = B$ cuando la dirección a la salida de los contadores es igual a la dirección final colocada por los sumadores.

El comparador U13 no tiene sumador como los otros comparadores (U14 y U15); esto se debe a que las direcciones finales de las señales a simular, todas terminan con un número 8(Hex), por lo que se conecta directamente esa combinación en sus entradas, eliminándose el uso de un dispositivo extra.

5.3.9 Reset de Conteo (Compuerta NAND 7420).

Se desea que las señales a la salida del simulador sean de forma continua. Todas las señales a simular tienen una duración de 3 minutos (360 localidades de memoria), al final de los cuales la señal escogida será reinicializada si no es seleccionada una diferente.

Para obtener este efecto, los comparadores (U13, U14, y U15) envían una señal positiva (1 lógico), por sus salidas de comparación $A = B$ a una compuerta NAND de cuatro entradas (U16), la cual inicializa a los contadores, empezando estos su cuenta desde el valor que tenga en sus entradas de preset.

5.3.10 Almacenamiento de Información (Memorias

EPROM 2716).

Trabajan con lógica TTL (+ 5V) y disponen de la cantidad de memoria necesaria para guardar los datos que simularán las señales. Cada una de las 5 señales utiliza 360 localidades de memoria por lo que se necesita un espacio de 1800 localidades, a esta cantidad se agregan las localidades no ocupadas entre una señal y otra: 8 localidades de 4 espacios c/u haciendo un total de 32 localidades no ocupadas dentro del rango de datos.

La memoria tiene capacidad para 2048 localidades. Restando las 1832 que ocupa el rango de datos, únicamente 206 localidades no utilizadas.

Las salidas de los contadores binarios de 4 bits son conectadas a los buses de direcciones de U17 y U18, además a las entradas de comparación (de A0 a A3) de cada comparador.

Los datos que se obtengan en los buses de datos de U17 y U18 dependerán de las direcciones que se le coloquen en sus entradas (A0 - A10), ya que son memorias EPROM, se tendrán para cada rango de direcciones, una serie de datos digitales que corresponderán a la señal a ser simulada en dicho rango escogido.

LOCALIDADES DE
MEMORIA EN HEXA

0	SEÑAL NORMAL DE E C G FETAL (o contracción uterina) N
168	LOCALIDADES NO USADAS
170	SEÑAL PATOLOGICA 1 DE ECG FETAL (o contracción uterina) P1
2D8	LOCALIDADES NO USADAS
2E0	SEÑAL PATOLOGICA 2 DE ECG FETAL (o contracción uterina) P2
348	LOCALIDADES NO USADAS
350	SEÑAL TIPO ONDA TRIANGULAR S1
4B8	LOCALIDADES NO USADAS
4C0	SEÑAL TIPO ESCALON S2
528	LOCALIDADES NO USADAS
800	

MAPA DE MEMORIA PARA LA EEPROM 271

(Figura 5.4)

Todas las señales ocupan el mismo número (cantidad) de localidades de memoria y además todas las direcciones de inicio tienen cero en sus bits menos menos significativos; también en las direcciones finales se tiene un ocho en su dígito menos significativo.

El espacio de ocho localidades no usadas, dejadas entre señal y señal es para simplificar el circuito electrónico (no usar componentes extras).

5.3.11 Conversión de Información (DAC 1280).

Se necesita la mayor resolución posible para poder convertir los códigos digitales (de las señales almacenadas en las memorias EPROM) a su equivalente en voltaje (señal analógica) con la menor variación del bit menos significativo en la entrada del DAC.

El convertidor digital-analógico DAC 1280 es un dispositivo de 12 bits de entrada digital y cuya máxima salida analógica son 10 V, por lo que su resolución es de

$$\frac{10V}{2^{12}} = 2.44 \text{ mV.}$$

El bus de datos de las memorias 2716 es de 8 bits, mientras que las entradas de datos digitales de los convertidores son de 12 bits. El fin perseguido no es obtener la máxima salida de voltaje, sino mantener la resolución, por lo que los 4 bits más significativos de los DAC's no son utilizados.

5.3.12 Conversión de Información (OP-AMP LM 741).

Proporcionan una amplificación aceptable para los propósitos del diseño, ya que no se tiene una alta frecuencia de trabajo.

El empleo de un amplificador operacional se debe a su alta impedancia de entrada, su fácil regulación de la ganancia

y su baja impedancia de salida que no carga a otros dispositivos conectados.

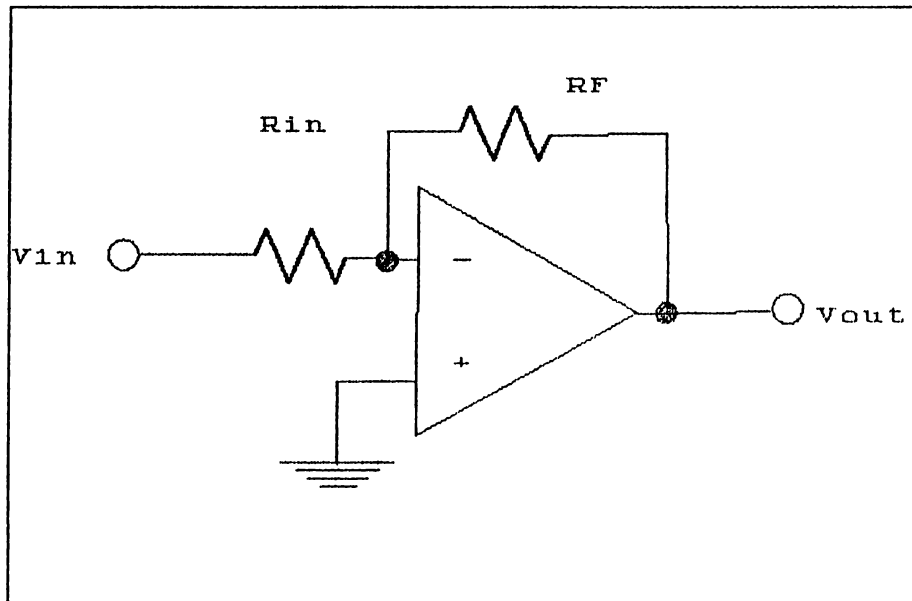


Figura 5.5: Configuración de trabajo del Op. Amp.

La ganancia para la configuración seguidor-inversor se obtiene mediante la fórmula:

$$A_v = - \frac{R_f}{R_{in}}$$

Y el voltaje de salida (V_{out}) es

$$V_{out} = V_{in}(A_v)$$

Donde R_{in} es la resistencia a la entrada inversora del amplificador opera-cional y R_f es la resistencia de retroalimentación.

Su función en esta etapa es la de compensar los niveles de voltaje a la salida de los DAC's.

5.3.13 Conversión de Información (VCO LM 566).

La señal que debe aplicarse en la entrada de ultrasonido en el monitor fetal debe ser variable en el tiempo; o sea, que debe tener una frecuencia para que se obtenga su equivalente respectivo en bits por minuto.

El uso de un LM 566, (es un oscilador controlado por voltaje, propósito general) proporciona una respuesta lineal y su frecuencia de salida se obtiene por la fórmula:

$$f_o = \frac{2(V^+ - V_{in})}{R_1 C_1 V^+}$$

Donde: $2\text{ K}\Omega < R_1 < 20\text{ K}\Omega$
 $V^+ =$ Voltaje de alimentación (10 A, 24V)
 $V_{in} =$ Voltaje de entrada.

La señal a la salida del VCO es una onda cuadrada de aproximadamente 50% de ciclo de trabajo.

5.4 Pruebas Utilizando el Monitor Fetal.

Es importante comprobar que la información obtenida de manuales técnicos y gráficas directas del monitor, cumplen una relación definida respecto a un parámetro eléctrico de presión, frecuencia, etc. Los cuales no son especificados en dichos manuales y no puede obtenerse ninguna orientación específica de los simuladores existentes. Por lo anterior, se realizaron pruebas correspondientes a los dos parámetros que se necesitan conocer:

- 1) Frecuencia cardíaca fetal (30 - 240 Bpm)*
- 2) Contracción uterina (0 - 100 mmHg)*

5.4.1 Pruebas en la entrada del ultrasonido (FECG).

Básicamente esta etapa del monitor fetal funciona de la siguiente manera: las ondas ultrasonicas emitidas por el cristal transmisor, entran al abdomen materno y crean ecos al encontrar una interface entre tejidos de diferente impedancia acústica. Si el interface está moviendose, ya sea alejandose ó acercandose al transductor, la frecuencia del sonido reflejado, difiere de la frecuencia que viene del transductor. El cristal receptor detecta el sonido reflejado y lo convierte en señal eléctrica.

Esta señal es amplificada y alimentada a un detector interno del circuito del monitor, donde es comparada con la frecuencia inicial :2.3 Mega Hertz. Este proceso convierte entonces la variación en audiofrecuencia, la cual es filtrada inicialmente por un pasabanda y luego por otra serie de filtros (Figura 5.7). Después de lo cual, el resultado es presentado a través de displays que indican la FECG correspondiente ó puede ser graficado si se desea ver la forma de señal correspondiente.

* Los criterios para los valores límites (máximos y mínimos) de la FECG y las UC (proporcionados por el manual técnico) son explicados en la selección 3.1 del Capítulo III.

Los niveles de señal que son recibidos como respuesta de frecuencia en el mismo cable del monitor através de los pines, fueron determinados al identificar los pines e inyectar en ellos una señal cuadrada através de un generador de frecuencia, como se muestra en la figura 5.6.A.

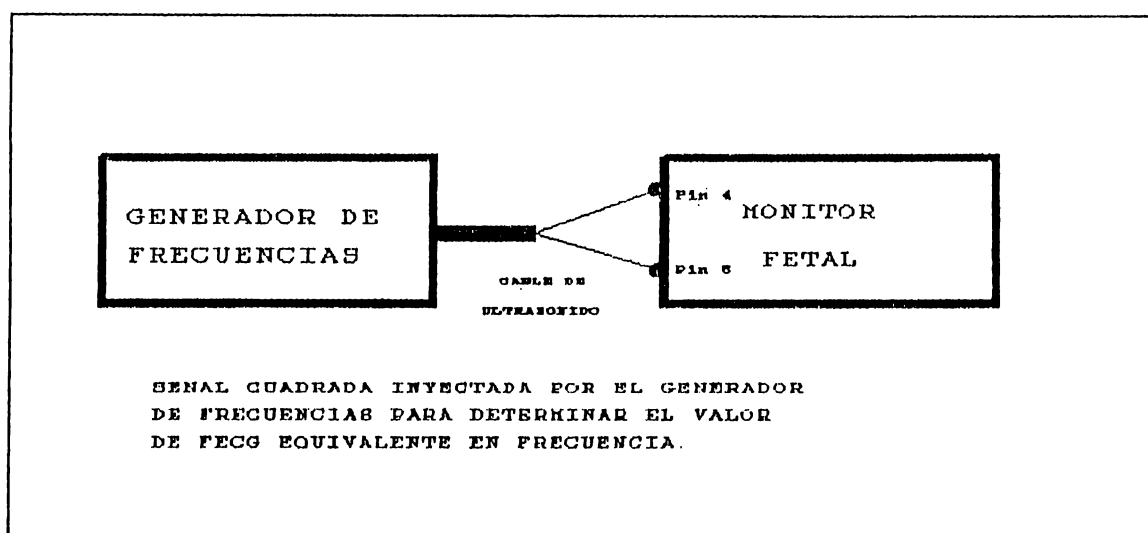


Figura 5.6.A: Conexión de prueba.

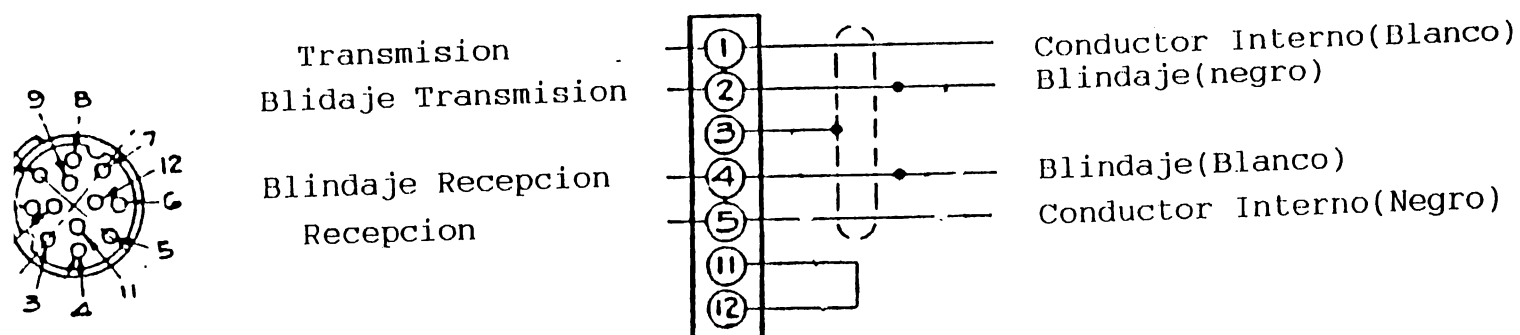
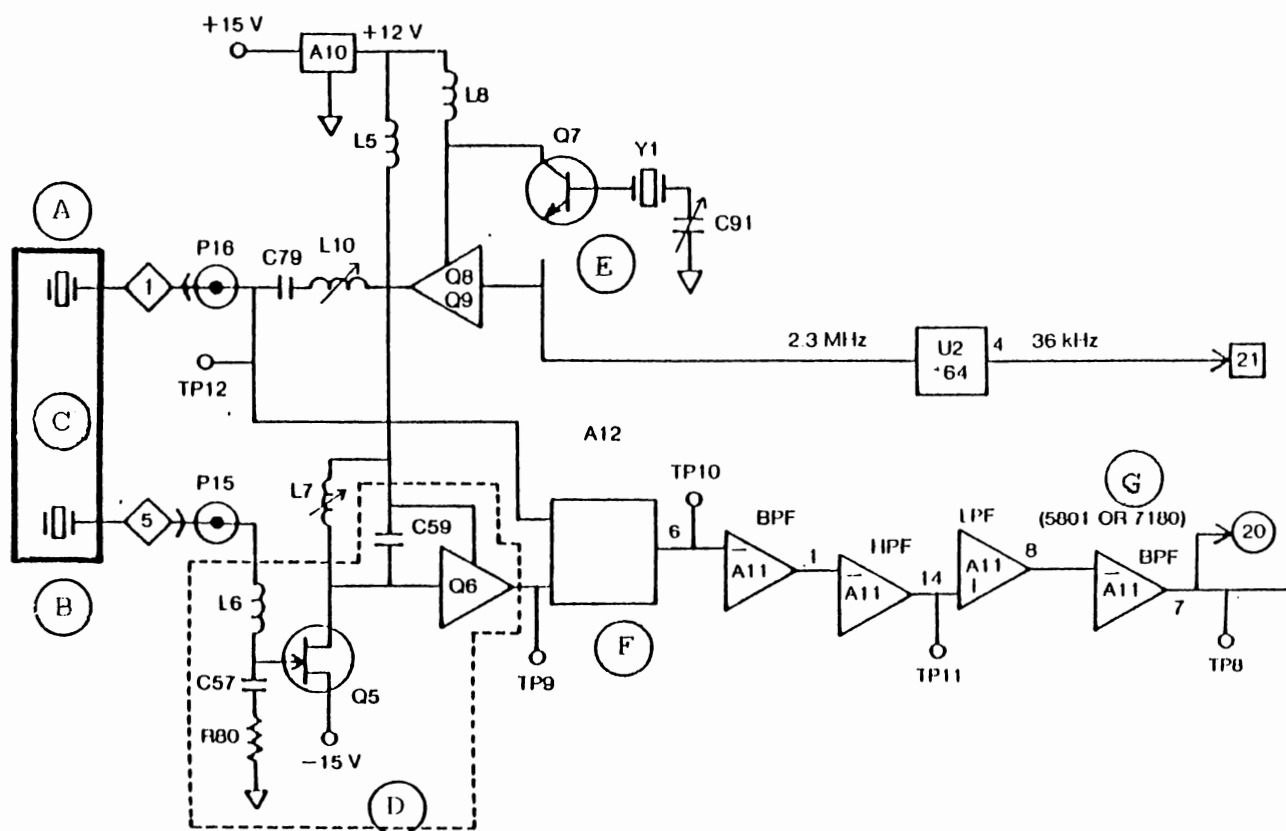


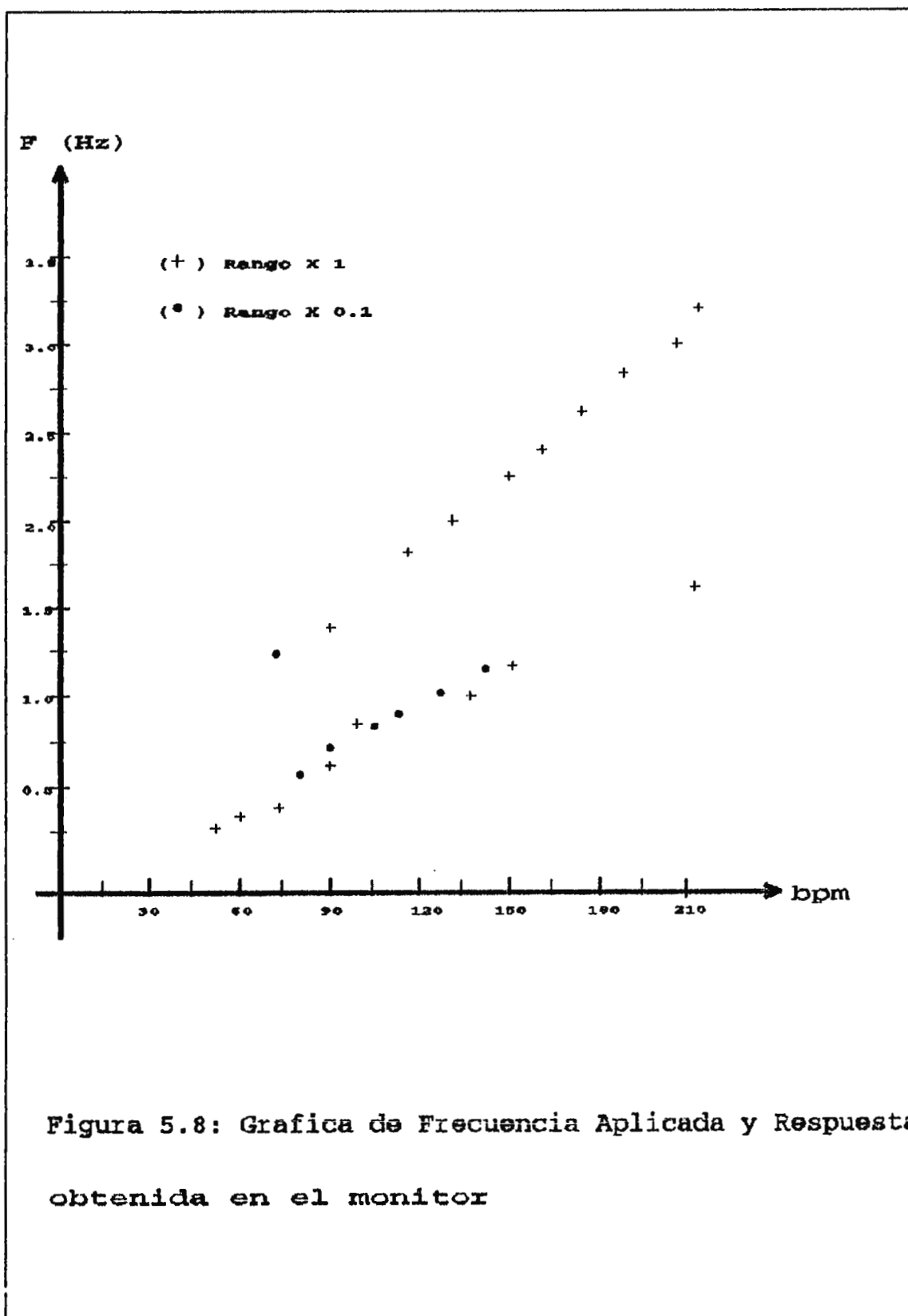
Figura 5.6.B: Pines del Cable de Ultrasonido.



- A Cristal Transmisor
C Transductor Ultrasonico
E Oscilador
G A Tarjeta de correlacion.

- B Cristal Receptor
D Blindaje
F Detector

Figura 5.7: Diagrama del Modulo de Ultrasonido del Monitor Fetal (COROMETRICS, Modelo 145).



FRECUENCIA APLICADA POR EL GENERADOR	R X 1	R X 0.1
	RESPUESTA EN BPM	EN MONITOR FETAL
0.3 Hz	54 +/- 2	
0.38	60	
0.4	73 +/- 2	
0.6	90 +/- 2	79
0.7	95 +/- 1	89 +/- 1
0.8	97	102 +/- 1
0.9	112	114 +/- 1
1.0	136	126
1.1	144	138 +/- 1
1.2	151	72
1.4	89	
1.6	208	
1.8	117	
2.0	135	
2.2	150 +/- 1	
2.4	162	
2.6	175	
2.8	190	
3.0	208 +/- 1	
3.2	214 +/- 1	
3.4	113	

Tabla 5.2: Relación entre frecuencia aplicada al cable de ultrasonido y la respuesta obtenida en el monitor.

Como puede notarse de la tabla y la gráfica anterior, existe un rango en el cuál la respuesta por parte del monitor no sigue un patrón definido. La prueba se hizo tres veces, dos con el

mismo monitor, y una tercera con otro del mismo modelo; obteniendose los mismos resultados.

Para tal inconveniente, se ha decidido extrapolar la gráfica para grabar estos valores en la memoria correspondiente para una verificación posterior en el monitor, que muestre la validez del proceso y/o sus variantes.

A partir de las pruebas realizadas pueden obtenerse los datos a grabar en las EPROM que darán como resultado las señales a simular.

La tabla siguiente muestra la interpretación existente entre la dirección y los datos en la EPROM, el voltaje de salida en el DAC, la frecuencia esperada en el VCO y su correspondiente equivalente en Bpm.

Dirección	Datos a grabar en EEPROM	Voltaje (Out DAC)	Frec. Esperada (Hz)	Bpm
000	7A	0.3216	1.11 (ó 2.11)	140
001	79	0.324	1.12 (ó 2.12)	141

TABLA 5.3: INTERRELACION DE PARAMETROS.
(explicacion en Apendice A).

5.4.2 Pruebas con el Tocotransductor del Canal de Presión.

(Sección de Contracciones Uterinas)

La circuitería en el monitor fetal, realiza las siguientes funciones:

- 1) Convierte el voltaje DC del transductor a una frecuencia correspondiente, para los cálculos de presión en la tarjeta del CPU.
- 2) Detecta si el transductor ha sido conectado adecuado.
- 3) Genera una referencia de + 4V para el transductor.

La referencia de 4 voltios es aplicada a los puntos de excitación del puente transductor-presión, la variación de presión causa un voltaje diferencial en los otros dos nodos, de acuerdo a la fórmula:

$$V_{\text{difer}} = SGF \times V_{\text{ref}} \times \text{Presión}$$

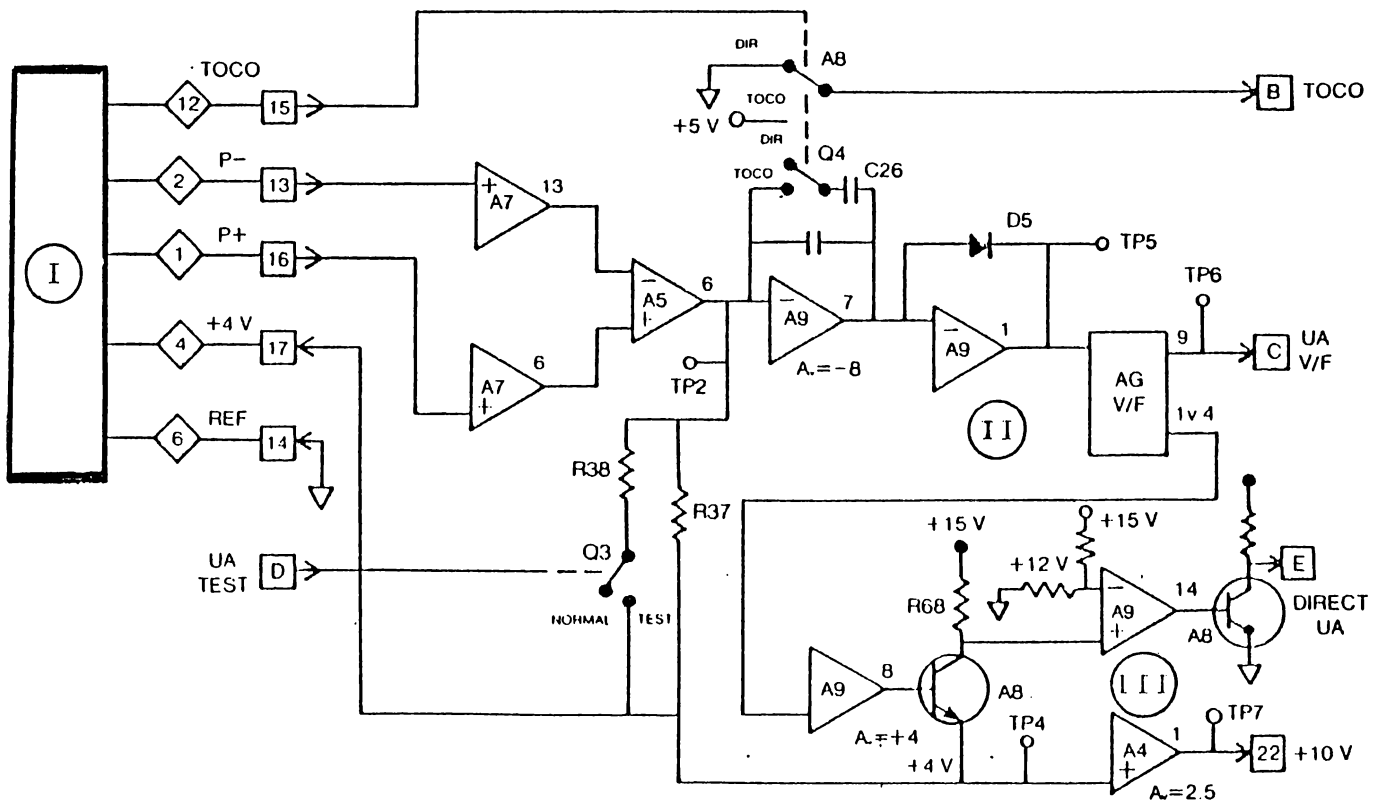
La constante SGF depende del transductor en uso, para el tocodinamómetro es $5.0 \mu V/\text{V ref} \times \text{mmHg}$

$$V_{\text{ref}} = 4 \text{ V (Según manual de servicio del monitor fetal).}$$

El voltaje diferencial del transductor es filtrado (RF) y se aplica a un amplificador de instrumentación de alta ganancia de DC, que consiste de A7 y A5 (Ver Figura 5.9). La ganancia nominal es de 125.

Después se pasa a través del Amplificador Sumador A9, la señal de presión es multiplicada por un factor adicional de 8 dando una ganancia total de 1000. El amplificador sumador también realiza las siguientes funciones:

- 1) Actúa como un filtro pasa bajos de 1 Hz.
- 2) Añade un voltaje de salida de -1 Volt a través de R37 y referencia de 4 Volt.



- I. Tocotransductor
 II. Rectificador de Media Onda
 III. Comparador

Figura 5.9: Diagrama del Modulo del Tocotransductor (COROMETRICS, Modelo 145).

De acuerdo a la fórmula proporcionada por el manual de servicio del monitor fetal, puede obtenerse la tabla 5.4 que muestra la relación entre presión y los niveles de voltaje corresponde a la entrada (Pin 4 y Pin 2) del canal del tocotransductor.

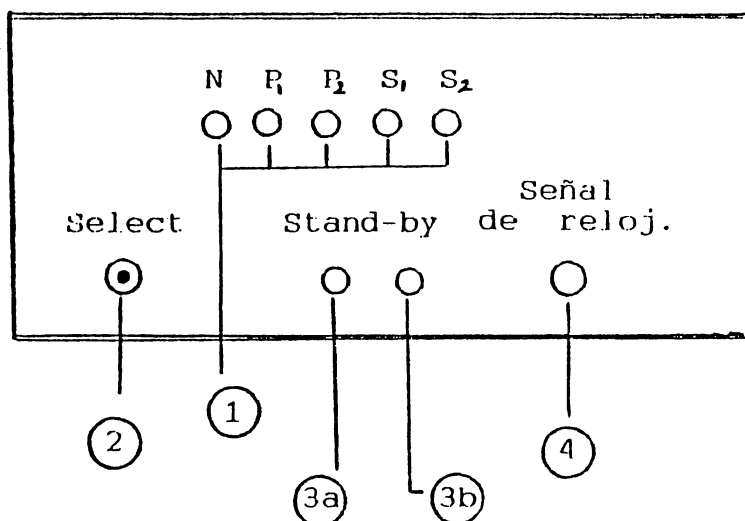
Presión (mmHg)	Voltaje (mV)
0	0
5	0.1
10	0.2
15	0.3
20	0.4
25	0.5
30	0.6
35	0.7
40	0.8
45	0.9
50	1.0
55	1.1
60	1.2
65	1.3
70	1.4
75	1.5
80	1.6
85	1.7
90	1.8
95	1.9
100	2.0

Tabla 5.4: Relación entre presión y voltaje en el tocotransductor.

CAPITULO VI: MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

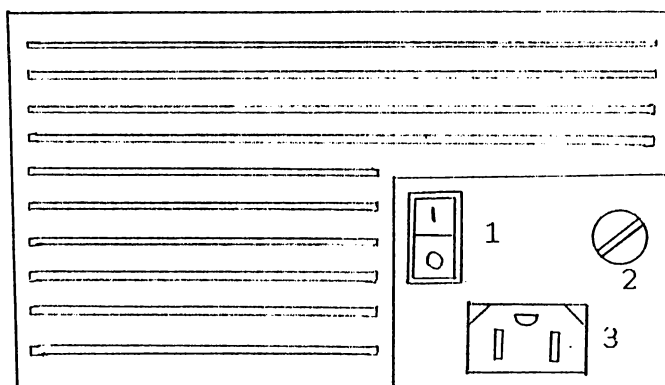
6.1 DESCRIPCION DE MANDOS.

6.1.1 PANEL FRONTAL.



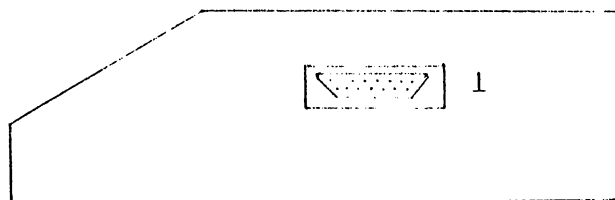
- (1) LED's indicadores de la señal seleccionada.
- (2) Pulsador para selección de señal que desea simular.
- (3A) Pulsador para iniciar la generación de señal.
- (3B) LED indicador si la señal está siendo generada o no.
- (4) LED indicador de la frecuencia de trabajo de reloj.

6.1.2 PANEL TRASERO.



- (1) Interruptor de encendido general.
- (2) Fusible de entrada.
- (3) Conector de cable de alimentación (110 VAC-60Hz).

6.1.3 PANEL LATERAL DERECHO.

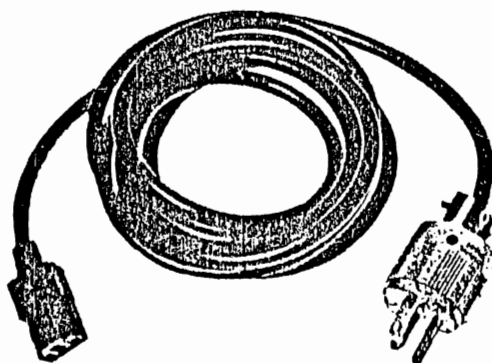


- (1) Conector tipo PG-232C: 110 del simulador.

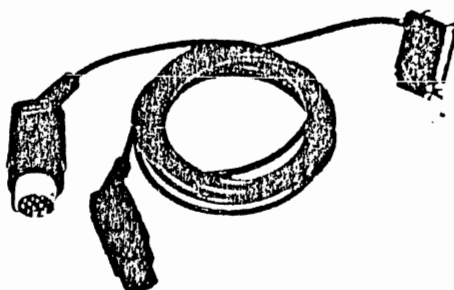
6.2 CABLES.

6.2.1 CABLE DE ALIMENTACION.

Cable standar con polarización para la alimentación de 110 VAC.



6.2.2 CABLES PARA MONITOR.



6.3 Puesta en Marcha.

Para un buen funcionamiento del simulador es recomendable que se usen los cables para equipo Concentricos.

- 1- Asegúrese que el simulador este apagado.
- 2- Conecte el simulador al monitor fetal por medio de los cables correspondientes.
- 3- Conecte el simulador a 110 VAC.
- 4- Ponga el interruptor de encendido general (1) (Panel Trasero) en la posición 1 (encendido). el LED de señal 1 indicará intermitente a la frecuencia de trabajo del reloj.
- 5- Seleccione, por medio del pulsador "Select", la señal que desea simular.
- 6- Cuando ya se haya seleccionado la señal a simular, se presiona el pulsador "Stand By" para que comience a generar dicha señal.
- 7- Si desea cambiar de señal debe de oprimir el pulsador de "Stand By" (el LED indicador indicará) y seguir proceda de la misma forma que los pasos 5 y 6.
- 8- Para apagarlo, ponga el simulador en "Stand By", luego ponga el interruptor de encendido general en la posición 0 (apagado), después desconecte el cordón de alimentación de 110 VAC y por último el cable de interconexión entre monitor fetal y simulador.

CAPITULO VII: MANUAL DE SERVICIO

INFORMACION GENERAL.

La información general en este capítulo se refiere a la operación básica del sistema, así como a sus especificaciones técnicas.

7.1 DESCRIPCION BASICA DEL SISTEMA.

El sistema a implementar está compuesto de 2 tipos de lógica de funcionamiento:

- Lógica Digital.
- Lógica Analógica.

La lógica digital es la encargada de controlar, almacenar, comparar y seleccionar datos digitales que con informaciones de las señales a simular; además genera la señal de reloj para controlar el conteo de los datos.

La lógica analógica se encarga del procesamiento de la información digital para convertirla en equivalente analógico, compensar su amplitud y acoplarla para ser interpretada por el monitor fetal.

7.2 DIAGRAMA DE BLOQUES.

VER CAPITULO V (Pag. 60).

7.3 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD Y SERVICIO.

Antes de conectar y poner en funcionamiento el simulador asegúrese de lo siguiente:

- Que el simulador esté apagado y conectado a 110 VAC.
- Que los cables (U.C. y U.S.) del Simulador al monitor estén conectados.
- Que no exista algún equipo cerca del simulador que produzca interferencia por alta frecuencia.

Para dar servicio al simulador, asegúrese que todo esté desconectado.

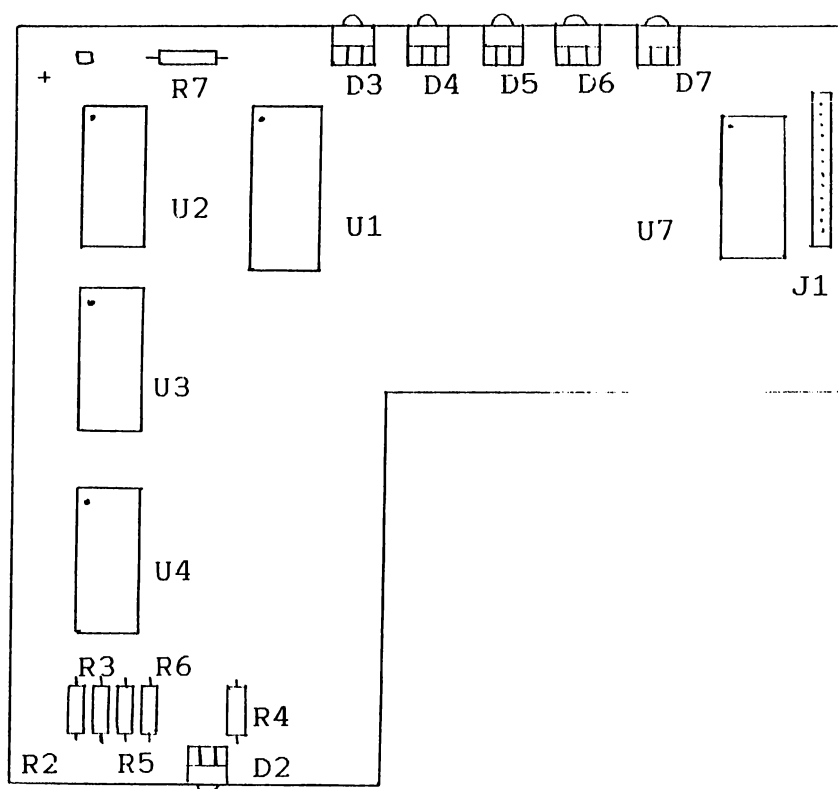
7.4 EQUIPO DE PRUEBA.

Osciloscopio.

- Punta de Prueba Lógica.
- Tester Digital (mV).
- Generador de pulsos.

7.5 LOCALIZACION DE AJUSTES.

A continuación se muestran las tarjetas que conforman todo el circuito electrónico digital y analógico del simulador de actividad, para ubicarse en los puntos de ajuste y calibración que posteriormente se mencionan.



TARJETA DE CONTROL.

U1: 74108 Decodificador de 3 a 5 líneas

U2: 74107 Flip-Flop JK

U3: 74107 Flip-Flop JK

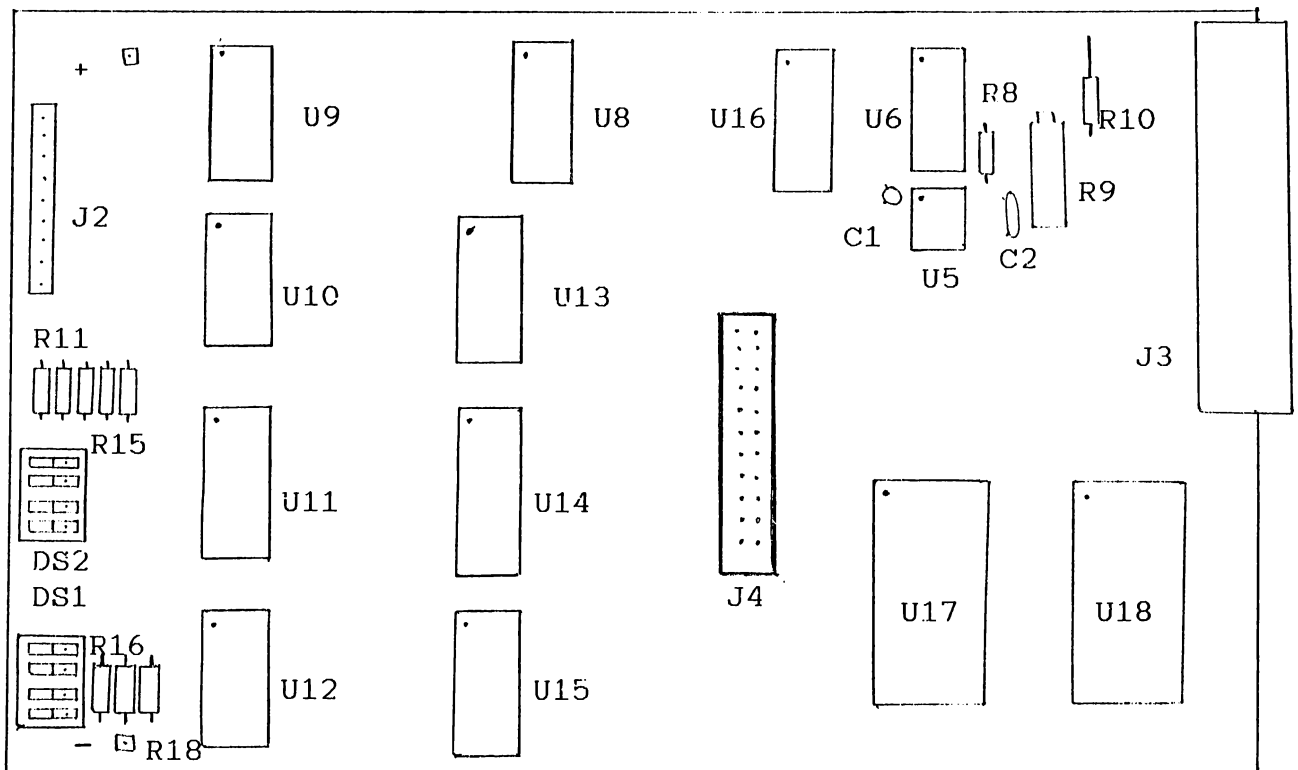
U4: 74279 Flip-Flop FF

U7: 74288 Memoria RAM, 10 por 8

R2, R3, R4, R5 y R6: Resistencias 330 Ω , 1/4 W

R7: Resistencia

D2, D3, D4, D5, D6 y D7: Diodos LED



TARJETA DE LOGICA DIGITAL

U5: 555 Multivibrador

U6: 74107 Flip Flop

U8, U9, U10: 74101 1400 Bils. 1400 Bils.

U11 y U12: 74293 32000 32000

U13, U14 y U15: 74105 Comparadores 1 Bils.

U16: 7420 Comparador NAND 4 Entr.

U17 y U18: Resistencias 330 k W

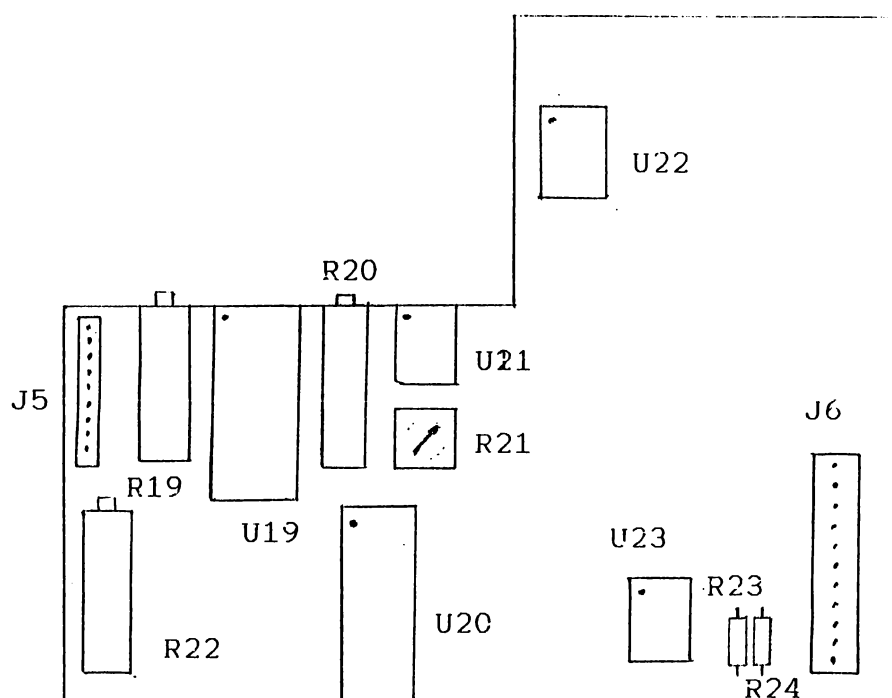
R11 y R18: 2716 Mape 10000 2W

R8 R10: Resistencias 1W 1/2 W

R9: Trimmer 100K

C1: Capacitor 0.01 uF

C2: Capacitor



TARJETA ANALÓGICA

U19 y U20: DAC 1220 Convertidor Digital-Analógico

U21 y U23: 741 Amplificadores Operacionales

U22: 566 Oscilador controlado por fase

R19: Trimmer 10K

R20 y R22: Trimmer 100K

R21: Resistencia variable 10K

R23: Resistencia 10K

R24: Resistencia 5K

1) Ajuste de Frecuencia (Tableta de Lógica Digital).

A través del trimmer R₁ de la configuración estable del IC555. La frecuencia de trabajo de todo el simulador puede ser variada en este punto. Antes de efectuar cualquier ajuste de R₁ mida el valor que presenta. (Para una frecuencia de 4 Hz. $R \approx 88.225 \text{ K}\Omega$).

2) Ajuste del Nivel de Voltaje de Salida de la Señal Simulada (Tableta Analógica).

Con el ajuste del valor de R20 y 22 de realimentación de los amplificadores operacionales, se tienen las variaciones de ganancia necesarias para aumentar o disminuir los niveles de ganancia de voltaje de salida en la señales simuladas. Básicamente con una ganancia de:

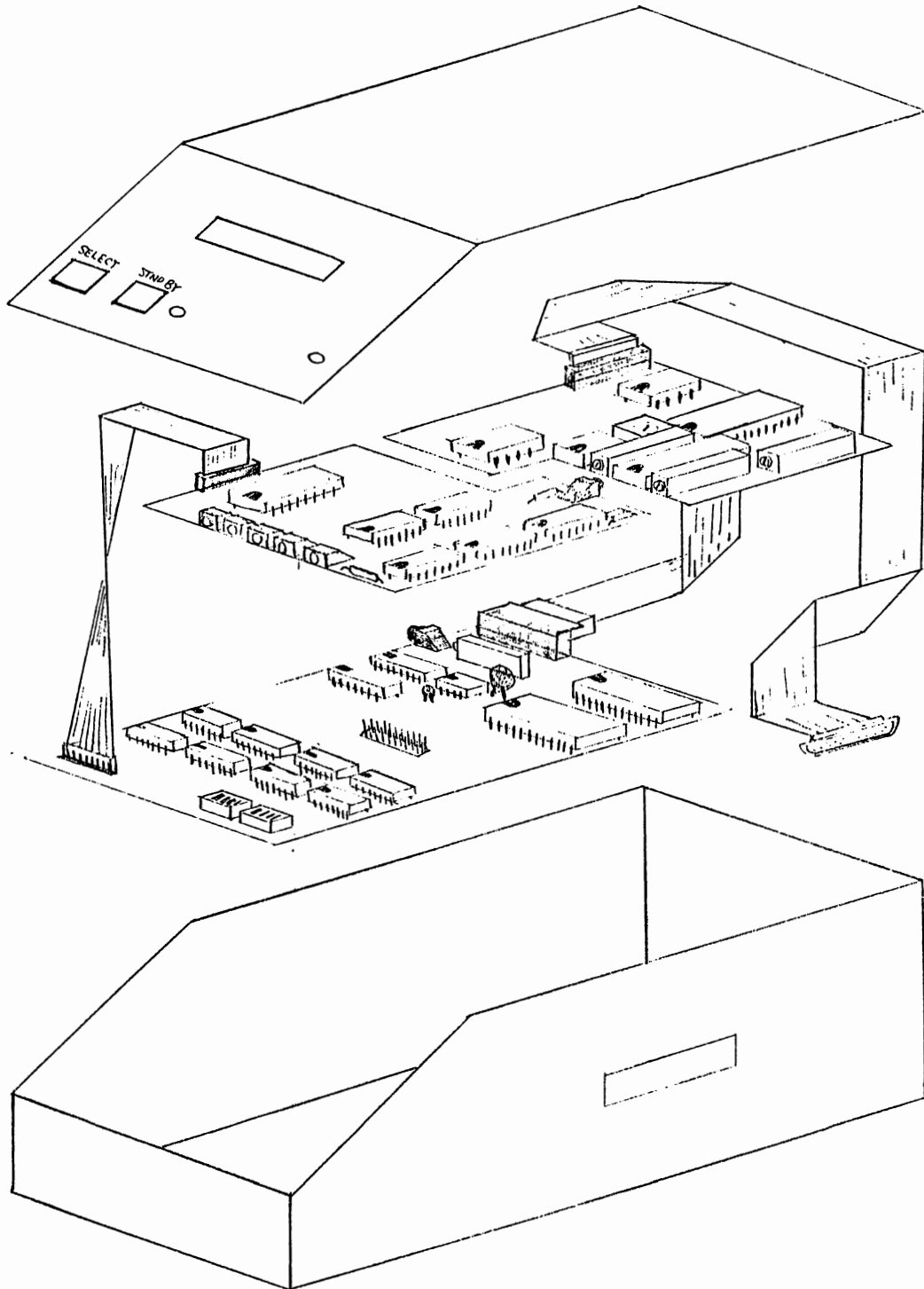
- a) + 10 Para la señal UC
- b) + 50 Para la señal de ECG

Se obtiene una forma de onda en el osciloscopio correcta al ser graficada por el monitor fetal.

3) Ajuste de Conteo (Tarjeta de Lógica Digital)

A través de los DIP switches 1 y 2 definen la cantidad a sumar y la dirección de inicio. Se obtiene la cuenta final. Su posición normal está indicada en:

DIP Switch 1 =	1 = ON	2, 3 y 4 = OFF (OFF)
DIP Switch 2 =	1 = OFF	2, 3 = ON, 4 = OFF (60)



7.6 SOLUCION DE PROBLEMAS.

Tableta 1: Control.

1) Encendido (Energizar el circuito).

- N: - Revisión de fusibles de la fuente.
 - Cable de conexión a toma de 110 VAC.
 - Revisar interruptor.

2) Selección de Parámetros.

a) Cambio no ordenado de la secuencia de señales a simular.

- N: - Revisión de F/F R-S eliminador de rebote.
 - Revisión de F/F J-K de contadores.
 - Revisión de Decodificador (Entradas y salidas).

b) Secuencia

- N: Revisión del estado de la salida del pin 10 del decoder 74138.

3) Stand By:

a) No existen valores a la salida de la PROM.

- N: - Revisar nivel de línea de la habilitación de la PROM, procedente del F/F J-K del stand by.

Tableta 2:

4) Frecuencia de trabajo:

d) Frecuencia de trabajo fuera del rango de 4 Hz.

- N: - Revisar el valor de los componentes de la configuración astable del IC 555, en especial el valor del trimmer ($R_9 = 88.282 \text{ K}\Omega$)
 - Revisar la salida del 555

5) Señales:

e) Después de finalizar una rutina de señal, esta no enlaza de manera continua:

N: - Revisar señal de reset de contadores.

f) Señal constante a la salida.

7.7 MANTENIMIENTO.

a) Preventivo:

Se recomienda una limpieza interna general periódica, de acuerdo a la cantidad de tiempo de uso promedio. Así mismo se recomienda una inspección visual y el cuidado respecto al calentamiento que pudiera producirse en cualquiera de los elementos del circuito.

Debido a que todos los integrados están montados en sus bases respectivas, debe tenerse el cuidado de no sacar accidentalmente alguno de los integrados de sus bases correspondientes.

Resulta adecuado medir los niveles de alimentación en las distintas tarjetas, con el fin de prevenir cualquier falla originada por aumento o deficiencia en los niveles de alimentación de los diferentes elementos.

Debe prestarse atención al buen estado del cable de alimentación (110 VAC) del simulador y de manera especial de los cables transductores: golpes, desgaste, etc.

- Ambiente de Trabajo:

a) Por seguridad del simulador, este debe colocarse en una superficie plana y firme.

b) Ambiente.

c) Guardarlo.

7.8 TEORIA DE OPERACION.

Por medio del interruptor SW1 se energizan todos los dispositivos del circuito y se limpia el flip-flop JK U3 (pin 13) colocando un 1 lógico en su salida Q deshabilitando a U7, además se enciende el LED D1 para indicar que todo el sistema está energizado.

El integrado U4 son F/F RS usados para eliminar el efecto de rebote.

Flip-Flop RS (U4) son ocupados para la eliminación del efecto de rebote que producen los interruptores mecánicos y que no son deseables, ya que podrían originar un mal funcionamiento en el circuito.

Cada vez que se oprime el pulsador "Select" (P1) se incrementan las combinaciones binarias producidas por el arreglo de los 3 F/F JK como contadores binarios, ya que estos operan con transiciones negativas en su entrada de reloj.

Estas combinaciones son introducidas en las entradas 1, 2 y 3 del decodificador U1, el cual sólo proporcionará 5 de sus 8 posibles combinaciones en su salida, debido al número de señales que se van a simular; por lo que cuando en su entrada tiene la combinación 101 (cinco) se tendrá un cero lógico en el pin 10, logrando con esto que los F/F JK se limpien y coloquen un cero lógico en sus salidas (combinación 000).

Los pines 15, 14, 13, 12 y 11 se conectan cada uno a un indicador LED que se iluminará cuando se coloque un cero lógico en dichos pines, para indicar qué señal es la que ha sido seleccionada.

El pulsador P2 (stand by) se encarga de habilitar o deshabilitar el integrado U7 por medio de un F/F JK U3; además se indica el estado de habilitación si el LED D2 está apagado o deshabilitación si está encendido.

Con los datos colocados por las salidas de U1 se tienen en la

segundo grupo (de 04 a 07) es colocado a las entradas del contador U10 y a las entradas "A" de U12.

Los contadores U8, U9 y U10 inician la cuenta desde el dato que tengan en sus entradas (dirección de inicio).

Los circuitos U11 y U12 son sumadores completos de 4 bits. El dato en sus entradas A es sumado con el dato en sus entradas B, los cuales son predeterminados, ya que para U11 es 6 hexadecimal y para U12 es 1 también en hexadecimal.

El objetivo de realizar esta suma es para obtener la dirección final a la que deberán llegar los contadores.

En las entradas "B" de U13, U14 y U15 se tiene la dirección final a la que deberán llegar los contadores para una señal determinada. Las entradas "B" de U13 están permanentemente con un dato en hexadecimal de 8, ya que todas las direcciones finales de las señales terminan en ese número. (Ver el mapa de memoria).

Las entradas "A" de U13, U14 y U15 tienen la cuenta que están manejando los contadores para poder comparar cuando esos lleguen a la dirección final de la señal que se está simulando. Cuando esto sucede se coloca un uno lógico en la salida A - B de los comparadores, las que son conectadas a las entradas de una compuerta NAND que pone en su salida un cero lógico, el cual reinicializa a los contadores binarios.

Las salidas de U8, U9 y U10 son conectadas a los buses de dirección de U17 y U18 para ir obteniendo los datos digitales de las señales a simular.

El bus de datos de U17 y U18 es conectado a U19 y U20 respectivamente. Los 4 bits más significativos de los DAC 1220 (U19 y U20) no son conectados ya que estos DAC poseen 12 bits de entrada y sólo se tiene un bus de datos de 8 bits. Lo que se logra con esto es mantener la mayor resolución en la salida analógica, la cual se amplificará por medio de circuitos

salida de U7, datos correspondientes a la dirección de inicio de la señal seleccionada a simular.

La siguiente tabla muestra la relación existente entre los datos de entrada y salida de U1 y U7.

ENTRADA U1			SALIDA U1						ESTADO DE INDICADORES (Encendido ó Apagado) D3 D4 D5 D6 D7 N P1 P2 S1 S2						ENTRADA DE U7					SALIDA DE U7								
1	2	3	15	14	13	12	11	10							A4	A3	A2	A1	A0		07	06	05	04	03	02	01	00
0	0	0	0	1	1	1	1	1	E	A	A	A	A		0	1	1	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	1	1	A	E	A	A	A		1	0	1	1	1		0	0	0	1	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	1	A	A	E	A	A		1	1	0	1	1		0	0	1	0	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	0	1	1	A	A	A	E	A		1	1	1	0	1		0	1	0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	0	1	A	A	A	A	E		1	1	1	1	0		0	1	0	1	1	1	0	0
†	1	0	1	†	1	1	1	1	1	A	A	A	A	A	-----						-----							

TABLA 7.8.1 : Estados logicos de U1 y U7.

† Al seleccionar esta combinación se resetean los Flip-Flop JK con lo cual regresa a la primera selección.

E: Encendido.

A: Apagado.

R8, R9 y C1 producen en el multivibrador U5 (usado como Astable) una señal cuadrada de 4 Hz. que es introducida a U6 (F/F JK) para dividir su frecuencia a 2 Hz. y lograr un ciclo de trabajo de 50 %.

La señal de 3 Hz es llevada a la entrada de reloj del contador U8 el cual gobierna los 4 bits menos significativos del bus de direcciones de U17 y U18.

Las entradas de U6 estan permanentemente a tierra.

El bus de direcciones de U7 es separado en 2 grupos de 4 bits cada uno. El primer grupo (de 00 a 03) es colocado a las entradas del contador U9 y a las entradas "A" de U11. El

operacionales.

El circuito U22 se encarga de convertir el voltaje de salida del amplificador operacional a su respectiva frecuencia para luego ser introducida al monitor fetal, en la entrada de ultrasonido.

La salida de U21 se introduce en la entrada de contracción uterina del monitor fetal. La conexión del circuito electrónico del simulador con el monitor fetal es por medio de los mismos cables blindados usados para hacer los estudios, pero sin los transductores respectivos.

A P E N D I C E A

Direccion	Dato a Grabar en EPROM	Voltaje (Out DAC)	Frecuencia Esperada(Hz)	Bpm

DAC a utilizar: DAC 1280.

Tabla Caracteristica:

MSB	LSB	Voltaje
0000	0000	9.9978 V.
1000	0000	4.9988 V.
1111	1111	0.0000 V.

Resolucion: 2.4 mV (Para 10V).

No se utilizaran los 4 bits MSB, por lo que la cantidad de combinaciones variara de 2^{12} (4096) a 2^8 (256).

Modificandose entonces el valor maximo de voltaje del DAC a:

$$256 \times 2.4 \text{ mV} = 0.6144 \text{ Volt.}$$

Nueva Tabla:

	Binario	Hexa	Voltaje	Papel Graf.(Bpm)
0000	0000	00	0.6144V	240 (mayor)
1000	0000	80	0.3072V	135 (medio)
1111	1111	FF	0.0000V	30 (minimo)

Variacion de bit/Bpm = $\frac{\# \text{ de posibles variaciones}(8 \text{ bits})}{\text{barrido completo del papel}}$

$$= \frac{256}{210} = 1.219 \text{ bit/Bpm.}$$

Se tomara entonces como una relacion de igualdad de variacion, con una compensacion de 1 bit por cada 5bits variados.

Ejemplo:

- Tomar como base 135 (1000 0000).
- Ubicar el primer Bpm correspondiente a la Desaceleracion Temprana (el valor es: 140).
- Obtener de la grafica de pruebas para Ultrasonido, la frecuencia esperada (para este caso: 1.11 o 2.11).

d) Para la obtención del Voltaje de salida de DAC y el dato de la EPROM, se procede así:

- Para el Voltaje:

Se realiza una suma algebraica de la cantidad de variaciones de bit/Bpm:

135(Bpm) \longrightarrow 140(Bpm)

Variación de 5 Bpm

TABLA BASICA

Hexa.	Bpm	Voltaje	
82	133	0.3024	
81	134	0.3048	\uparrow
80	135	0.3072	± 0.0024
7F	136	0.3096	
7E	137	0.312	\downarrow
7D	138	0.3144	
7B	139	0.3168	
7A	140	0.3192	+ Compensación
		0.3216	

- Para dato en EPROM basta leer el equivalente en Hexadecimal correspondiente a cada Bpm, teniendo cuidado con los valores de compensación.

Las tablas completas de programación se muestran en las paginas siguientes.

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
1	000	140	86	20	0F
1	001	140	86	20	0F
2	002	141	87	20	0F
3	003	142	88	20	0F
4	004	142	88	20	0F
5	005	142	88	20	0F
6	006	141	87	20	0F
7	007	141	87	20	0F
8	008	141	87	20	0F
9	009	141	87	20	0F
10	00A	142	88	20	0F
11	00B	143	89	20	0F
12	00C	144	8A	20	0F
13	00D	145	8C	20	0F
14	00E	145	8C	20	0F
15	00F	145	8C	20	0F
16	010	145	8C	20	0F
17	011	146	8A	20	0F
18	012	146	8A	20	0F
19	013	146	8A	20	0F
20	014	146	8A	20	0F
21	015	147	8E	20	0F
22	016	148	8F	20	0F
23	017	148	8F	20	0F
24	018	148	8F	20	0F
25	019	148	8F	20	0F
26	01A	148	8F	20	0F
27	01B	148	8F	20	0F

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
28	01C	148	8F	20	0F
29	01D	148	8F	20	0F
30	01E	148	8F	20	0F
31	01F	148	8F	20	0F
32	020	147	8E	20	0F
33	021	147	8E	20	0F
34	022	146	8F	20	0F
35	023	145	8C	20	0F
36	024	144	8A	20	0F
37	025	144	8A	20	0F
38	026	144	8A	20	0F
39	027	144	8A	20	0F
40	028	144	8A	20	0F
41	029	144	8A	20	0F
42	02A	144	8A	20	0F
43	02B	143	89	20	0F
44	02C	143	89	20	0F
45	02D	142	88	20	0F
46	02E	142	88	20	0F
47	02F	142	88	20	0F
48	030	141	87	20	0F
49	031	141	87	20	0F
50	032	141	87	20	0F
51	033	141	88	20	0F
52	034	143	89	20	0F
53	035	144	8A	20	0F
54	036	145	8C	20	0F
55	037	145	8C	20	0F

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
56	038	145	8C	20	0F
57	039	146	8D	20	0F
58	03A	147	8E	20	0F
59	03B	147	8E	20	0F
60	03C	148	8F	20	0F
61	03D	148	8F	20	0F
62	03E	147	8E	20	0F
63	03F	146	8D	20	0F
64	040	146	8D	20	0F
65	041	146	8D	20	0F
66	042	145	8C	20	0F
67	043	146	8D	20	0F
68	044	147	8E	20	0F
69	045	148	8F	20	0F
70	046	148	8F	20	0F
71	047	149	90	20	0F
72	048	149	90	20	0F
73	049	149	90	20	0F
74	04A	148	8F	20	0F
75	04B	147	8E	20	0F
76	04C	146	8A	20	0F
77	04D	145	8C	20	0F
78	04E	145	8C	20	0F
79	04F	145	8C	20	0F
80					0F
81	051	148	8F	21	12
82	052	148	8F	21	12
83	053	148	8F	21	12

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
84	054	148	8F	21	12
85	055	147	8E	22	15
86	056	146	8D	22	15
87	057	145	8C	22	15
88	058	144	8A	22	15
89	059	143	89	23	18
90	05A	142	88	23	18
91	05B	141	87	23	18
92	05C	140	86	23	18
93	05D	140	86	24	16
94	05E	140	86	24	16
95	05F	140	86	24	16
96	060	140	86	24	16
97	061	140	87	24	16
98	062	141	88	25	1E
99	063	142	89	25	1E
100	064	143	8A	25	1E
101	065	144	8C	25	1E
102	066	145	8C	26	21
103	067	145	8A	26	21
104	068	144	89	26	21
105	069	143	88	26	21
106	06A	142	87	27	24
107					
108	06C	141	87	27	24
109	06D	141	87	27	24
110	06E	140	86	28	27
111	06F	139	84	28	27

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
112	070	139	84	28	27
113	071	139	84	28	27
114	072	139	84	28	27
115	073	138	83	28	27
116	074	137	82	29	2A
117	075	136	81	29	2A
118	076	135	80	29	2A
119	077	134	7F	29	2A
120	078	134	7F	30	20
121	079	134	7F	31	30
122	07A	134	7F	32	33
123	07B	135	80	34	39
124	07C	135	80	36	3F
125	07D	135	80	38	45
126	07E	134	7F	40	46
127	07F	134	7F	42	51
128	080	134	7F	44	57
129	081	134	7F	46	50
130	082	134	7F	48	63
131	083	135	80	50	69
132	084	135	80	52	6F
133	085	135	80	54	75
134	086	135	80	56	76
135	087	136	81	58	81
136	088	137	82	60	87
137	089	136	81	62	80
138	08A	135	80	63	90
139	08B	134	7F	64	93

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
140	08C	133	7E	65	96
141	08D	132	7D	66	99
142	08E	131	7C	67	9C
143	08F	130	7A	68	9F
144	090	129	79	69	A2
145	091	128	78	70	A5
146	092	127	77	71	A8
147	093	126	76	72	AB
148	094	125	74	73	AR
149	095	125	74	74	B1
150	096	124	73	75	B4
151	097	123	72	76	B7
152	098	123	72	77	BA
153	099	124	73	78	BD
154	09A	124	73	79	CO
155	09B	125	74	80	C3
156	09C	126	76	81	C6
157	09D	127	77	82	C9
158	09E	128	78	83	CC
159	09F	129	79	84	CF
160	0A0	130	7A	85	D2
161	0A1	131	7C	85	D2
162	0A2	132	7D	86	D5
163	0A3	133	7E	86	D5
164	0A4	134	7F	87	D8
165	0A5	135	80	87	D8
166	0A6	136	81	88	D8
167	0A7	137	82	88	D8

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
168	0A8	138	83	89	dE
169	0A9	139	84	90	E1
170	0AA	140	86	90	E1
171	0AB	141	87	91	E4
172	0AC	142	88	91	E4
173	0AD	143	89	92	E7
174	0AE	144	8A	92	E7
175	0AE	145	8C	93	EA
176	0B0	146	8D	93	EA
177	0B1	147	8E	94	Ed
178	0B2	148	8F	94	F0
179	0B3	148	8F	95	F0
180	0B4	148	8F	95	F0
181	0B5	149	90	95	F0
182	0B6	150	92	95	F0
183	0B7	151	93	95	F0
184	0B8	151	93	96	F3
185	0B9	150	92	96	F3
186	0BA	149	90	96	F3
187	0BB	148	8F	97	F3
188	0BC	147	8E	97	F6
189	0BD	146	8D	97	F6
190	0BE	145	8C	97	F6
191	0BF	145	8C	98	F6
192	0C0	145	8C	98	F9
193	0C1	145	8C	98	F9
194	0C2	144	8A	98	F9
195	0C3	144	8A	98	F9

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
196	0C4	143	89	99	FC
197	0C5	142	88	99	FC
198	0C6	142	88	99	FC
199	0C7	143	89	99	FC
200	0C8	144	8A	100	FF
201	0C9	145	8C	99	FC
202	0CA	145	8C	99	FC
203	0CB	146	8A	97	F6
204	0CC	147	8E	97	F6
205	0CD	148	8F	95	F0
206	0CE	149	90	93	EA
207	0CF	150	92	91	E4
208	0D0	150	92	89	dE
209	0D1	150	92	87	d8
210	0D2	150	92	85	d2
211	0D3	149	90	93	CC
212	0D4	148	8F	81	C6
213	0D5	147	8E	79	C0
214	0D6	146	8D	77	bA
215	0D7	145	8C	75	b4
216	0D8	144	8A	73	AE
217	0D9	143	89	73	AE
218	0EA	142	88	71	A8
219	0D8	141	87	71	A8
220	0DC	140	86	70	A5
221	0DD	139	84	69	A2
222	0DE	138	83	68	9F
223	0DF	137	82	66	99

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
224	0E0	137	82	64	93
225	0E1	137	82	62	8d
226	0E2	138	83	60	87
227	0E3	139	84	58	81
228	0E4	139	84	56	76
229	0E5	140	86	54	75
230	0E6	141	87	52	6F
231	0E7	142	88	51	6C
232	0E8	143	89	50	69
233	0E9	143	89	49	66
234	0EA	143	89	47	60
235	0EB	142	88	45	5A
236	0EC	142	88	43	54
237	0ED	141	87	41	4E
238	0EE	141	87	39	48
239	0EF	141	87	37	42
241	0F1	142	88	35	3C
242	0F2	142	88	35	3C
243	0F3	141	87	34	39
244	0F4	142	88	34	39
245	0F5	143	89	34	39
246	0F6	144	8A	33	36
247	0F7	145	8C	33	36
248	0F8	146	8D	33	36
249	0F9	147	8E	32	33
250	0FA	147	8E	32	33
251	0FB	147	8E	32	33

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
252	0FC	146	8A	31	30
253	0FD	146	8A	31	30
254	0FE	146	8A	31	30
255	0FF	146	8A	30	2d
256	100	147	8E	30	2d
257	101	147	8E	30	2d
258	102	148	8F	29	2A
259	103	148	8F	29	2A
260	104	148	8F	28	27
261	105	147	8E	28	27
262	106	146	8A	28	27
263	107	146	8A	28	27
264	108	145	8C	28	27
265	109	144	8A	28	27
266	10A	143	89	27	24
268	10C	141	87	27	24
269	10D	140	86	27	24
270	10E	140	86	27	24
271	10F	140	86	27	24
272	110	141	87	27	24
273	111	142	88	27	24
274	112	143	89	26	21
275	113	143	89	26	21
276	114	143	89	26	21
277	115	142	88	26	21
278	116	142	88	26	21
279	117	143	89	26	21

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
280	118	144	8A	25	1E
281	119	145	8C	25	1E
282	11A	146	8A	25	1E
283	11B	147	8E	25	1E
284	11C	148	8F	25	1E
285	11D	149	90	25	1E
286	11E	150	92	24	1b
287	11F	150	92	24	1b
288	120	150	92	24	1b
289	121	149	90	24	1b
290	122	148	8F	24	1b
291	123	147	8E	24	1b
292	124	146	8D	24	1b
293	125	145	8C	23	18
294	126	144	8A	23	18
295	127	143	89	23	18
296	128	142	88	23	18
297	129	141	87	23	18
298	12A	140	86	23	18
299	12B	139	84	22	15
300	12C	139	84	22	15
301	12D	139	84	22	15
302	12E	139	84	22	15
303	12F	139	84	22	15
304	130	139	84	22	15
305	131	140	86	22	15
306	132	141	87	22	15
307	133	142	88	22	15

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
308	134	143	89	22	15
309	135	144	8A	22	15
310	136	144	8A	21	12
311	137	144	8A	21	12
312	138	145	8C	21	12
313	139	148	8C	21	12
314	13A	145	8C	21	12
315	13B	145	8C	21	12
316	13C	144	8A	21	12
317	13D	144	8A	21	12
318	13E	144	8A	21	12
319	13F	143	89	21	12
320	140	142	88	20	0F
321	141	141	87	20	0F
322	142	141	87	20	0F
323	143	141	87	20	0F
324	144	141	87	20	0F
325	145	142	88	20	0F
326	146	143	89	20	0F
327	147	144	8A	20	0F
328	148	145	8C	20	0F
329	149	146	8A	20	0F
330	14A	147	8E	20	0F
331	14B	148	8F	20	0F
332	14C	148	8F	20	0F
333	14D	148	8F	20	0F
334	14E	148	8F	20	0F
335	14F	148	8F	20	0F

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
336	150	148	8F	20	0F
337	151	147	8E	20	0F
338	152	146	8A	20	0F
339	153	145	8C	20	0F
340	154	144	8A	20	0F
341	155	143	89	20	0F
342	156	142	88	20	0F
343	157	141	87	20	0F
344	158	141	87	20	0F
345	159	141	87	20	0F
346	15A	141	87	20	0F
347	15B	141	87	20	0F
348	15C	142	88	20	0F
349	15D	143	89	20	0F
350	15E	143	89	20	0F
351	15F	144	8A	20	0F
352	160	143	89	20	0F
353	161	143	89	20	0F
354	162	142	88	20	0F
355	163	141	87	20	0F
356	164	141	87	20	0F
357	165	141	87	20	0F
358	166	140	86	20	0F
359	167	140	86	20	0F
360	168	140	86	20	0F

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
1	170	140	86	15	00
1	171	140	86	15	00
2	172	141	87	15	00
3	173	142	88	15	00
4	174	142	88	15	00
5	175	142	88	15	00
6	176	141	87	15	00
7	177	141	87	15	00
8	178	141	87	15	00
9	179	141	87	15	00
10	17A	142	88	15	00
11	17B	143	89	15	00
12	17C	144	8A	15	00
13	17D	145	8C	15	00
14	17E	145	8C	15	00
15	17F	145	8C	15	00
16	180	145	8C	15	00
17	181	146	8A	15	00

18	182	146	8A	15	00
19	183	146	8A	15	00
20	184	146	8A	15	00
21	185	147	8E	15	00
22	186	148	8F	15	00
23	187	148	8F	15	00
24	188	148	8F	15	00
25	189	148	8F	15	00
26	18A	148	8F	15	00
27	18B	148	8F	15	00

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
28	18C	148	8F	15	00
29	18D	149	8F	15	00
30	18E	148	8F	15	00
31	18F	148	8F	15	00
32	190	147	8E	15	00
33	191	147	8E	15	00
34	192	146	8D	15	00
35	193	145	8C	15	00
36	194	144	8A	15	00
37	195	144	8A	15	00
38	196	144	8A	15	00
39	197	144	8A	15	00
40	198	144	8A	15	00
41	199	144	8A	15	00
42	19A	144	8A	15	00
43	19B	143	89	15	00
44	19C	143	89	15	00
45	19D	142	88	15	00

46	19E	142	88	15	00
47	19F	142	88	15	00
48	1A0	141	87	15	00
49	1A1	141	87	15	00
50	1A2	141	87	15	00
51	1A3	142	88	15	00
52	1A4	143	89	15	00
53	1A5	144	8A	15	00
54	1A6	145	8C	15	00
55	1A7	145	8C	15	00

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
56	1A8	145	8C	15	00
57	1A9	146	8D	15	00
58	1AA	147	8E	15	00
59	1AB	147	8E	15	00
60	1AC	148	8F	15	00
61	1AD	148	8F	15	00
62	1AE	147	8E	15	00
63	1EF	146	8D	15	00
64	1B0	146	8D	15	00
65	1B1	146	8D	15	00
66	1B2	145	8C	15	00
67	1B3	146	8A	15	00
68	1B4	147	8E	15	00
69	1B5	148	8F	15	00
70	1B6	148	8F	15	00
71	1B7	149	90	15	00
72	1B8	149	90	15	00
73	1B9	149	90	15	00
74	1BA	148	8F	15	00
75	1BB	147	8E	15	00
76	1BC	146	8A	15	00
77	1BD	145	8C	15	00
78	1BE	145	8C	15	00
79	1BF	146	8A	15	00
80	1C0	147	8E	15	00
81	1C1	148	8F	16	03
82	1C2	148	8F	16	03
83	1C3	148	8F	16	03

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
84	1C4	148	8F	16	03
85	1C5	147	8E	16	03
86	1C6	146	8D	17	06
87	1C7	145	8C	17	06
88	1C8	144	8A	17	06
89	1C9	143	89	17	06
90	1CA	142	88	17	06
91	1CB	141	87	18	09
92	1CC	140	86	18	09
93	1CD	140	86	18	09
94	1CE	140	86	18	09
95	1CF	140	86	18	09
96	1D0	140	86	19	0C
97	1D1	140	86	19	0C
98	1D2	141	87	19	0C
99	1D3	142	88	19	0C
100	1D4	143	89	20	0F
101	1D5	144	8A	20	0F
102	1D6	145	8C	20	0F
103	1D7	145	8C	20	0F
104	1D8	144	8A	20	0F
105	1D9	143	89	21	12
106	1DA	142	88	21	12
107	1DB	141	87	21	12
108	1DC	141	87	21	12
109	1DD	141	87	21	12
110	1DE	140	86	22	15
111	1DF	139	84	22	15

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
112	1E0	139	84	22	15
113	1E1	139	84	22	15
114	1E2	139	84	22	15
115	1E3	138	83	22	15
116	1E4	137	82	23	18
117	1E5	136	81	23	18
118	1E6	135	80	23	18
119	1E7	134	7F	23	18
120	1E8	134	7F	24	1b
121	1E9	134	7F	24	1b
122	1EA	134	7F	25	1E
123	1EB	135	80	25	1E
124	1EC	135	80	26	21
125	1ED	135	80	26	21
126	1EE	134	7F	27	24
127	1EF	134	7F	27	24
128	170	134	7F	28	27
129	171	134	7F	28	27
130	172	134	7F	29	2A
131	173	135	80	29	2A
132	174	135	80	30	2d
133	175	135	80	30	2d
134	176	135	80	31	30
135	177	136	81	31	30
136	178	137	82	32	33
137	179	136	81	33	36
138	1FA	135	80	33	36
139	1FB	134	7F	34	39

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
140	1FC	133	7E	35	3C
141	1FD	132	7D	35	3C
142	1FE	131	7C	36	3F
143	1FF	132	7A	36	3F
144	200	129	79	37	42
145	201	128	78	37	42
146	202	127	77	38	45
147	203	126	76	38	45
148	204	125	74	39	48
149	205	125	74	39	48
150	206	124	73	40	4b
151	207	123	72	40	4b
152	208	123	72	41	4E
153	209	124	73	41	4E
154	20A	124	73	42	51
155	20B	125	74	42	51
156	20C	126	76	43	54
157	20D	127	77	43	54
158	20E	128	78	44	57
159	20F	129	79	44	57
160	210	130	7A	45	5A
161	211	131	7C	45	5A
162	212	132	7D	46	5d
163	213	133	7E	47	60
164	214	134	7F	48	63
165	215	135	80	49	66
166	216	136	81	50	69
167	217	137	82	50	69

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
168	218	139	83	51	6C
169	219	139	84	52	6F
170	21A	140	86	53	72
171	21B	141	87	54	75
172	21C	142	88	55	78
173	21D	143	89	55	78
174	21E	144	8A	56	7b
175	21F	145	8C	57	7E
176	220	146	8D	57	7E
177	221	147	8E	58	81
178	222	148	8F	59	84
179	223	148	8F	59	84
180	224	148	8F	60	87
181	225	149	90	60	87
182	226	150	92	61	8A
183	227	151	93	61	8A
184	228	151	93	62	8d
185	229	150	92	62	8d
186	22A	149	90	63	90
187	22B	148	8F	63	90
188	22C	147	8E	64	93
189	22D	146	8D	64	93
190	22E	145	8C	62	96
191	22F	145	8C	62	96
192	230	145	8C	64	93
193	231	145	8C	64	93
194	232	144	8A	63	90
195	233	144	8A	63	90

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
196	234	143	89	62	8d
197	235	142	88	62	8d
198	236	142	88	61	8A
199	237	143	89	61	8A
200	238	144	8A	60	87
201	239	145	8C	60	87
202	23A	145	8C	59	84
203	23B	146	8A	58	81
204	23C	147	8E	57	7E
205	23D	148	8F	56	7E
206	23E	148	8F	56	7E
207	23F	150	92	55	78
208	240	150	92	55	78
209	241	150	92	54	75
210	242	150	92	54	75
211	243	149	90	53	72
212	244	148	8F	53	72
213	245	147	8E	52	6F
214	246	146	8D	52	6F
215	247	145	8C	51	6C
216	248	144	8A	50	69
217	249	143	89	50	69
218	24A	142	88	49	66
219	24B	141	87	48	63
220	24C	140	86	47	60
221	24D	139	84	47	60
222	24E	138	83	46	5d
223	24F	137	82	45	5A

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
224	250	137	82	44	57
225	251	137	82	43	54
226	252	138	83	42	51
227	253	139	84	41	4E
228	254	139	84	40	4b
229	255	140	86	39	48
230	256	141	87	38	45
231	257	142	88	37	42
232	258	143	89	36	3F
233	259	143	89	35	3C
234	25A	143	89	34	39
235	25B	142	88	33	36
236	25C	142	88	32	33
237	25D	141	87	31	30
238	25E	141	87	30	2d
239	25F	141	87	29	2A
240	260	142	88	28	27
241	261	142	88	27	24
242	262	142	88	27	24
243	263	141	87	26	21
244	264	142	88	26	21
245	265	143	89	25	1E
246	266	144	8A	25	1E
247	267	145	8C	24	1b
248	268	146	8A	24	1b
249	269	147	8E	23	18
250	26A	147	8E	23	18
251	26B	147	8E	22	15

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
252	26C	146	8A	22	15
253	26D	146	8A	21	12
254	26E	146	8A	21	12
255	26F	146	8A	20	0F
256	270	147	8E	20	0F
257	271	147	8E	19	0C
258	272	148	8F	18	09
259	273	148	8F	18	09
260	274	148	8F	17	06
261	275	147	8E	17	06
262	276	146	8A	17	06
263	277	146	8A	17	06
264	278	145	8C	17	06
265	279	144	8A	17	06
266	27A	143	89	17	06
267	27B	142	88	17	06
268	27C	141	87	17	06
269	27D	140	86	17	06
270	27E	140	86	16	03
271	27F	140	86	16	03
272	280	141	87	16	03
273	281	142	88	16	03
274	282	143	89	16	03
275	283	143	89	16	03
276	284	143	89	16	03
277	285	142	88	16	03
278	286	142	88	16	03
279	287	143	89	16	03

No	Dirección	BNP	DATO	mm Hg	DATO
280	288	144	8A	15	00
281	289	145	8C	15	00
282	28A	146	8A	15	00
283	28B	147	8E	15	00
284	28C	148	8F	15	00
285	28D	149	90	15	00
286	28E	150	92	15	00
287	28F	150	92	15	00
288	290	150	92	15	00
289	291	149	90	15	00
290	292	148	8F	15	00
291	293	147	8E	15	00
292	294	146	8D	15	00
293	295	145	8C	15	00
294	296	144	8A	15	00
295	297	143	89	15	00
296	298	142	88	15	00
297	299	141	87	15	00
298	29A	140	86	15	00
299	29B	139	84	15	00
300	29C	139	84	15	00
301	29D	139	84	15	00
302	29E	139	84	15	00
303	29F	139	84	15	00
304	2A0	139	84	15	00
305	2A1	140	86	15	00
306	2A2	141	87	15	00
307	2A3	142	88	15	00

No	Dirección	BNP	DATO	mm Hg	DATO
308	2A4	143	89	15	00
309	2A5	144	8A	15	00
310	2A6	144	8A	15	00
311	2A7	144	8A	15	00
312	2A8	145	8C	15	00
313	2A9	145	8C	15	00
314	2AA	145	8C	15	00
315	2AB	145	8C	15	00
316	2AC	144	8A	15	00
317	2AD	144	8A	15	00
318	2AE	144	8A	15	00
319	2AF	143	89	15	00
320	2B0	142	88	15	00
321	2B1	141	87	15	00
322	2B2	141	87	15	00
323	2B3	141	87	15	00
324	2B4	141	87	15	00
325	2B5	142	88	15	00
326	2B6	143	89	15	00
327	2B7	144	8A	15	00
328	2B8	145	8C	15	00
329	2B9	146	8A	15	00
330	2BA	147	8E	15	00
331	2BB	148	8F	15	00
332	2BC	148	8F	15	00
333	2BD	148	8F	15	00
334	2BE	148	8F	15	00
335	2BF	148	8F	15	00

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
336	2C0	148	8F	15	00
337	2C1	147	8E	15	00
338	2C2	146	8A	15	00
339	2C3	145	8C	15	00
340	2C4	144	8A	15	00
341	2C5	143	8F	15	00
	2C6	142	8E	15	00
	2C7	141	87	15	00
344	2C8	141	87	15	00
345	2C9		87	15	00
346	2CA		87	15	00
347	2CB		87	15	00
348	2CC		88	15	00
349	2CD		89	15	00
350	2CE		89	15	00
351	2CF		8A	15	00
352	2D0		89	15	00
353	2D1		89	15	00
354	2D2		88	15	00
355	2D3		87	15	00
356	2D4		87	15	00
357	2D5		87	15	00
358	2D6		86	15	00
359	2D7		86	15	00
360	2D8		86	15	00

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
1	2E0	140	86	25	1E
1	2E1	141	86	25	1E
2	2E2	141	87	25	1E
3	2E3	142	88	25	1E
4	2E4	142	88	25	1E
5	2E5	142	88	25	1E
6	2E6	141	87	25	1E
7	2E7	141	87	25	1E
8	2E8	141	87	25	1E
9	2E9	141	87	25	1E
	2EA	142	88	25	1E
11	2EB	143	89	25	1E
12	2EC	144	8A	25	1E
13	2ED	145	8C	25	1E
14	2EE	145	8C	25	1E
15	2EF	145	8C	25	1E
16	2F0	145	8C	25	1E
17	2F1	146	8A	25	1E
18	2F2	146	8A	25	1E
19	2F3	146	8A	25	1E
20	2F4	146	8A	25	1E
21	2F5	147	8E	25	1E
22	2F6	148	8F	25	1E
23	2F7	148	8F	25	1E
24	2F8	148	8F	25	1E
25	2F9	148	8F	25	1E
26	2FA	148	8F	25	1E
27	2FB	148	8F	25	1E

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
28	2FC	148	8F	25	1E
29	2FD	148	8F	25	1E
30	2FE	148	8F	25	1E
31	2FF	148	8F	25	1E
32	300	147	8E	25	1E
33	301	147	8E	25	1E
34	302	146	8E	25	1E
35	303	145	8C	25	1E
36	304	144	8A	25	1E
37	305	144			1E
	306	144	8A	25	1E
39	307	147	8A	25	1E
40	308	144	8A	26	21
41	309	144	8A	26	21
42	30A	144	8A	26	21
43	30B	143	87	26	21
44	30C	143	87	26	21
45	30D	142	88	26	21
46	30E	142	88	26	21
47	30F	142	88	26	21
48	310	141	87	26	21
49	311	141	87	26	21
50	312	141	87	26	21
51	313	142	88	26	21
52	314	143	89	26	21
53	315	144	8A	26	21
54	316	145	8C	26	21
55	317	145	8C	26	21

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
56	318	145	8C	26	21
57	319	146	8D	26	21
58	31A	147	8E	26	21
59	31B	147	8E	26	21
60	31C	148	8F	26	21
61	31D	148	8F	26	21
62	31E	147	8E	26	21
63	31F	146	8D	26	21
64	320	146	8D	26	21
65	321	146	8D	26	21
66	322	145	8C	26	21
67	323	146	8D	26	21
68	324	147	8E	26	21
69	325	148	8F	26	21
70	326	148	8F	26	21
71	327	149	90	26	21
72	328	149	90	26	21
73	329	149	90	26	21
74	32A	149	8F	26	21
75	32B	147	8E	26	21
76	32C	146	8A	26	21
77	32D	145	8C	26	21
78	32E	145	8C	26	21
79	32F	146	8A	26	21
80	330	147	8E	26	21
81	331	148	8F	26	21
82	332	148	8F	26	21
83	333	148	8F	26	21

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
84	334	148	8F	26	21
85	335	147	8E	26	21
86	336	146	8D	26	21
87	337	145	8C	26	21
88	338	144	8A	26	21
89	339	143	89	26	21
90	33A	142	88	26	21
91	33B	141	87	26	21
92	33C	140	86	26	21
93	33D	140	86	26	21
94	33E	140	86	26	21
95	33F	140	86	26	21
96	340	140	86	26	21
97	341	140	86	26	21
98	342	141	87	26	21
99	343	142	88	26	21
100	344	143	89	26	21
101	345	144	8A	26	21
102	346	145	8C	26	21
103	347	145	8C	26	21
104	348	144	8A	26	21
105	349	143	89	26	21
106	34A	142	88	26	21
107	34B	141	87	26	21
108	34C	141	87	26	21
109	34D	141	87	26	21
110	34E	140	86	26	21
111	34F	139	84	26	21

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
112	350	139	84	26	21
113	351	139	84	26	21
114	352	139	84	26	21
115	353	138	83	26	21
116	354	137	82	26	21
117	355	136	81	26	21
118	356	135	80	26	21
119	357	134	7F	26	21
120	358	134	7F	26	21
121	359	134	7F	27	24
122	35A	134	7F	28	27
123	35B	135	80	28	27
124	35C	135	80	29	2A
125	35D	135	80	29	2A
126	35E	134	7F	30	2d
127	35F	134	7F	31	30
128	360	134	7F	31	30
129	361	134	7F	32	33
130	362	134	7F	33	36
131	363	135	7F	33	36
132	364	135	80	34	39
133	365	135	80	34	39
134	366	135	80	35	3C
135	367	136	81	36	3F
136	368	137	82	37	42
137	369	136	81	38	45
138	36A	135	80	39	48
139	36B	134	7F	40	4b

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
140	36C	133	7F	40	4b
141	36D	132	7D	41	4E
142	36E	131	7C	41	4E
143	36F	130	7Z	42	51
144	370	129	79	42	51
145	371	128	78	43	54
146	372	127	77	43	54
147	373	126	76	44	57
148	374	125	74	45	5A
149	375	125	74	45	5A
150	376	124	73	46	5d
151	377	123	72	46	5d
152	378	123	72	47	60
153	379	124	73	47	60
154	37A	124	73	48	63
155	37B	125	74	48	63
156	37C	126	76	49	66
157	37D	127	77	49	66
158	37E	128	78	49	66
159	37F	129	79	50	69
160	380	130	7A	50	69
161	381	131	7C	51	6C
162	382	132	7D	52	6F
163	383	133	7E	53	71
164	384	134	7F	54	75
165	385	135	80	55	78
166	386	136	81	56	7b
167	387	137	82	57	7E

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
168	388	138	83	58	81
169	389	139	84	59	84
170	38A	140	86	60	87
171	38B	141	87	61	8A
172	38C	142	88	62	8d
173	38D	143	89	63	90
174	38E	144	8A	64	93
175	38F	145	8C	65	96
176	390	146	8D	66	96
177	391	147	8E	67	9C
178	392	148	8F	68	9F
179	393	148	8F	69	A2
180	394	148	8F	70	A5
181	395	149	90	71	A8
182	396	150	92	71	A8
183	397	151	93	72	Ab
184	398	151	93	72	Ab
185	399	150	92	72	Ab
186	39A	149	90	73	AE
187	39B	148	8F	73	AE
188	39C	147	8E	74	b1
189	39D	146	8D	74	b1
190	39E	145	8C	74	b1
191	39F	145	8C	75	b4
192	3A0	145	8C	75	b4
193	3A1	145	8C	76	b7
194	3A2	144	8A	76	b7
195	3A3	144	8A	76	b7

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
196	3A4	143	89	77	bA
197	3A5	142	88	77	bA
198	3A6	142	88	77	bA
199	3A7	143	89	78	bd
200	3A8	144	8A	78	bd
201	3A9	145	8C	77	bA
202	3AA	145	8C	77	bA
203	3AB	146	8A	77	bA
204	3AC	147	8E	77	bA
205	3AD	148	8F	77	bA
206	3AE	149	90	77	bA
207	3AF	150	92	77	bA
208	3B0	150	92	77	bA
209	3B1	150	92	77	bA
210	3B2	150	92	76	b7
211	3B3	149	90	76	b7
212	3B4	148	8F	76	b7
213	3B5	147	8E	76	b7
214	3B6	146	8D	76	b7
215	3B7	145	8C	76	b7
216	3B8	144	8A	76	b7
217	3B9	143	89	76	b7
218	3BA	142	88	76	b7
219	3BB	141	87	76	b7
220	3BC	140	86	75	b4
221	3BD	139	84	74	b1
222	3BE	138	83	73	AE
223	3BF	137	82	72	Ab

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
224	3C0	137	82	71	A8
225	3C1	137	82	70	A5
226	3C2	138	83	69	A2
227	3C3	139	84	68	9F
228	3C4	139	84	67	9C
229	3C5	140	86	66	99
230	3C6	141	87	65	96
231	3C7	142	88	64	93
232	3C8	143	89	63	90
233	3C9	143	89	62	8d
234	3CA	143	89	61	8A
235	3CB	142	88	60	87
236	3CC	142	88	58	81
237	3CD	141	87	56	7b
238	3CE	141	87	54	75
239	3CF	141	87	52	6F
240	3D0	142	88	50	69
241	3D1	142	88	49	66
242	3D2	142	88	48	63
243	3D3	141	87	47	60
244	3D4	142	88	46	5d
245	3D5	143	89	45	5A
246	3D6	144	8A	44	57
247	3D7	145	8C	43	54
248	3D8	146	8A	42	51
249	3D9	147	8E	41	4E
250	3DA	147	8E	40	4b
251	3DB	147	8E	39	48

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
252	3DC	146	8A	38	45
253	3DD	146	8A	37	42
254	3DE	146	8A	36	3F
255	3DF	146	8A	35	3C
256	3E0	147	8E	34	39
257	3E1	147	8E	33	36
258	3E2	148	8F	32	33
259	3E3	148	8F	31	30
260	3E4	148	8F	30	2d
261	3E5	147	8E	29	2A
262	3E6	146	8A	29	2A
263	3E7	146	8A	29	2A
264	3E8	145	8C	29	2A
265	3E9	144	8A	28	27
266	3EA	143	89	28	27
267	3EB	142	88	28	27
268	3EC	141	87	28	27
269	3ED	140	86	28	27
270	3EE	140	86	27	24
271	3EF	140	86	27	24
272	3F0	141	87	27	24
273	3F1	142	88	27	24
274	3F2	143	89	27	24
275	3F3	143	89	26	21
276	3F4	143	89	26	21
277	3F5	142	88	26	21
278	3F6	142	88	26	21
279	3F7	143	89	26	21

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
280	3F0	144	8A	25	1E
281	3F9	145	8C	25	1E
282	3FA	146	8A	25	1E
283	3FB	147	8E	25	1E
284	3FC	148	8F	25	1E
285	3FD	149	90	25	1E
286	3FE	150	92	25	1E
287	3FF	150	92	25	1E
288	400	150	92	25	1E
289	401	149	90	25	1E
290	402	148	8F	25	1E
291	403	147	8E	25	1E
292	404	146	8D	25	1E
293	405	145	8C	25	1E
294	406	144	8A	25	1E
295	407	143	89	25	1E
296	408	142	88	25	1E
297	409	141	87	25	1E
298	40A	140	86	25	1E
299	40B	139	84	25	1E
300	40C	139	84	25	1E
301	40D	139	84	25	1E
302	40E	139	84	25	1E
303	40F	139	84	25	1E
304	410	139	84	25	1E
305	411	140	86	25	1E
306	412	141	87	25	1E
307	413	142	88	25	1E

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
308	414	143	89	25	1E
309	415	144	8A	25	1E
310	416	144	8A	25	1E
311	417	145	8A	25	1E
312	418	145	8C	25	1E
313	419	145	8C	25	1E
314	41A	145	8C	25	1E
315	41B	144	8C	25	1E
316	41C	144	8A	25	1E
317	41D	144	8A	25	1E
318	41E	143	8A	25	1E
319	41F	142	89	25	1E
320	420	141	88	24	1b
321	421	141	87	24	1b
322	422	141	87	24	1b
323	423	141	87	24	1b
324	424	142	87	24	1b
325	425	143	88	24	1b
326	426	144	89	24	1b
327	427	145	8A	24	1b
328	428	146	8C	24	1b
329	429	147	8A	24	1b
330	42A	148	8E	24	1b
331	42B	148	8F	23	18
332	42C	148	8F	23	18
333	42D	148	8F	23	18
334	42E	148	8F	23	18
335	42F	148	8F	23	18

No	Dirección	BMP	DATO	mm Hg	DATO
336	430	143	8F	23	15
337	431	147	8E	23	18
338	432	144	8A	23	18
339	433	145	8C	23	18
340	434	144	8A	23	18
341	435	143	89	23	18
342	436	142	88	23	18
343	437	141	87	23	18
344	438	141	87	23	18
345	439		87	22	15
346	43A		87	22	15
347	43B		87	22	15
348	43C		88	22	15
349	43D		89	22	15
350	43E		89	22	15
351	43F		8A	22	15
352	440		89	22	15
353	441		89	22	15
354	442		88	22	15
355	443		87	22	15
356	444		87	22	15
357	445		87	22	15
358	446		8	22	15
359	447		86	22	15
360	448		86	22	15

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
1	450	80	00
2	451	81	00
3	452	82	03
4	453	83	03
5	454	85	06
6	455	86	06
7	456	87	09
8	457	88	09
9	458	8A	0C
10	459	8B	0C
11	45A	8C	0F
12	45B	8D	0F
13	45C	8F	12
14	45D	90	12
15	45E	91	15
16	45F	92	15
17	460	94	18
18	461	95	18
19	462	96	1b
20	463	97	1b
21	464	99	1E
22	465	9A	1E
23	466	9B	21
24	467	9C	21

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
25	468	9E	24
26	469	9F	24
27	46A	A0	27
28	46B	A1	2a
29	46C	A3	2a
30	46D	A4	2a
31	46E	A5	2d
32	46F	A6	2d
33	470	A8	2d
34	471	A9	30
35	472	AA	30
36	473	AB	33
37	474	AD	33
38	475	AE	36
39	476	AF	36
40	477	B0	39
41	478	B2	39
42	479	B3	3C
43	47A	B4	3C
44	47B	B5	3F
45	47C	B7	3F
46	47D	B8	42
47	47E	B9	42
48	47F	BA	45

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
49	480	BC	45
50	481	BD	48
51	482	BE	48
52	483	BF	4b
53	484	C1	4b
54	485	C2	4E
55	486	C3	4E
56	487	C4	51
57	488	C6	51
58	489	C7	54
59	48A	C8	54
60	48B	C9	57
61	48C	CB	57
62	48D	CC	5A
63	48E	CD	5A
64	48F	CE	5d
65	490	D0	5d
66	491	D1	60
67	492	D2	60
68	493	D3	63
69	494	D5	63
70	495	D6	66
71	496	D7	66
72	497	D8	66

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
73	498	DA	69
74	499	DB	69
75	49A	DC	6C
76	49B	DD	6C
77	49C	DE	6F
78	49D	EO	6F
79	49E	E1	72
80	49F	E2	72
81	4A0	E4	72
82	4A1	E5	75
83	4A2	E6	75
84	4A3	E7	78
85	4A4	E9	78
86	4A5	EA	7b
87	4A6	EB	7b
88	4A7	EC	7E
89	4A8	EE	7E
90	4A9	EF	
91	4AA		
	4AB	EC	84
93	4AC	EB	84
94	4AD	EA	87
95	4AE	E9	87
96	4AF	E7	8A

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
97	4B0	E6	8A
98	4B1	E5	8d
99	4B2	E4	8d
100	4B3	E2	90
101	4B4	E1	90
102	4B5	E0	93
103	4B6	DF	93
104	4B7	DD	96
105	4B8	DC	96
106	4B9	DB	99
107	4BA	DA	99
108	4BB	DB	9C
109	4BC	D7	9C
110	4BD	D6	9F
111	4BE	D5	9F
112	4BF	D3	9F
113	4C0	D2	A2
114	4C1	D1	A2
115	4C2	D0	A5
116	4C3	CE	A5
117	4C4	CD	A8
118	4C5	CB	A8
119	4C6	CA	Ab
120	4C7	C9	Ab

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
121	4C8	C8	AE
122	4C9	C7	AE
123	4CA	C6	b1
124	4CB	C4	b1
125	4CC	C3	b4
126	4CD	C2	b4
127	4CE	C1	b7
128	4CF	BF	b7
129	4D0	BE	bA
130	4D1	BD	bA
131	4D2	BC	bd
132	4D3	BA	C0
133	4D4	B9	C0
134	4D5	B8	C3
135	4D6	B7	C3
136	4D7	B5	C6
137	4D8	B4	C6
138	4D9	B3	C9
139	4DA	B2	C9
140	4DB	B0	CC
141	4DC	AF	CC
142	4DD	AE	CF
143	4DE	AD	CF
144	4DF	AB	d2

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
145	4E0	AA	d2
146	4E1	A9	d2
147	4E2	A8	d5
148	4E3	A6	d5
149	4E4	A5	d5
150	4E5	A4	d8
151	4E6	A3	d8
152	4E7	A1	db
153	4E8	A0	db
154	4E9	9F	dE
155	4EA	9E	dE
156	4EB	9C	E1
157	4EC	9B	E4
158	4ED	9A	E4
159	4EE	99	E4
160	4EF	97	E7
161	4F0	96	EA
162	4F1	95	EA
163	4F2	94	Ed
164	4F3	92	Ed
165	4F4	91	Ed
166	4F5	90	F0
167	4F6	8F	F0
168	4F7	8D	F0

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
169	4F8	8C	F3
170	4F9	8B	F3
171	4FA	8A	F3
172	4FB	88	F6
173	4FC	87	F6
174	4FD	86	F6
175	4FE	85	F9
176	4FF	83	F9
177	500	82	F9
178	501	81	FC
179	502	80	FC
180	503	80	FF
181	504	7E	FC
182	505	7D	FC
183	506	7C	F9
184	507	7B	F9
185	508	79	F9
186	509	78	F6
187	50A	77	F6
188	50B	76	F6
189	50C	74	F3
190	50D	73	F3
191	50E	72	F3
192	50F	71	F0

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
193	510	6F	F0
194	511	6E	F0
195	512	6D	Ed
196	513	6C	Ed
197	514	6A	Ed
198	515	69	EA
199	516	68	EA
200	517	67	E7
201	518	65	E7
202	519	64	E4
203	51A	63	E4
204	51B	62	E1
205	51C	60	E1
206	51D	5F	dE
207	51E	5E	dE
208	51F	5D	db
209	520	5B	dv
210	521	5A	d8
211	522	59	d8
212	523	58	d5
213	524	56	d5
214	525	55	d2
215	526	54	d2
216	527	53	CF

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
217	528	51	CF
218	529	50	CC
219	52A	4F	CC
220	52B	4E	C9
221	52C	4C	C9
222	52D	4B	C6
223	52E	4A	C6
224	52F	49	C3
225	530	47	C3
226	531	46	C3
227	532	45	C0
228	533	44	C0
229	534	42	bd
230	535	41	bd
231	536	40	bA
232	537	3F	bA
233	538	3D	b7
234	539	3C	b7
235	53A	3B	b4
236	53B	3A	b4
237	53C	38	b1
238	53D	37	b1
239	53E	36	AE
240	53F	35	AE

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
241	540	33	Ab
242	541	32	Ab
243	542	31	A8
244	543	30	A8
245	544	2E	A5
246	545	2D	A5
247	546	2C	A2
248	547	2B	A2
249	548	29	9F
250	549	28	9F
251	54A	27	9F
252	54B	26	9C
253	54C	24	9C
254	54D	23	99
255	54E	22	99
256	54F	21	96
257	550	1F	96
258	551	1E	93
259	552	1D	93
260	553	1C	90
261	554	1A	90
262	555	19	8d
263	556	18	8A
264	557	17	8A

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECB	DATO UC
265	558	15	87
266	559	14	87
267	55A	13	84
268	55B	12	84
269	55C	10	81
270	55D	10	81
271	55E	10	7E
272	55F	12	7E
273	560	13	7b
274	561	14	7b
275	562	15	78
276	563	17	75
277	564	18	75
278	565	19	75
279	566	1A	75
280	567	1C	72
281	568	1D	72
282	569	1E	72
283	56A	1F	6F
284	56B	21	6F
285	56C	22	6C
286	56D	23	6C
287	56E	24	69
288	56F	26	69

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECB	DATO UC
289	570	27	66
290	571	28	66
291	572	29	66
292	573	2B	63
293	574	2C	63
294	575	2D	60
295	576	2E	60
296	577	30	5d
297	578	31	5d
298	579	32	5A
299	57A	33	57
300	57B	35	57
301	57C	36	54
302	57D	37	54
302	57E	38	51
303	57F	3A	51
304	580	3B	4E
305	581	3C	4b
306	582	3D	4b
307	583	3E	48
308	584	40	48
309	585	41	45
310	586	42	45
311	587	44	42

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
312	588	45	42
313	589	46	42
314	58A	47	42
315	58B	49	3F
316	58C	4A	3F
317	58D	4B	3C
318	58E	4C	3C
319	58F	4E	3C
320	590	4F	39
321	591	50	39
322	592	51	36
323	593	53	33
324	594	54	33
325	595	55	30
326	596	56	2d
327	597	58	2d
328	598	59	2d
329	599	5A	2d
330	59A	5B	2A
331	59B	5D	2A
332	59C	5E	27
333	59D	5F	27
334	59E	60	24
335	59F	62	24

# DATOS	DIRECCION EN EPROM	DATO FECG	DATO UC
336	5A0	63	21
337	5A1	64	21
338	5A2	65	1E
339	5A3	67	1E
340	5A4	68	1b
341	5A5	69	1b
342	5A6	6A	1b
343	5A7	6C	18
344	5A8	6D	18
345	5A9	6E	15
346	5AA	6F	15
347	5AB	71	12
348	5AC	72	12
349	5AD	73	0F
350	5AE	74	0F
351	5AF	76	0C
352	5B0	77	0C
353	5B1	78	09
354	5B2	79	09
355	5B3	7B	06
356	5B4	7C	06
357	5B5	7D	03
358	5B6	7E	03
359	5B7	80	00
360	5B8	80	00

A N E X O S



Operational Amplifiers/Buffers

LM741/LM741A/LM741C/LM741E Operational Amplifier

General Description

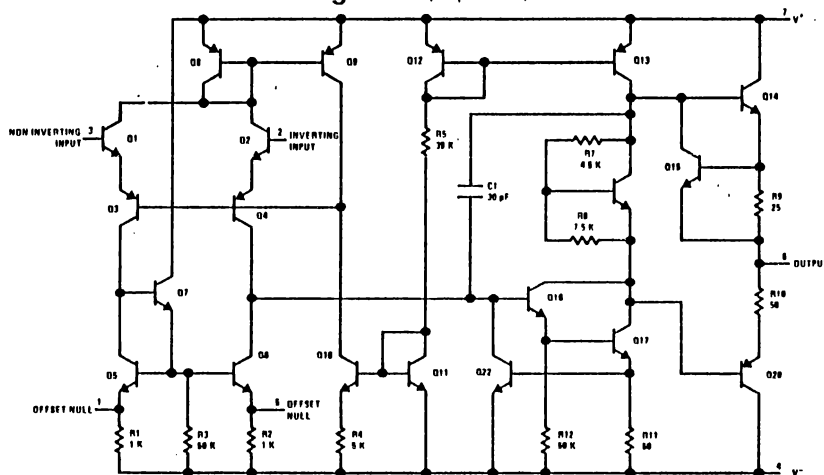
The LM741 series are general purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439 and 748 in most applications.

The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload pro-

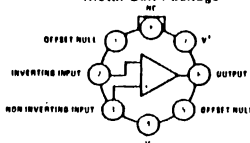
tection on the input and output, no latch-up when the common mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

The LM741C/LM741E are identical to the LM741/LM741A except that the LM741C/LM741E have their performance guaranteed over a 0°C to $+70^{\circ}\text{C}$ temperature range, instead of -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$.

Schematic and Connection Diagrams (Top Views)



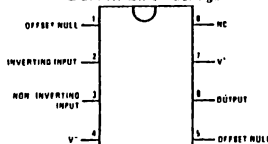
Metal Can Package



Note: Pin 4 connected to case.

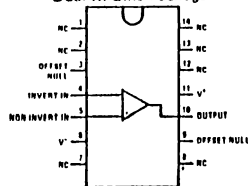
Order Number LM741H, LM741AH,
LM741CH or LM741EH
See NS Package H08C

Dual-In-Line Package



Order Number LM741CN or LM741EN
See NS Package N08B
Order Number LM741CJ
See NS Package J08A

Dual-In-Line Package



Order Number LM741CN-14
See NS Package N14A
Order Number LM741J-14, LM741AJ-14
or LM741CJ-14
See NS Package J14A

Absolute Maximum Ratings

	LM741A	LM741E	LM741	LM741C
Supply Voltage	±22V	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 1)	500 mW	500 mW	500 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V	±30V
Input Voltage (Note 2)	±15V	±15V	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	Indefinite	Indefinite	Indefinite	Indefinite
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C	0°C to +70°C	-55°C to +125°C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C	300°C	300°C	300°C

Electrical Characteristics (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$										mV
	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$				1.0	5.0		2.0	6.0		mV
	$R_S \leq 50\Omega$		0.8	3.0							mV
	$T_{\text{AMIN}} \leq T_A \leq T_{\text{AMAX}}$										mV
	$R_S \leq 50\Omega$			4.0							mV
Average Input Offset Voltage Drift	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$					6.0			7.5		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
				15							
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 20\text{V}$	±10			±15			±15			mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		3.0	30	20	200		20	200		nA
	$T_{\text{AMIN}} \leq T_A \leq T_{\text{AMAX}}$			70	85	500			300		nA
Average Input Offset Current Drift				0.5							$\text{nA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		30	80	80	500		80	500		nA
	$T_{\text{AMIN}} \leq T_A \leq T_{\text{AMAX}}$			0.210		1.5			0.8		μA
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 20\text{V}$	1.0	6.0		0.3	2.0		0.3	2.0		M Ω
	$T_{\text{AMIN}} \leq T_A \leq T_{\text{AMAX}}$, $V_S = \pm 20\text{V}$	0.5									M Ω
Input Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$							±12	±13		V
	$T_{\text{AMIN}} \leq T_A \leq T_{\text{AMAX}}$				±12	±13					V
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$										V/mV
	$V_S = \pm 20\text{V}$, $V_O = \pm 15\text{V}$	50									V/mV
	$V_S = \pm 15\text{V}$, $V_O = \pm 10\text{V}$				50	200		20	200		V/mV
	$T_{\text{AMIN}} \leq T_A \leq T_{\text{AMAX}}$, $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$										V/mV
	$V_S = \pm 20\text{V}$, $V_O = \pm 15\text{V}$	32									V/mV
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 15\text{V}$, $V_O = \pm 10\text{V}$				25			15			V/mV
	$V_S = \pm 5\text{V}$, $V_O = \pm 2\text{V}$	10									V/mV
	$V_S = \pm 20\text{V}$										V
	$R_L \geq 10\text{ k}\Omega$	±16									V
	$R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	±15									V
Output Short Circuit Current	$V_S = \pm 15\text{V}$										V
	$R_L \geq 10\text{ k}\Omega$				±12	±14		±12	±14		V
	$R_L \geq 2\text{ k}\Omega$				±10	±13		±10	±13		V
Common-Mode Rejection Ratio	$T_A = 25^\circ\text{C}$	10	25	35		25			25		dB
	$T_{\text{AMIN}} \leq T_A \leq T_{\text{AMAX}}$	10		40							dB
Common-Mode Rejection Ratio	$T_{\text{AMIN}} \leq T_A \leq T_{\text{AMAX}}$										dB
	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$, $V_{\text{CM}} = \pm 12\text{V}$				70	90		70	90		dB
	$R_S \leq 50\text{ k}\Omega$, $V_{\text{CM}} = \pm 12\text{V}$	80	95								dB

Absolute Maximum Ratings

	LM741A	LM741E	LM741	LM741C
Supply Voltage	±22V	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 1)	600 mW	600 mW	600 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V	±30V
Input Voltage (Note 2)	±16V	±15V	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	Indefinite	Indefinite	Indefinite	Indefinite
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C	0°C to +70°C	-55°C to +125°C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C	300°C	300°C	300°C

Electrical Characteristics (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$										mV
	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$					1.0	5.0		2.0	6.0	mV
	$R_S \leq 50\Omega$		0.8	3.0							mV
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$										mV
	$R_S \leq 50\Omega$			4.0							mV
Average Input Offset Voltage Drift	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$						6.0			7.5	mV
				15							$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	±10			±15			±15			mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		3.0	30		20	200		20	200	nA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$			70		85	500			300	nA
Average Input Offset Current Drift				0.5							$\text{nA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		30	80		80	500		80	500	nA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$			0.210			1.5			0.8	μA
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	1.0	6.0		0.3	2.0		0.3	2.0		$\text{M}\Omega$
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}, V_S = \pm 20\text{V}$	0.5									$\text{M}\Omega$
Input Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$							±12	±13		V
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$				±12	±13					V
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}, R_L \geq 2\text{ k}\Omega$										V/mV
	$V_S = \pm 20\text{V}, V_O = \pm 15\text{V}$	50									V/mV
	$V_S = \pm 15\text{V}, V_O = \pm 10\text{V}$				50	200		20	200		
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}, R_L \geq 2\text{ k}\Omega$										V/mV
	$V_S = \pm 20\text{V}, V_O = \pm 15\text{V}$	32									V/mV
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 15\text{V}, V_O = \pm 10\text{V}$				25			15			V/mV
	$V_S = \pm 5\text{V}, V_O = \pm 2\text{V}$	10									V/mV
	$V_S = \pm 20\text{V}$										V
	$R_L \geq 10\text{ k}\Omega$	±16									V
	$R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	±15									V
Output Short Circuit Current	$V_S = \pm 15\text{V}$										V
	$R_L \geq 10\text{ k}\Omega$				±12	±14		±12	±14		V
	$R_L \geq 2\text{ k}\Omega$				±10	±13		±10	±13		V
Common-Mode Rejection Ratio	$T_A = 25^\circ\text{C}$	10	25	35		25			25		dB
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	10		40							dB
Common-Mode Rejection Ratio	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$										dB
	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega, V_{\text{CM}} = \pm 12\text{V}$				70	90		70	90		dB
Common-Mode Rejection Ratio	$R_S \leq 60\text{ k}\Omega, V_{\text{CM}} = \pm 12\text{V}$	80	95								dB
											dB

SN54279, SN54LS279A, SN74279, SN74LS279A QUADRUPLE \bar{S} - \bar{R} LATCHES

DECEMBER 1983 .. REVISED MARCH 1988

- Package Options Include Plastic "Small Outline" Packages, Ceramic Chip Carriers and Flat Packages, and Plastic and Ceramic DIPs

- Dependable Texas Instruments Quality and Reliability

description

The '279 offers 4 basic \bar{S} - \bar{R} flip-flop latches in one 16-pin, 300-mil package. Under conventional operation, the \bar{S} - \bar{R} inputs are normally held high. When the \bar{S} input is pulsed low, the Q output will be set high. When \bar{R} is pulsed low, the Q output will be reset low. Normally, the \bar{S} - \bar{R} inputs should not be taken low simultaneously. The Q output will be unpredictable in this condition.

FUNCTION TABLE
(each latch)

INPUTS		OUTPUT
\bar{S} 1	\bar{R}	Q
H	H	Q_0
L	H	H
H	L	L
L	L	H^\dagger

H = high level L = low level

[†]For latches with double S inputs:

Q_0 = the level of Q before the indicated input conditions were established.

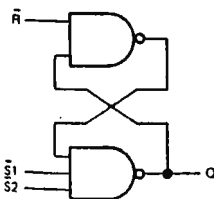
[†] This configuration is nonstable; that is, it may not persist when the \bar{S} and \bar{R} inputs return to their inactive (high) level.

H = both \bar{S} inputs high

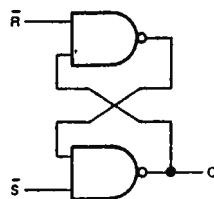
L = one or both \bar{S} inputs low

logic diagram (positive logic)

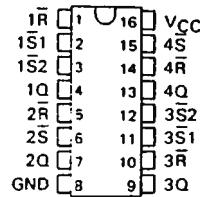
(latches 1 and 3)



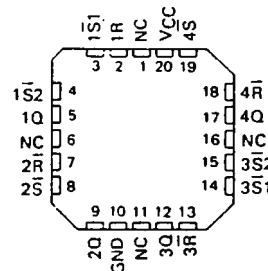
(latches 2 and 4)



SN54279, SN54LS279A . . . J OR W PACKAGE
SN74279 . . . N PACKAGE
SN74LS279A . . . D OR N PACKAGE
(TOP VIEW)

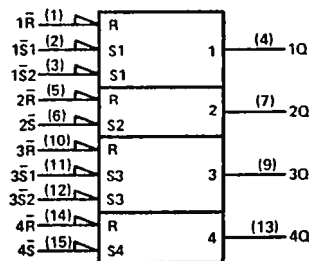


SN54LS279A . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC - No internal connection

logic symbol[‡]



[‡]This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12.

Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 855012 • DALLAS, TEXAS 75285

2-771

2
TTL Devices



A to D, D to A

DAC1280, DAC1285, DAC1286, DAC1287

DAC1280, DAC1285 12-Bit (Binary), DAC1286, DAC1287 3-Digit (BCD) Digital-to-Analog Converters

General Description

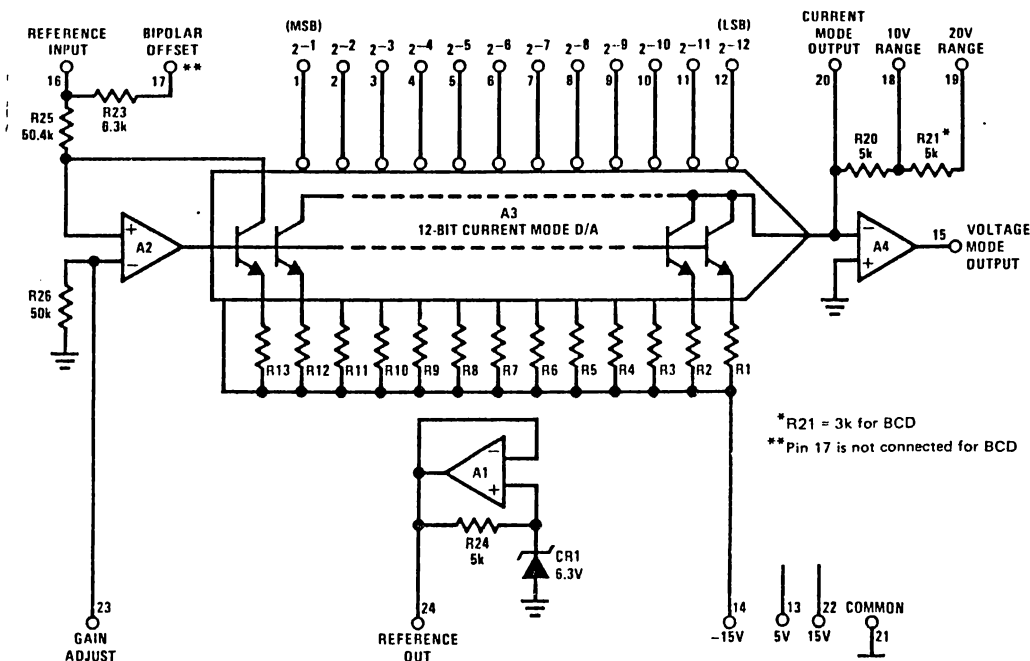
The DAC1280 series is a family of precision, low cost, fully self-contained digital-to-analog converters. The devices include 12 precision current switches, a 12-bit thin film resistor network, output amplifier, buffered internal reference, and several precision resistors, which allow the user to tailor his system needs to accommodate a variety of bipolar and unipolar output voltage and current ranges. Logic inputs are TTL, DTL and CMOS compatible, and are available in complementary binary (CBI) and complementary BCD (CCD) coding formats. In all instances, a logic low ($\leq 0.8V$) turns a given bit ON, and a logic high ($\geq 2V$) turns a given bit OFF. Internally supplied resistor options provide low drift bipolar output voltage ranges of $\pm 2.5V$, $\pm 5V$, $\pm 10V$, and unipolar ranges of 0 to 5V or 0 to 10V. Current mode output is also available 0 to 2 mA (binary models) and 1.25 mA (BCD models).

The entire series is available in a rugged side-brazed ceramic 24-lead DIP.

Features

- Completely self-contained with no external components required
- $\pm 1/2$ LSB linearity
- Standard power supplies: $\pm 15V$, 5V
- TTL, DTL, CMOS compatible binary or BCD
- $\pm 2.5V$, $\pm 5V$, $\pm 10V$, 0 to 5V, 0 to 10V voltage outputs
- 0 to 2 mA, 0 to 1.25 mA current output
- Internal reference
- Fast settling time: 300 ns current mode, 2.5 μs voltage mode
- Pin compatible with DAC80 and DAC85 series
- Full military temperature range operation

Block Diagram



Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage (V+ and V-)	±18V
Logic Supply Voltage (V _{CC})	10V
Logic Input Voltage	-0.7V, 18V
Reference Input Voltage (V _{REF})	0V, 18V
Power Dissipation	(See graph)
Short-Circuit Duration (Pins 15, 20 and 24)	Continuous
Operating Temperature Range	
DAC1285HD, DAC1286HD	-55°C to +125°C
DAC1285HCD, DAC1286HCD,	
DAC1280HCD, DAC1287HCD	-25°C to +85°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

DC Electrical Characteristics DAC1285H, DAC1285HC, DAC1280HC Binary D/A (Notes 1 and 2)

PARAMETER	CONDITIONS	DAC1285HD			DAC1285HCD			DAC1280HCD			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Resolution		12			12			12			Bits
Linearity Error	T _A = 25°C			±1/2			±1/2			±1	LSB
	T _{MIN} ≤ T _A ≤ T _{MAX} , (Note 3)			±1/2			±1/2			±2	LSB
Differential Non-Linearity			±1/2			±1/2			±1/2		LSB
Zero-Scale Error (Offset)	(Notes 4 and 5)		±0.05			±0.05			±0.05		% FSR
Zero-Scale Drift (Offset Drift)	Unipolar, T _{MIN} ≤ T _A ≤ T _{MAX}		±1			±1			±1		ppm of FSR/°C
	Bipolar, T _{MIN} ≤ T _A ≤ T _{MAX}		±3	±10		±3	±15		±10		ppm of FSR/°C
Full-Scale Error (Gain Error)	(Note 5)		±0.1			±0.1			±0.1		% of FSR
Full-Scale Drift (Gain Drift)	T _{MIN} ≤ T _A ≤ T _{MAX}			±20			±30		±10		ppm/°C
Output Voltage Range	Using Internally Supplied Resistors	±2.5, ±5.0, ±10, 0 to +5, 0 to +10									V
Output Voltage Swing	R _L ≥ 5 kΩ, Pin 15	±10	±12		±10	±12		±10	±12		V
Output Short-Circuit Current	Pin 15		±20			±20			±20		mA
Output Impedance	Pin 15, Closed Loop		0.05			0.05			0.05		Ω
Current Mode Output Range	Unipolar, Pin 20	0 to -2 mA									mA
	Bipolar, Pin 20	±1.0									
Current Mode Compliance		±2.5			±2.5			±2.5			V
Current Mode Output Impedance	Unipolar		15			15			15		kΩ
	Bipolar		4.4			4.4			4.4		kΩ
Reference Voltage	-2 mA ≤ I _{REF} ≤ 2 mA	6.0	6.3	6.6	6.0	6.3	6.6		6.3		V
Logic "1" Input Voltage (Bit OFF)		2.0			2.0			2.0			V
Logic "0" Input Voltage (Bit ON)				0.8			0.8			0.8	V
Logic "1" Input Current	V _{IN} = 2.5V		1	10		1	10		1	10	μA
Logic "0" Input Current	V _{IN} = 0V		-10	-100		10	-100		-10	-100	μA
Power Supply Current	I ₊		10			10			10		mA
	I ₋		25			25			25		mA
	I _{CC}		20			20			20		mA
Power Supply Sensitivity			0.002			0.002			0.002		% of FSR/V

Functional Description (Continued)

REFERENCE SUPPLY

The DAC1280 series is supplied with an internal 6.3V reference supply voltage (pin 24). In order to obtain the specified performance, pin 24 should be connected to the Reference Voltage Input (pin 16). Since the reference is buffered by an op amp, the reference may be used externally at currents up to 5 mA. The reference output is short-circuit limited to a nominal 20 mA. An external reference voltage may be used with the DAC1280 series. Voltage values between 5V and 11V will work satisfactorily. Full-scale current may be predicted by:

$$I_{\text{FULL-SCALE}} = (V_{\text{REF}}) (0.317381 \text{ mA/V})$$

LOGIC INPUT COMPATIBILITY

The design of the current mode switches in the DAC1280 series give the device true TTL compatibility. It is TTL compatible over the entire operating temperature range and is independent of the reference voltage and V_{CC} . Furthermore, since the input breakdown ratings are in excess of 18V, the DAC1280 series may be driven directly from high (or low) voltage CMOS.

TABLE II

CODE TYPE	INPUT CODE (Note 7)											OUTPUT STATE	UNIPOLAR OUTPUT RANGES		
	MSB										LSB		0 to 10V	0 to 5V	0–2 mA 0–1.25 mA
Unipolar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Full-Scale	9.9976V	4.9988V	–1.9995 mA
Complementary	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1 LSB ON	0.0024V	0.0012V	0.0005 mA
Binary	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Zero-Scale	0.0000V	0.0000V	0.0000 mA
Unipolar	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	Full-Scale	9.990V		1.2488 mA
Complementary	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1 LSB ON	0.010V		0.00125 mA
BCD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Zero-Scale	0.000V		0.0000 mA

CODE TYPE	INPUT CODE (Note 7)											OUTPUT STATE	BIPOLAR OUTPUT VOLTAGE RANGES			
	MSB										LSB		±10V	±5V	±2.5V	±1 mA
Bipolar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Full-Scale	9.9951V	4.9976V	2.4988V	–0.9995 mA
Complementary	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Half-Scale	0.0000V	0.0000V	0.0000V	0.0000 mA
Binary	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1 LSB ON	–9.9951V	–4.9976V	–2.4988V	0.9995 mA
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Zero-Scale	–10.0000V	–5.0000V	–2.5000V	1.0000 mA

Note 7: Logic Input sense is such that an active low ($V_{\text{IN}} \leq 0.8\text{V}$) turns a given bit ON and is represented as a logic "0" in the table.

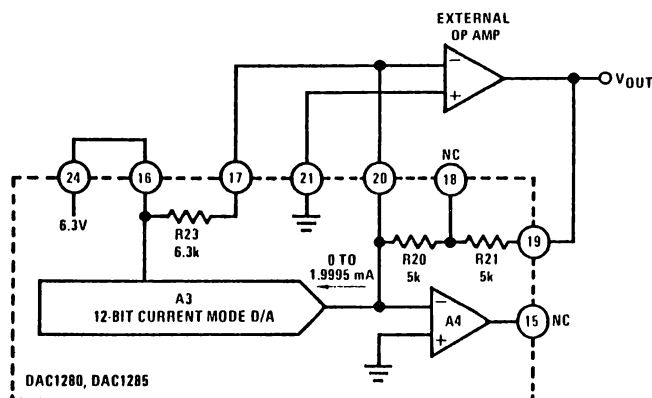
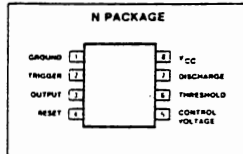


FIGURE 5. ±10V Bipolar Operation with External Operational Amplifier

FEATURES

- Turn off time less than 2 μ s
- Maximum operating frequency greater than 500kHz
- Timing from microseconds to hours
- Operates in both astable and monostable modes
- High output current
- Adjustable duty cycle
- TTL compatible
- Temperature stability of 0.005% $^{\circ}$ C
- SE555 MH std 883A,B,C available M38510 (JAN) approved, M38510 processing available.

PIN CONFIGURATIONS



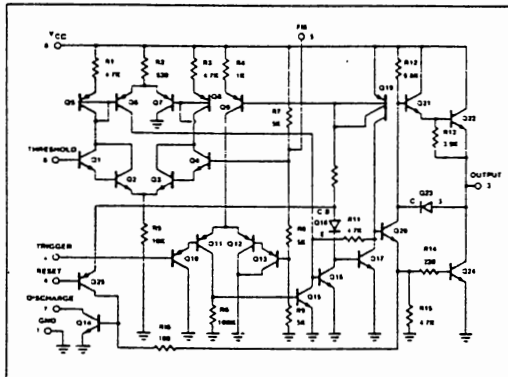
APPLICATIONS

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Missing pulse detector

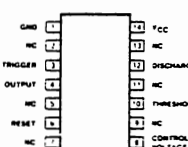
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PARAMETER	RATING	UNIT
Supply voltage		
SE555	-18	V
NE555, SE555C	-16	V
Power dissipation	600	mW
Operating temperature range		$^{\circ}$ C
NE555	0 to +70	
SE555, SE555C	-55 to +125	
Storage temperature range	-65 to +150	$^{\circ}$ C
Load temperature soldering, 60sec	300	$^{\circ}$ C

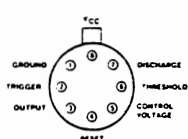
EQUIVALENT SCHEMATIC



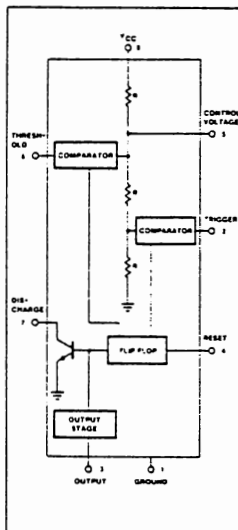
F.N-14 PACKAGE



H PACKAGE



BLOCK DIAGRAM



DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS $T_A = 25^{\circ}$ C, $V_{CC} = -5V$ to $+15V$ unless otherwise specified.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE555			NE555/SE555C			UNIT
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Supply voltage		4.5		18	4.5		18	V
Supply current (low static)	$V_{CC} = 5V, R_L = \infty$ $V_{CC} = 15V, R_L = \infty$	3	5	10	3	5	10	mA
Timing error (monostable)	$R_A = 2k\Omega$ to $100k\Omega$ $C = 0.1\mu F$	0.5	2.0		1.0	3.0		ppm/ $^{\circ}$ C
Initial accuracy		30	100		50			
Drift with temperature		0.05	0.2		0.1	0.5		%/V
Drift with supply voltage								
Timing error (astable)	$R_A, R_B = 1k\Omega$ to $100k\Omega$ $C = 0.1\mu F$ $V_{CC} = 15V$	1.5	90		2.25	150		ppm/ $^{\circ}$ C
Initial accuracy		0.15			0.3			
Drift with temperature								
Drift with supply voltage								
Control voltage level	$V_{CC} = 15V$ $V_{CC} = 5V$	9.6	10.0	10.4	9.0	10.0	11.0	V
Threshold voltage	$V_{CC} = 15V$ $V_{CC} = 5V$	2.9	3.33	3.8	2.6	3.33	4.0	V
Threshold current		9.4	10.0	10.6	8.8	10.0	11.2	V
Threshold current	$V_{CC} = 15V$ $V_{CC} = 5V$	2.7	3.33	4.0	2.4	3.33	4.2	V
Trigger voltage	$V_{CC} = 15V$ $V_{CC} = 5V$	4.8	5.0	5.2	4.5	5.0	5.6	V
Trigger current	$V_{TRIG} = 0V$	1.45	1.67	1.9	1.1	1.67	2.2	V
Reset voltage		0.5	0.9		0.5	2.0		μ A
Reset current		0.4	0.7	1.0	0.4	0.7	1.0	V
Reset current	$V_{RESET} = 0V$	0.1	0.4		0.1	0.4		mA
Reset current		0.4	1.0		0.4	1.5		mA
Output voltage (low)	$V_{CC} = 15V$ $I_{SINK} = 10mA$ $I_{SINK} = 50mA$ $I_{SINK} = 100mA$ $I_{SINK} = 200mA$ $V_{CC} = 5V$ $I_{SINK} = 8mA$ $I_{SINK} = 5mA$	0.1	0.15		0.1	0.25		V
		0.4	0.5		0.4	0.75		V
		2.0	2.2		2.0	2.5		V
		2.5			2.5			V
		0.1	0.25		0.3	0.4		V
		0.05	0.2		0.25	0.35		V
Output voltage (high)	$V_{CC} = 15V$ $I_{SOURCE} = 200mA$ $I_{SOURCE} = 100mA$ $V_{CC} = 5V$ $I_{SOURCE} = 100mA$	12.5	13.3		12.5			V
		13.0			13.3			V
		3.0	3.3		2.75	3.3		V
Turn off time	$V_{RESET} = V_{CC}$	0.5	2.0		0.5			μ s
Rise time of output		100	200		100	300		ns
Fall time of output		100	200		100	300		ns
Discharge leakage current		20	100		20	100		ns

NOTES

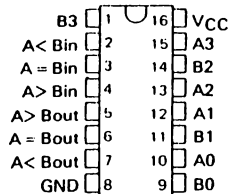
1. Supply current when output high frequency 10kHz less
2. Tested at $V_{CC} = 5V$ and $V_{CC} = 15V$
3. This will determine the maximum value of $R_A - R_B$ for $5V$ operation the max total $R_A + 10$ megohm and for $15V$ operation the max total $R_A + 3.4$ megohm
4. Specified with trigger input high
5. Time measured from a positive going input pulse from 0 to 0.8 V_{CC} and the threshold to the drop from high to low of the output. Trigger is tied to threshold

SN5485, SN54LS85, SN54S85 SN7485, SN74LS85, SN74S85 4-BIT MAGNITUDE COMPARATORS

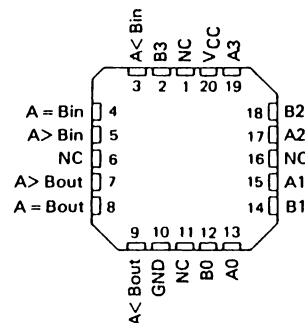
MARCH 1974 -- REVISED MARCH 1988

TYPE	TYPICAL POWER DISSIPATION	TYPICAL DELAY (4-BIT WORDS)
'85	275 mW	23 ns
'LS85	52 mW	24 ns
'S85	365 mW	11 ns

SN5485, SN54LS85, SN54S85 . . . J OR W PACKAGE
SN7485 . . . N PACKAGE
SN74LS85, SN74S85 . . . D OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



SN54LS85, SN54S85 . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC - No internal connection

Function

These four-bit magnitude comparators perform comparison of straight binary and straight BCD (8-4-2-1) codes. Three fully decoded decisions about two 4-bit words (A, B) are made and are externally available at three outputs. These devices are fully expandable to any number of bits without external gates. Words of greater length may be compared by connecting comparators in cascade. The A > B, A < B, and A = B outputs of a stage handling less-significant bits are connected to the corresponding A > B, A < B, and A = B inputs of the next stage handling more-significant bits. The stage handling the least-significant bits must have a high-level signal applied to the A = B input. The cascading paths of the '85, 'LS85, and 'S85 are implemented with only two-gate-level delay to reduce overall comparison times for long words. An alternate method of cascading which further reduces the comparison time is shown in the typical application data.

FUNCTION TABLE

COMPARING INPUTS				CASCADING INPUTS			OUTPUTS		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A3 > B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 < B3	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 > B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 < B3	A2 < B2	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	X	X	X	X	H	L	L
A3 < B3	A2 = B2	A1 < B1	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	X	X	X	H	L	L
A3 < B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	L	L	H	L	L
A3 < B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	H	L	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	X	X	H	L	L	H
A3 < B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	H	L	L	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	L	H	H	L

FUNCTION DATA documents contain information on the date of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

2-263

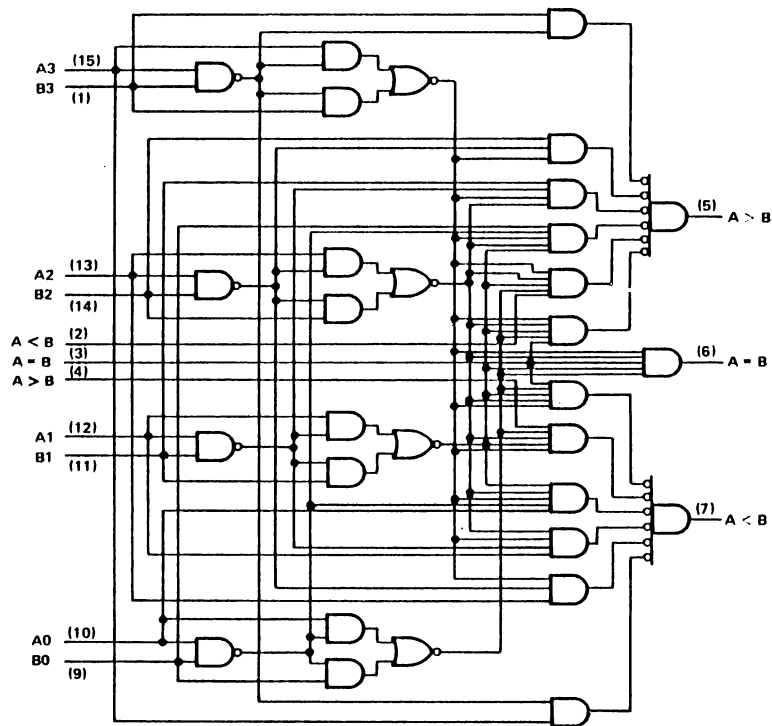
2

TTL Devices

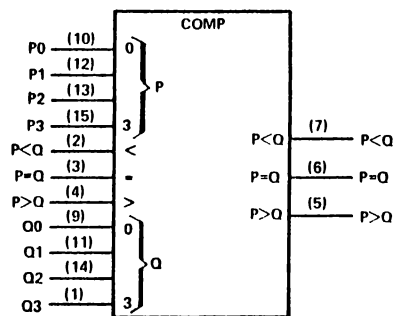
**SN5485, SN54LS85, SN54S85,
SN7485, SN74LS85, SN74S85
4-BIT MAGNITUDE COMPARATORS**

logic diagrams (positive logic)

2
TTL Devices



logic symbol†



†This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.
Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

SN5485, SN7485 4-BIT MAGNITUDE COMPARATORS

recommended operating conditions

	SN5485			SN7485			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			-400			-400	μ A
Low-level output current, I_{OL}			16			16	mA
Operating free-air temperature, T_A	-55		125	0		70	$^{\circ}$ C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS ¹		MIN	TYP ²	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_{IK}	Input clamp voltage	$V_{CC} = \text{MIN}$, $I_I = -12 \text{ mA}$				-1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}$, $V_{IL} = 0.8 \text{ V}$, $I_{OH} = -400 \mu\text{A}$	$V_{IH} = 2 \text{ V}$	2.4	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}$, $V_{IL} = 0.8 \text{ V}$, $I_{OL} = 16 \text{ mA}$	$V_{IH} = 2 \text{ V}$		0.2	0.4	V
I_I	Input current at maximum input voltage	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_I = 5.5 \text{ V}$				1	mA
I_{IH}	High-level input current	$A < B$, $A > B$ inputs all other inputs	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_I = 2.4 \text{ V}$			40	μ A
I_{IL}	Low-level input current	$A < B$, $A > B$ inputs all other inputs	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_I = 0.4 \text{ V}$			1.0	mA
I_{OS}	Short-circuit output current ³	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_O = 0$				-55	mA
I_{CC}	Supply current	$V_{CC} = \text{MAX}$, See Note 4				55	mA

¹ For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

² All typical values are at $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$.

³ Not more than one output should be shorted at a time.

NOTE 4: I_{CC} is measured with outputs open, $A = B$ grounded, and all other inputs at 4.5 V.

switching characteristics, $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$

PARAMETER ¹	FROM INPUT	TO OUTPUT	NUMBER OF GATE LEVELS	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	Any A or B data input	$A < B$, $A > B$	1	$C_L = 15 \text{ pF}$, $R_L = 400 \Omega$, See Note 5		7		nS
			2			12		nS
			3			17	26	nS
		$A = B$	4			23	35	nS
t_{PHL}	Any A or B data input	$A < B$, $A > B$	1			11		nS
			2			15		nS
			3			20	30	nS
		$A = B$	4			20	30	nS
t_{PLH}	$A < B$ or $A = B$	$A > B$	1			7	11	nS
t_{PHL}	$A < B$ or $A = B$	$A > B$	1			11	17	nS
t_{PLH}	$A = B$	$A = B$	2			13	20	nS
t_{PHL}	$A = B$	$A = B$	2			11	17	nS
t_{PLH}	$A > B$ or $A = B$	$A < B$	1			7	11	nS
t_{PHL}	$A > B$ or $A = B$	$A < B$	1			11	17	nS

¹ t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output

t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

NOTE 5: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

54/74107 54LS/74LS107

BIESTABLE J-K DOBLE

(Con borrados y cronómetros separados)

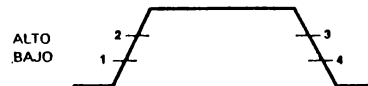
DESCRIPCION — Los biestables primario/secundario JK dobles '107 tienen un cronómetro separado por cada biestable. Las entradas en la sección primaria son controladas por la pulsación del cronómetro. La pulsación del cronómetro también regula el estado de los transistores de acoplamiento que conectan las secciones primaria y secundaria. La secuencia de operación es como sigue: 1) aislar el secundario del primario; 2) introducir información desde las entradas J y K en el primario; 3) desactivar las entradas J y K; 4) transferir información del primario al secundario.

TABLA DE VERDAD

ENTR- DAS	SALI- DA
@ t_n	@ $t_n + 1$
J K	Q
L L	Q_n
L H	L
H L	H
H H	\bar{Q}_n

H = Nivel de voltaje ALTO
L = Nivel de voltaje BAJO
 t_n = Tiempo de bit antes de la pulsación
 $t_n + 1$ = Tiempo de bit después de la pulsación

FORMAS DE ONDA DEL CRONOMETRO



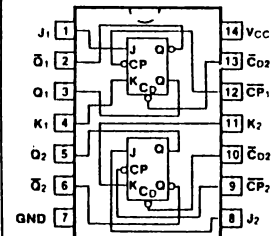
Entrada asincrónica:
Entrada BAJA en \bar{C}_D fija Q en el nivel BAJO
Borrar es independiente del cronómetro

El 'LS107 ofrece entradas individuales J, K, borrar y cronómetro. Estos biestables dobles están diseñados de manera que cuando el cronómetro pasa a ALTO, las entradas se activan y los datos serán aceptados. El nivel lógico de las entradas J y K puede cambiar cuando el cronómetro es ALTO y el biestable realizará su tarea de acuerdo con la Tabla de Verdad cuando se observen tiempos mínimos de preparación. Los datos de entrada se transfieren a las salidas de la arista en sentido negativo de la pulsación del cronómetro.

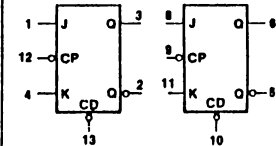
CODIGO DE ORDENAMIENTO: Véase la sección 9

PAQS	CO- NE- XION	GRADO COMERCIAL	GRADO MILITAR	TIPO DE PAQ
		$V_{CC} = +5.0 \text{ V} \pm 5\%$, $T_A = 0^\circ \text{C} \text{ a } +125^\circ \text{C}$	$V_{CC} = +5.0 \text{ V} \pm 10\%$, $T_A = -55^\circ \text{C} \text{ a } +125^\circ \text{C}$	
Plástico DIP (P)	A	74107PC, 74LS107PC		9A
Cerámica DIP (D)	A	74107DC, 74LS107DC	54107DM, 54LS107DM	6A
Plano (F)	A	74107FC, 74LS107FC	54107FM, 54LS107FM	3I

**DIAGRAMA DE CONEXION
CONEXION A**



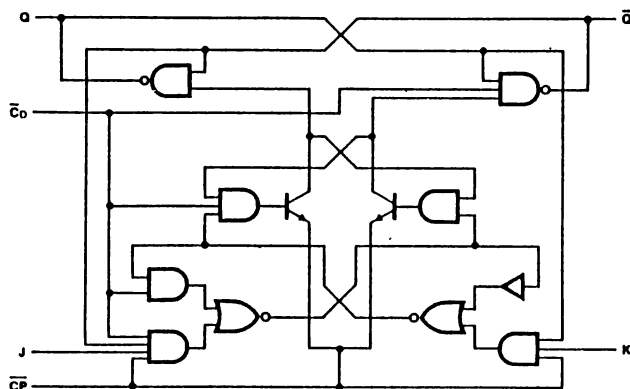
SIMBOLO LOGICO



V_{CC} = Terminal 14
GND = Terminal 7

CARGA DE ENTRADA/FAN-OUT:

NOMBRES DE LAS TERM.	DESCRIPCION	54/74 (U.L.) ALTO/BAJO	54/74LS (U.L.) ALTO/BAJO
J ₁ , J ₂ , K ₁ , K ₂	Entradas de datos	1.0/1.0	0.5/0.25
\overline{CP}_1 , \overline{CP}_2	Entradas de pulsos de cronómetro (Cambio descendente activa)	2.0/2.0	2.0/0.5
\overline{CD}_1 , \overline{CD}_2	Entradas de borrado directas (BAJA activa)	2.0/2.0	1.5/0.5
Q ₁ , Q ₂ , \overline{Q}_1 , \overline{Q}_2	Salidas	20/10	10/5.0 (2.5)

DIAGRAMA LOGICO (se muestra la mitad)

CARACTERISTICAS DC EN INTERVALOS DE TEMPERATURA DE OPERACION (a menos que se especifique lo contrario)

SIMBOLO	PARAMETRO	54/74	54/74LS	UNIDADES	CONDICIONES
		Mín Máx	Mín Máx		
I _{CC}	Corriente de fuente de potencia	40	8.0	mA	V _{CC} = Máx, V _{CP} = 0 V

CARACTERISTICAS AC: V_{CC} = +5.0 V, T_A = +25°C (Véase la sección 3 para formas de onda y configuraciones de carga)

SIMBOLO	PARAMETRO	54/74	54/74LS	UNIDADES	CONDICIONES
		C _L = 15 pF R _L = 400 Ω	C _L = 15 pF		
		Mín Máx	Mín Máx		
f _{max}	Frecuencia de cronómetro máxima	15	30	MHz	Figs. 3-1, 3-9
t _{PLH} t _{PHL}	Demora en la propagación \overline{CP}_n a Q _n o bien \overline{Q}_n	25 40	20 30	ns	Figs. 3-1, 3-9
t _{PLH} t _{PHL}	Demora en la propagación \overline{CD}_n a Q _n o bien \overline{Q}_n	25 40	20 30	ns	Figs. 3-1, 3-10

SN54LS138, SN54S138, SN74LS138, SN74S138A 3-LINE TO 8-LINE DECODERS/DEMULTIPLEXERS

DECEMBER 1972 - REVISED MARCH 1988

Designed Specifically for High-Speed:
Memory Decoders
Data Transmission Systems

3 Enable Inputs to Simplify Cascading
and/or Data Reception

Schottky-Clamped for High Performance

Description

These Schottky-clamped TTL MSI circuits are designed to be used in high-performance memory decoding or data-routing applications requiring very short propagation delay times. In high-performance memory systems, these decoders can be used to minimize the effects of system decoding. When employed with high-speed memories utilizing a fast enable circuit, the delay times of these decoders and the enable time of the memory are usually less than the typical access time of the memory. This means that the effective system delay introduced by the Schottky-clamped system decoder is negligible.

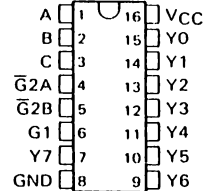
The 'LS138, SN54S138, and SN74S138A decode one of eight lines dependent on the conditions at the three binary select inputs and the three enable inputs. Two active-low and one active-high enable inputs reduce the need for external gates or inverters when expanding. A 24-line decoder can be implemented without external inverters and a 32-line decoder requires only one inverter. An enable input can be used as a data input for demultiplexing applications.

All of these decoder/demultiplexers feature fully buffered inputs, each of which represents only one normalized load to its driving circuit. All inputs are clamped with high-performance Schottky diodes to suppress line-ringing and to simplify system design.

The SN54LS138 and SN54S138 are characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C. The SN74LS138 and SN74S138A are characterized for operation from 0°C to 70°C.

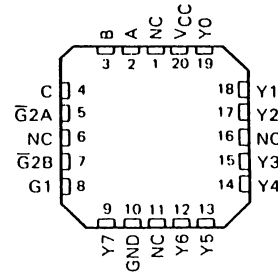
SN54LS138, SN54S138 . . . J OR W PACKAGE
SN74LS138, SN74S138A . . . D OR N PACKAGE

(TOP VIEW)



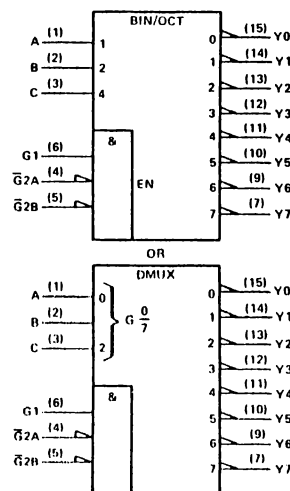
SN54LS138, SN54S138 . . . FK PACKAGE

(TOP VIEW)



NC—No internal connection

Logic Symbols†



†These symbols are in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1972, Texas Instruments Incorporated

2-425

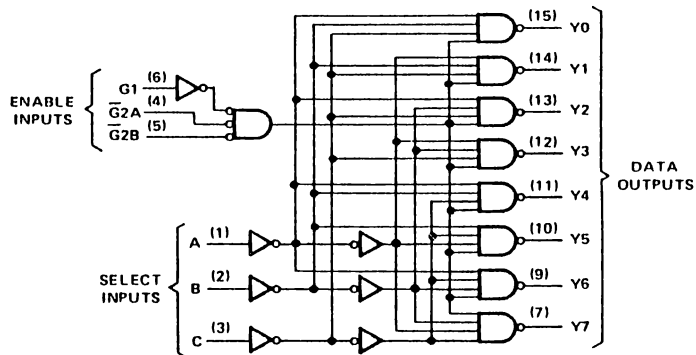
2

TTL Devices

SN54LS138, SN54S138, SN74LS138, SN74S138A 3-LINE-TO 8-LINE DECODERS/DEMULTIPLEXERS

logic diagram and function table

'LS138, SN54S138, SN74S138A



Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

'LS138, SN54S138, SN74S138A
FUNCTION TABLE

INPUTS		SELECT			OUTPUTS							
ENABLE												
G1	$\overline{G2}^*$	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	L	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L

* $\overline{G2} = \overline{G2A} + \overline{G2B}$

H = high level, L = low level, X = irrelevant

2
TTL Devices

SN54LS138, SN74LS138 3-LINE TO 8-LINE DECODERS/DEMULTIPLEXERS

recommended operating conditions

		SN54LS138			SN74LS138			UNIT
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V _{CC}	Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	High-level input voltage	2			2			V
V _{IL}	Low-level input voltage			0.7			0.8	V
I _{OH}	High-level output current			-0.4			-0.4	mA
I _{OL}	Low-level output current			4			8	mA
T _A	Operating free-air temperature	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†		SN54LS138			SN74LS138			UNIT
			MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V _{IK}	V _{CC} = MIN, I _I = -18 mA			-1.5			-1.5		V
V _{OH}	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2 V, V _{IL} = MAX, I _{OH} = -0.4 mA		2.5	3.4		2.7	3.4		V
V _{OL}	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2 V, V _{IL} = MAX, I _{OL} = 4 mA	I _{OL} = 8 mA	0.25	0.4		0.25	0.4		V
I _I	V _{CC} = MAX, V _I = 7 V			0.1			0.1		mA
I _{IH}	V _{CC} = MAX, V _I = 2.7 V			20			20		µA
I _{IL}	V _{CC} = MAX, V _I = 0.4 V	Enable		-0.4			-0.4		mA
		A, B, C		-0.2			-0.2		mA
I _{OS} §	V _{CC} = MAX		-20	-100		-20	-100		mA
I _{CC}	V _{CC} = MAX, Outputs enabled and open		6.3	10		6.3	10		mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit test should not exceed one second.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

PARAMETER†	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	LEVELS OF DELAY	TEST CONDITIONS	SN54LS138 SN74LS138			UNIT
					MIN	TYP	MAX	
t _{PLH}	Binary Select	Any	2	R _L = 2 kΩ, C _L = 15 pF, See Note 2	11	20	ns	ns
t _{PHL}			2		18	41	ns	
t _{PLH}			3		21	27	ns	
t _{PHL}			3		20	39	ns	
t _{PLH}	Enable	Any	2		12	18	ns	ns
t _{PHL}			2		20	32	ns	
t _{PLH}			3		14	26	ns	
t _{PHL}			3		13	38	ns	

† t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output

t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

SN54160 THRU SN54163, SN54LS160A THRU SN54LS163A, SN54S162, SN54S163, SN74160 THRU SN74163, SN74LS160A THRU SN74LS163A, SN74S162, SN74S163 SYNCHRONOUS 4-BIT COUNTERS

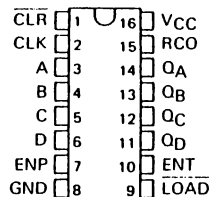
OCTOBER 1976 — REVISED MARCH 1988

'160, '161, 'LS160A, 'LS161A . . . SYNCHRONOUS COUNTERS WITH DIRECT CLEAR
'162, '163, 'LS162A, 'LS163A, 'S162, 'S163 . . . FULLY SYNCHRONOUS COUNTERS

- Internal Look-Ahead for Fast Counting
- Carry Output for n-Bit Cascading
- Synchronous Counting
- Synchronously Programmable
- Load Control Line
- Diode-Clamped Inputs

SERIES 54', 54LS', 54S' . . . J OR W PACKAGE
SERIES 74' . . . N PACKAGE
SERIES 74LS', 74S' . . . D OR N PACKAGE

(TOP VIEW)



NC--No internal connection

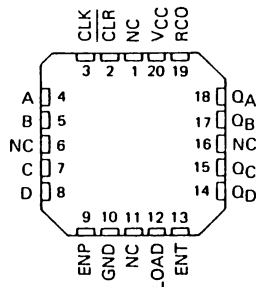
TYPE	TYPICAL PROPAGATION TIME, CLOCK TO Q OUTPUT	TYPICAL MAXIMUM CLOCK FREQUENCY	TYPICAL POWER DISSIPATION
'160 thru '163	14 ns	32 MHz	305 mW
'LS162A thru 'LS163A	14 ns	32 MHz	93 mW
'S162 and 'S163	9 ns	70 MHz	475 mW

Description

These synchronous, presettable counters feature an internal carry look-ahead for application in high-speed counting designs. The '160, '162, 'LS160A, 'LS162A, and 'S162 are decade counters and the '161, '163, 'LS161A, 'LS163A, and 'S163 are 4-bit binary counters. Synchronous operation is provided by having all flip-flops clocked simultaneously so that the outputs change coincident with each other when so instructed by the count-enable inputs and internal gating. This mode of operation eliminates the output counting spikes that are normally associated with asynchronous (ripple clock) counters, however counting spikes may occur on the (RCO) ripple carry output. A buffered clock input triggers the four flip-flops on the rising edge of the clock input waveform.

These counters are fully programmable; that is, the outputs may be preset to either level. As presetting is synchronous, setting up a low level at the load input disables the counter and causes the outputs to agree with the setup data after the next clock pulse regardless of the levels of the enable inputs. Low to high transitions at the load input of the '160 thru '163 should be avoided when the clock is low if the enable inputs are high at or before the transition. This restriction is not applicable to the 'LS160A thru 'LS163A or 'S162 or 'S163. The clear function for the '160, '161, 'LS160A, and 'LS161A is asynchronous and a low level at the clear input sets all four of the flip flop outputs low regardless of the levels of clock, load, or enable inputs. The clear function for the '162, '163, 'LS162A, 'LS163A, 'S162, and 'S163 is synchronous and a low level at the clear input sets all four of the flip-flop outputs low after the next clock pulse, regardless of the levels of the enable inputs. This synchronous clear allows the count length to be modified easily as decoding the maximum count desired can be accomplished with one external NAND gate. The gate output is connected to the clear input to synchronously clear the counter to 0000 (LLLL). Low to high transitions at the clear input of the '162 and '163 should be avoided when the clock is low if the enable and load inputs are high at or before the transition.

SERIES 54LS', 54S' . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC--No internal connection

2

TTL Devices

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

2-493

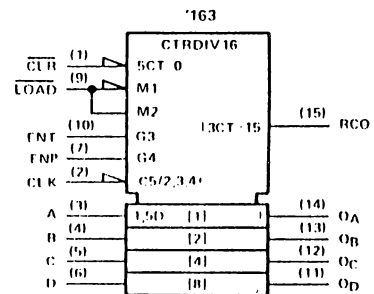
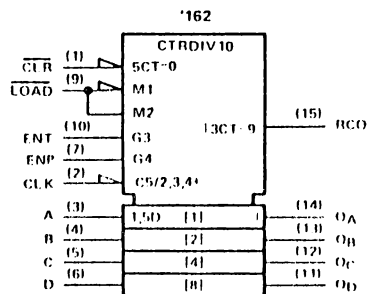
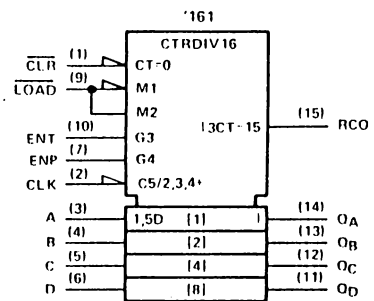
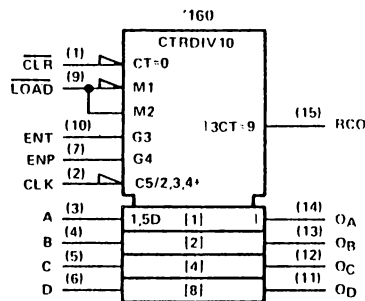
**SN54160 THRU SN54163, SN54LS160A THRU SN54LS163A,
SN54S162, SN54S163, SN74160 THRU SN74163,
SN74LS160A THRU SN74LS163A, SN74S162, SN74S163
SYNCHRONOUS 4-BIT COUNTERS**

The carry look-ahead circuitry provides for cascading counters for n-bit synchronous applications without additional gating. Instrumental in accomplishing this function are two count-enable inputs and a ripple carry output. Both count-enable inputs (P and T) must be high to count, and input T is fed forward to enable the ripple carry output. The ripple carry output thus enabled will produce a high-level output pulse with a duration approximately equal to the high-level portion of the Q_A output. This high-level overflow ripple carry pulse can be used to enable successive cascaded stages. High-to-low-level transitions at the enable P or T inputs of the '160 thru '163 should occur only when the clock input is high. Transitions at the enable P or T inputs of the 'LS160A thru 'LS163A or 'S162 and 'S163 are allowed regardless of the level of the clock input.

'LS160A thru 'LS163A, 'S162 and 'S163 feature a fully independent clock circuit. Changes at control inputs (enable P or T, or load) that will modify the operating mode have no effect until clocking occurs. The function of the counter (whether enabled, disabled, loading, or counting) will be dictated solely by the conditions meeting the stable setup and hold times.

logic symbols†

2
TTL Devices



† These symbols are in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12. Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

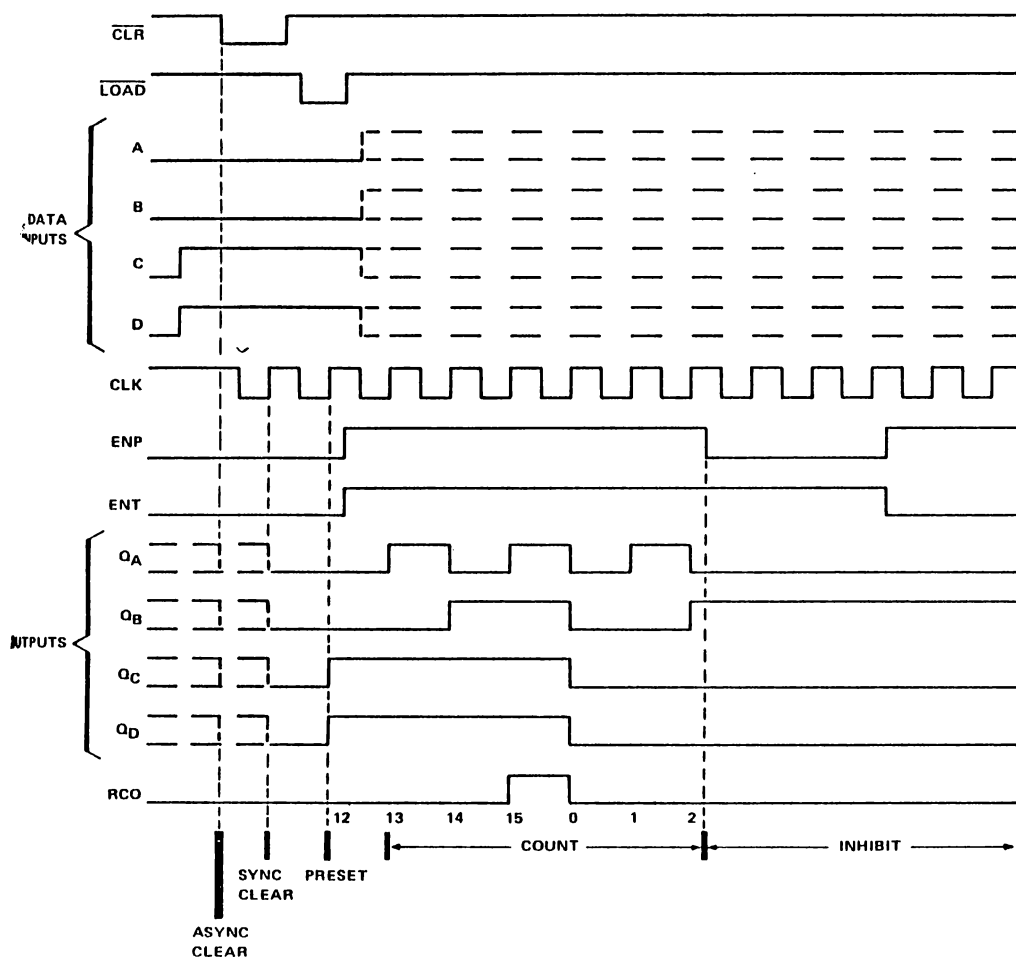
**SN54161, SN54163, SN54LS161A, SN54LS163A, SN54S163,
SN74161, SN74163, SN74LS161A, SN74LS163A, SN74S163
SYNCHRONOUS 4-BIT COUNTERS**

'161, 'LS161A, '163, 'LS163A, 'S163 BINARY COUNTERS

ical clear, preset, count, and inhibit sequences

Illustrated below is the following sequence:

1. Clear outputs to zero ('161 and 'LS161A are asynchronous; '163, 'LS163A, and 'S163 are synchronous)
2. Preset to binary twelve
3. Count to thirteen, fourteen fifteen, zero, one, and two
4. Inhibit



2

TTL Devices

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

2-503

SN54283, SN54LS283, SN54S283, SN74283, SN74LS283, SN74S283 4-BIT BINARY FULL ADDERS WITH FAST CARRY

OCTOBER 1976 — REVISED MARCH 1988

- Full-Carry Look-Ahead Across the Four Bits
- Systems Achieve Partial Look-Ahead Performance with the Economy of Ripple Carry
- Supply Voltage and Ground on Corner Pins to Simplify P-C Board Layout

TYPICAL ADD TIMES

TYPE	TWO		TYPICAL POWER DISSIPATION PER ADDER
	8-BIT WORDS	16-BIT WORDS	
'283	23ns	43ns	310 mW
'LS283	25ns	45ns	95 mW
'S283	15ns	30ns	510 mW

Description

The '283 and 'LS283 adders are electrically and functionally identical to the '83A and 'LS83A, respectively; only the arrangement of the terminals has been changed. The 'S283 high performance versions are also functionally identical.

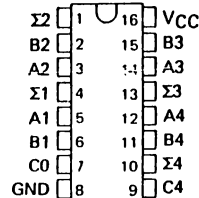
These improved full adders perform the addition of two 4-bit binary words. The sum (Σ) outputs are provided for each bit and the resultant carry (C4) is obtained from the fourth bit. These adders feature full internal look-ahead across all four bits generating the carry term in ten nanoseconds, typically, for the '283 and 'LS283, and 7.5 nanoseconds for the 'S283. This capability provides the system designer with partial look-ahead performance at the economy and reduced package count of a ripple-carry implementation.

The adder logic, including the carry, is implemented in its true form. End around carry can be accomplished without the need for logic or level inversion.

Series 54, Series 54LS, and Series 54S circuits are characterized for operation over the full temperature range of -55°C to 125°C . Series 74, Series 74LS, and Series 74S circuits are characterized for 0°C to 70°C operation.

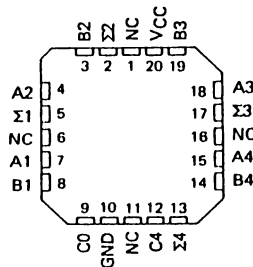
SN54283, SN54LS283 . . . J OR W PACKAGE
SN54S283 . . . J PACKAGE
SN74283 . . . N PACKAGE
SN74LS283, SN74S283 . . . D OR N PACKAGE

(TOP VIEW)



SN54LS283, SN54S283 . . . FK PACKAGE

(TOP VIEW)



NC - No Internal connection

FUNCTION TABLE

INPUT				OUTPUT							
				WHEN C0 = L				WHEN C0 = H			
A1	B1	A2	B2	Σ1	Σ2	C2	Σ3	Σ4	C4	Σ3	Σ4
A3	B3	A4	B4	Σ1	Σ2	C2	Σ3	Σ4	C4	Σ3	Σ4
L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L
H	L	L	L	H	L	L	L	L	H	L	L
L	H	L	L	L	H	L	L	L	H	L	L
H	H	L	L	L	H	H	H	H	L	L	L
L	L	H	L	L	H	L	H	L	L	H	L
H	L	H	L	H	H	L	L	L	L	H	L
L	H	H	L	H	H	L	L	L	L	H	L
H	H	H	L	L	L	H	H	L	L	H	L
L	L	L	H	L	H	L	H	H	L	L	L
H	L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	L
L	H	L	H	H	H	L	L	L	L	H	L
H	H	L	H	L	L	H	H	L	L	H	L
L	L	H	H	H	L	H	H	L	H	L	L
H	L	H	H	H	L	H	L	L	H	L	L
L	H	H	H	L	H	L	H	L	H	L	L
H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	L	L

H = high level, L = low level

NOTE: Input conditions at A1, B1, A2, B2, and C0 are used to determine outputs $\Sigma1$ and $\Sigma2$ and the value of the internal carry C2. The values at C2, A3, B3, A4, and B4 are then used to determine outputs $\Sigma3$, $\Sigma4$, and C4.

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

TEXAS
INSTRUMENTS

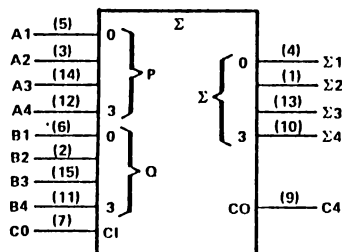
POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

2

TTL Devices

**SN54283, SN54LS283, SN54S283,
SN74283, SN74LS283, SN74S283
4-BIT BINARY FULL ADDERS WITH FAST CARRY**

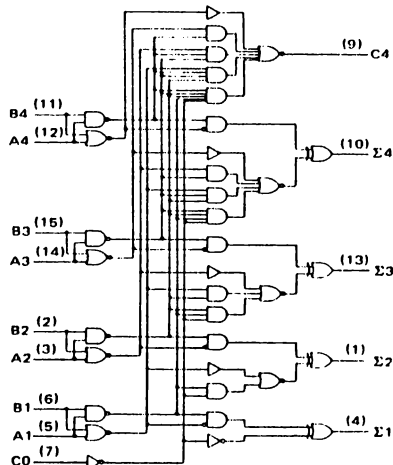
logic symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12.

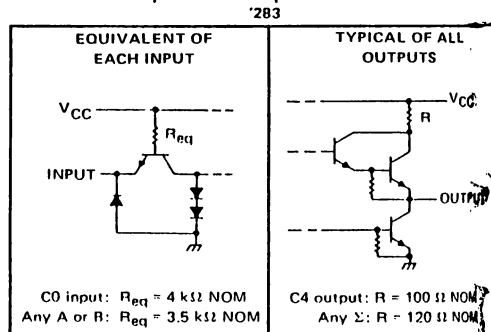
Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

logic diagram (positive logic)

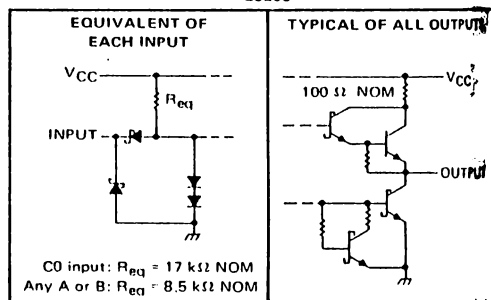


Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

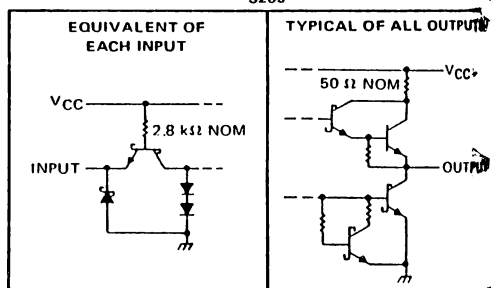
schematics of inputs and outputs



'LS283



'S283



absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)	
Input voltage: '283, 'S283	
'LS283	
Interemitter voltage (see Note 2)	
Operating free-air temperature range:	SN54283, SN54LS283, SN54S283 -55°C to 125°C
	SN74283, SN74LS283, SN74S283 0°C to 70°C
Storage temperature range -65°C to 150°C

NOTES: 1. Voltage values, except interemitter voltage, are with respect to network ground terminal.

2. This is the voltage between two emitters of a multiple emitter transistor. This rating applies for the '283 and 'S283 only between the following pairs: A1 and B1, A2 and B2, A3 and B3, A4 and B4

SN5473, SN54LS73A, SN7473, SN74LS73A DUAL J-K FLIP-FLOPS WITH CLEAR

DECEMBER 1983 REVISED MARCH 1988

Package Options Include Plastic "Small Outline" Packages, Flat Packages, and Plastic and Ceramic DIPs

Dependable Texas Instruments Quality and Reliability

Operation

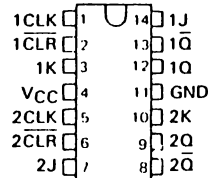
The '73, and 'H73, contain two independent J-K flip-flops with individual J-K, clock, and direct clear inputs. The '73, and 'H73, are positive pulse-triggered flip-flops. J-K input is loaded into the master while the clock is high and transferred to the slave on the high-to-low transition. For these devices the J and K inputs must be stable while the clock is high.

The 'LS73A contains two independent negative-edge-triggered flip-flops. The J and K inputs must be stable one setup time prior to the high-to-low clock transition for predictable operation. When the clear is low, it overrides the clock and data inputs forcing the Q output low and the \bar{Q} output high.

The SN5473, SN54H73, and the SN54LS73A are characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C. The SN7473, and the SN74LS73A are characterized for operation from 0°C to 70°C.

SN5473, SN54LS73A . . . J OR W PACKAGE
SN7473 . . . N PACKAGE
SN74LS73A . . . D OR N PACKAGE

(TOP VIEW)



'73
FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS	
CLR	CLK	J	K	Q	\bar{Q}
L	X	X	X	L	H
H	\downarrow	L	L	Q_0	\bar{Q}_0
H	\downarrow	H	L	H	L
H	\downarrow	L	H	L	H
H	\downarrow	H	H	TOGGLE	

'LS73A
FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS	
CLR	CLK	J	K	Q	\bar{Q}
L	X	X	X	L	H
H	\downarrow	L	L	Q_0	\bar{Q}_0
H	\downarrow	H	L	H	L
H	\downarrow	L	H	L	H
H	\downarrow	H	H	TOGGLE	
H	H	X	X	Q_0	\bar{Q}_0

FOR CHIP CARRIER INFORMATION,
CONTACT THE FACTORY

2

TTL Devices

PRODUCTION DATA documents contain information
as of publication date. Products conform to
specifications per the terms of Texas Instruments
standard warranty. Production processing does not
necessarily include testing of all parameters.

TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 855012 • DALLAS TEXAS 75285

2-229

SN5473, SN7473 DUAL J-K FLIP-FLOPS WITH CLEAR

recommended operating conditions

		SN5473			SN7473		
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
V_{CC}	Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25
V_{IH}	High-level input voltage	2			2		
V_{IL}	Low-level input voltage			0.8			0.8
I_{OH}	High-level output current			0.4			0.4
I_{OL}	Low-level output current			16			16
t_w	Pulse duration	CLK high			20		
		CLK low			47		
		CLR low			25		
t_{su}	Input setup time before CLK 1	0			0		
t_h	Input hold time data after CLK 1	0			0		
T_A	Operating free-air temperature	55			125		
		0			70		

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise no

2

TTL Devices

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		SN5473			SN7473		
				MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX
V_{IK}		V_{CC} MIN, $I_I = 12 \text{ mA}$				1.5			1.5
V_{OH}		V_{CC} MIN, $V_{IH} = 2 \text{ V}$, $V_{IL} = 0.8 \text{ V}$, $I_{OH} = 0.4 \text{ mA}$		2.4	3.4		2.4	3.4	
V_{OL}		V_{CC} MIN, $V_{IH} = 2 \text{ V}$, $V_{IL} = 0.8 \text{ V}$, $I_{OL} = 16 \text{ mA}$			0.2	0.4		0.2	0.4
I_I		V_{CC} MAX, $V_I = 5.5 \text{ V}$				1			1
I_{IH}	J or K CLR or CLK	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_I = 2.4 \text{ V}$			40			40	
					80			80	
I_{IL}	J or K CLR CLK	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_I = 0.4 \text{ V}$			1.6			1.6	
					3.2			3.2	
					3.2			3.2	
I_{OS}^\S		$V_{CC} = \text{MAX}$		20	57		18	57	
I_{CC}^\dagger		$V_{CC} = \text{MAX}$, See Note 2		10	20		10	20	

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

§ No more than one output should be shorted at a time.

† Average per flip-flop.

NOTE 2: With all outputs open, I_{CC} is measured with the Q and \bar{Q} outputs high in turn. At the time of measurement, the clock input is grounded.

switching characteristics, $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (see note 3)

PARAMETER#	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX
t_{max}					15	20	
t_{PLH}	CLR	\bar{Q}	$R_L = 400 \Omega$, $C_L = 15 \text{ pF}$			16	25
t_{PHL}		Q				25	40
t_{PLH}	CLK	Q or \bar{Q}				16	25
t_{PHL}						25	40

t_{max} - maximum clock frequency; t_{PLH} - propagation delay time, low to high level output; t_{PHL} - propagation delay time, high level output.

NOTE 3: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

BIBLIOGRAFIA

1.) Introduction to Biomedical Equipment Technology

Joseph J. Carr & John M. Brown

Editorial John Wiley & Sons. Inc.

2.) Obstetricia de Williams

Pritchard - Macdonald - Gant.

Editorial SALVAT.

3ª Edición.

3.) Sesiones de Formación Practica de Ecografia

Obstetrico - Ginecologica.

Ellison Roynon & Jean Zakine.

Kontron Medical.

4.) Tratado de Obstetricia.

Eugene C. Sandberg

C.V. Mosby Company

10ª Edición.

5.) Enciclopedia Medica para la Mujer.

Editorial America S.A.

2ª Edición.