

SIMULADOR DE PULSACIONES CARDIACAS FETALES

ING. PAUL EDUARDO MUÑOZ R.

paul.munoz@hotmail.com

RESUMEN

El presente simulador de latidos cardiacos fetales se diseñó para determinar el correcto funcionamiento de los equipos de monitoreo de frecuencia cardiaca fetal o cardiotocógrafo (CTG), que están diseñados para registrar los latidos del bebé de manera no invasiva en el vientre de la madre.

Para este nuevo simulador se diseñó un transductor electro acústico acoplado a una capa de silicona que permite la transmisión de la señal simulada del latido cardiaco desde el simulador hasta el transductor del monitor fetal, para acoplar el simulador y el transductor se requiere de una capa de gel de transmisión ultrasónica para eliminar el aire entre los dos y conducir las ondas sonoras correctamente al transductor del monitor.

El simulador emplea un microcontrolador donde se encuentran programadas las frecuencias fetales altas y bajas a reproducir, para evaluar el correcto funcionamiento de los equipos de monitoria fetales o cardiotocografos.

DESCRIPCIÓN

El simulador de pulsaciones cardiacas fetales es un equipo que se empleara para la verificación del correcto funcionamiento de los equipos de monitoria fetal.

La monitoria fetal o el seguimiento de la frecuencia cardiaca del feto es muy importante para determinar de manera precoz y oportuna el estado del feto para evitar la muerte intrauterina y es un examen que se realiza durante el último trimestre del embarazo. La frecuencia cardiaca fetal normal se encuentra entre los valores de 120 – 160 latidos por minuto, las variaciones de los latidos del bebe que se encuentran por debajo o por encima de los valores normales son causados primordialmente por el bajo nivel de oxígeno que está recibiendo el feto, o que existen otros problemas con la salud del feto, esta información es de vital importancia para la toma de decisiones como si la paciente es sometida a una cesárea o no.

La técnica de medición que emplean los monitores de frecuencia cardiaca fetal son de uso externo y no invasiva, se utiliza un transductor ultrasónico que aplica el principio del efecto Doppler el cual indica que una onda acústica que se dirige a un objeto en movimiento será reflejada del objeto con un cambio de frecuencia de mayor valor. Cuando la onda se envía a un objeto que se aleja el cambio de frecuencia será a un valor menor.

El transductor de un monitor fetal está elaborado por uno o más cristales piezoeléctricos transmisores que son excitados con una frecuencia de entre 1 y 2 mega Hertz, causando el cambio de una señal eléctrica a una mecánica generando una onda mecánica. Esta onda es ultrasónica y requiere de un medio físico para transmitirse desde el transductor hasta el feto, para obtener un acople óptimo entre el transductor y la piel de la gestante se aplica gel ultrasónico, debido a que el aire presenta una alta resistencia a la transmisión de las ondas de ultrasonido esta gel permite la máxima transmisión de las ondas logrando que lleguen hasta el corazón del feto, estas ondas son reflejadas por las estructuras anatómicas del feto y retornan al transductor con un cambio en su frecuencia. Los cambios en la frecuencia son atribuidos por el movimiento del corazón del bebé, esta onda que retorna golpea un cristal piezo eléctrico receptor que la transforma en una onda eléctrica. Esta señal es procesada, analizada, registrada y reproducida en una señal audible.

Para probar el correcto funcionamiento de los monitores fetales existen diferentes equipos que emplean métodos de reproducción de los latidos cardiacos del bebé mediante transductores de presión, que son acoplados mediante una capa del gel ultrasónica al transductor del monitor fetal.

El transductor inventado consta de un reproductor electro acústico que transforma señales eléctricas en acústicas emplea una bobina rodeada por un imán que genera un campo magnético desplazando la bobina acoplada a una membrana metálica al momento que circula una corriente eléctrica por la bobina, este transductor se encuentra incrustado en una silicona y a su vez en una carcasa plástica que se encarga de acoplar la señal y transmitirla hacia el transductor ultrasónico del monitor fetal.

La señal eléctrica que excita el transductor electro acústico es programada desde un microcontrolador desde el cual se reproducen bradicardias, taquicardia y latidos normales del bebé.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

- 1- Silicona de baja densidad
- 2- Membrana metálica
- 3- Base de la membrana
- 4- Bobina
- 5- Imán permanente

La silicona utilizada en el numeral 1, es fabricada por la empresa smooth-on este material es seguro para piel y se encuentra certificado según ISO 10993-10 de evaluación biológica de dispositivos médicos numeral 10: pruebas de irritación y sensibilización de la piel. la silicona presenta varias características importantes la principal por la cual se escogió es la gravedad específica que es de 1.007 g/cc similar a la del líquido amniótico donde se encuentra el feto.

El numeral 2 corresponde a una membrana metálica de 0.2 milímetros de espesor es utilizada para la vibración, para vibrar el numeral 2 es un soporte para darle rigidez a la membrana, la bobina permite el desplazamiento de la membrana según la intensidad de corriente suministrada por la parte electrónica del dispositivo, el imán permanente genera un campo magnético que al momento que se polariza la bobina esta genera un campo magnético de igual magnitud generando el desplazamiento de la bobina acoplada a la membrana.

SISTEMA ELECTRONICO

1. Microcontrolador ATmega328
2. Leds indicadores
3. Conexión Transductor electro acústico
4. Pulsador de cambio de frecuencia

El microcontrolador ATmega 328 es un dispositivo con una alimentación de voltaje de 5v, memoria flash de 32 KB, SDRAM 2 KB, EEPROM 1KB características idóneas para cargar y ejecutar el programa del simulador, el numeral dos corresponde a los leds indicadores de cambio de la frecuencia cardiaca fetal (50, 70, 120, 140, 180, 220), el numeral 3 corresponde al conector de salida para el transductor electro acústico, el numeral 4 corresponde al pulsador que cambia las frecuencias fetales del simulador.

la señal programada en el microcontrolador para reproducir una frecuencia fetal se expresa en latidos por minuto, cada pulso es generado en un intervalo de tiempo exacto que excita el transductor electro acústico, cada pulso está compuesto por una serie de frecuencia internas que reproducen los murmullos que genera el corazón del bebe al expulsar la sangre del ventrículo izquierdo simulando la señal acústica del latido fetal.

RESULTADOS

El simulador se ha colocado aprueba con diferentes monitores fetales en los cuales las frecuencias programadas se han reproducido y se han registrado con éxito con un error del 0% como se muestra en tabla 1.

VALORES DE REFERENCIA:	PROMEDIO	DESVIACION	ERROR
40 LPM	40	0,00	0
80 LPM	80	0,00	0
160 LPM	160	0,00	0
210 LPM	210	0,00	0

Tabla 1 Resultados

Los datos de la tabla 1 fueron registrados con un monitor fetal marca **EDAN** modelo **CADENCE** con número de serie **CADA3030741496D**.

VALORES DE REFERENCIA:	PROMEDIO	DESVIACION	ERROR
40 LPM	40	0,00	0
80 LPM	80	0,00	0
160 LPM	160	0,00	0
210 LPM	210	0,00	0

Tabla 2 resultados

Los datos de la tabla 2 fueron registrados con un monitor fetal marca **EDAN** modelo **CADENCE** con número de serie **CADA30307A2050D**.

VALORES DE REFERENCIA:	PROMEDIO	DESVIACION	ERROR
40 LPM	40	0,00	0
80 LPM	80	0,00	0
160 LPM	160	0,00	0
210 LPM	210	0,00	0

Tabla 3 resultados

Los datos de la tabla 3 fueron registrados con un Doppler fetal marca **SONOTRAX** modelo **BASIC A** con número de serie **304021M11701190024**.

VALORES DE REFERENCIA:	PROMEDIO	DESVIACION	ERROR
40 LPM	40	0,00	0
80 LPM	80	0,00	0
160 LPM	160	0,00	0
210 LPM	210	0,00	0

Tabla 4 resultados

Los datos de la tabla 4 fueron registrados con un Doppler fetal marca **HUNTLEIGH** modelo **FD1** con número de serie FD1PX034079110.

VALORES DE REFERENCIA:	PROMEDIO	DESVIACION	ERROR
40 LPM	40	0,00	0
80 LPM	80	0,00	0
160 LPM	160	0,00	0
210 LPM	210	0,00	0

Tabla 5 resultados

Los datos de la tabla 5 fueron registrados con un Doppler fetal marca **HUNTLEIGH** modelo **FD1** con número de serie FD1PX037498884-16.