



هفتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران
ISCEE2004



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
تاسیس ۱۳۷۸

طراحی و ساخت یک نوع سنسور فشار ساده و ارزان با قابلیت بسیار بالا برای مانیتورینگ فعالیتهای رحمی

محمد رضا یوسفی نجف آبادی

yousefi@eetd.kntu.ac.ir

دانشکده برق - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

بهنام باستانی

Bastani@eetd.kntu.ac.ir

دانشکده برق - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده: در این مقاله یک سنسور ساده پیشنهاد می شود که قابلیت بسیار بالا و تناسب زیادی را برای حس کردن تغییرات و فعالیتهای رحمی برای جلوگیری از زایمان زودرس در زنان با ریسک بالا دارد. درصد وقوع زایمانهای زودرس در جوامع توسعه یافته و در حال توسعه بشدت در حال افزایش است که نتیجه آن تحمل هزینه های پزشکی بسیار بالایی به اقتصاد جوامع است. در عین حال آزمایشهای موجود برای پیش بینی و جلوگیری از زایمان زودرس که در حال حاضر موجود هستند اولاً دارای دقت کمی هستند و ثانیاً بطور سیستماتیک برنامه ریزی نشده اند و به همین دلیل نقش مهمی را در کاهش این زایمانها بازی نمی کنند. مانیتورینگ فعالیت رحم در خانه^۱ (HUAM) روش جدیدی است که در آن فعالیت رحمی بطور اتوماتیک حس و ضبط شده و اطلاعات مربوط به آن برای پزشک ارسال می شود.

تحقیقات نشان داده که HUAM نقش مهمی را در کاهش زایمانهای زودرس بازی می کند اما این سیستمها غالباً پیچیده گران و غیرقابل انعطاف با قابلیت اعتماد پایینی هستند. در طرح جدید ما که بر پایه یک اسپلاتور سلفی کولپیتز و تغییرات یک هسته فرییتی درون یک سلف پایه ریزی شده است، فرکانس خروجی متناسب با فشار اعمال شده تغییر می کند. سنسور پیشنهادی دارای وزن خیلی کم، پایداری بالا و قیمت کمی بود و به راحتی قابل ساخت و بکارگیری برای مانیتورینگ طولانی مدت فعالیت رحمی است.

واژگان کلیدی: اندازه گیری فشار، مانیتورینگ فعالیت رحمی، فشار شکمی و سنسور القایی

۱- مقدمه:

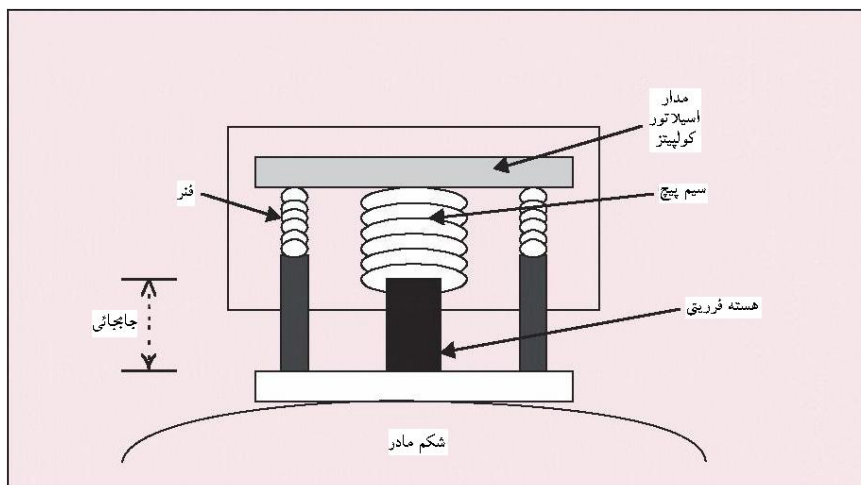
تولد نوزاد مابین هفته های ۳۷ تا ۴۲ طبیعی می باشد. در طی درد زایمان (سلسله ای از وقایع که منجر به حمل نوزاد می شود) مادر تحمل انقباضات منظمی می شود که گردنه رحم را گشاد می کند. این انقباضات بطور عادی از هفته ۱۶ شروع می شوند. هر چه مادر به سمت آخر بارداری برود هم بر شدت و هم فرکانس این انقباضات افزوده می شود. این

¹ Hume Uterine Activity Monitoring

انقباضات به انقباضات براکتون - هیکس معروف هستند . در هنگام انقباضات ما تغییر در تعداد ضربان قلب را خواهیم داشت که بیان کننده آمادگی جنین برای با موفقیت طی کردن زایمان است . نتیجه این انقباضات سفت شدن طبیعی رحم است که در واقع تمرینی برای زایمان می باشد.

زایمان زودرس به زایمانی اطلاق می شود که ما بین هفته های ۲۰ تا ۳۷ اتفاق افتد. زایمان زودرس یکی از عوامل مهم بیماریها و مرگ و میرها در بین نوزادان است و هزینه های بزرگی را برای انجام مراقبتهای پزشکی به جوامع تحمیل می کند[۱]. داده های آماری نشان می دهد که ۸-۱۰ درصد زایمانها زودرس بوده و هزینه ای بالغ بر سه بلیون دلار را در هر سال فقط به اقتصاد ایلات متحده تحمیل کرده است [۲]. تاکتون روشهای متنوعی برای تشخیص زود هنگام و جلوگیری از زایمان زودرس ابداع شده که از جمله آنها می توان معاینات سرویکال (معاینات گردنه رحم) و تشخیص انقباضات رحم بوسیله دست را نام برد ولی این روشها اولاً دارای دقت خوبی نبوده و نتیجه های خوبی در تشخیص و پیشگیری نشان نداده اند و ثانياً این روشها غیر سیستماتیک بوده و نیاز به حضور پزشک یا فرد ماهر دارند[۳]. خطر تولد زودرس بطور قابل ملاحظه ای می تواند با پرستاری ، اقدامات فیزیکی تصحیح کننده و داروهای شیمیایی کاهش یابد. اما این منوط به تشخیص زود به هنگام آن است. حال مشکل بزرگ تشخیص علائم زایمان زودرس در یک مادر است و این از آنجا ناشی می شود که انقباضات اتفاق افتاده اولاً همگی قابل ثبت نیستند و ثانياً مادر به طور دقیق قادر به ثبت آنها نیست و این در حالی است که اگر این انقباضات به طور موثر و دقیق ثبت شوند می توانند کمک زیادی را به پزشک برای تشخیص زود به هنگام علائم بکنند. محققین نشان دادند که فقط ۱۷٪ انقباضات رحمی می تواند به طور دقیق توسط افراد گزارش گردد[۴].

در اواسط سال ۱۹۸۰ میلادی، یک روش جدیدی برای مانیتورینگ فعالیتهاى رحمى (HUAM) ابداع شد که بر پایه آشکار سازی اتوماتیک انقباضات پایه ریزی شده است[۵]. مطالعات کلینیکی زیادی بر روی این روش انجام شده و نتایج مثبتی را در جلوگیری از زایمان زودرس در زنان با ریسک بالا نشان دادند[۵-۸].



شکل (۱): ساختمان سنسور

در سیستم HUAM ، انقباضات رحمی بوسیله یک سنسور رفتار خارجی (معروف به تاکودینامومتر) که روی سطح شکم مادر نصب می شود، مانیتور می شود. انقباضات رحمی ثبت شده توسط تلفن یا مودم برای انجام مراقبتهای لازم به پزشک رسانده می شود. پزشک با مطالعه بر روی دامنه و فرکانس انقباضات رحمی دستورات لازم را صادر می کند. اگر فرکانس

انقباضات از یک حدی فراتر رود مادر باردار می تواند از HUAM یا پزشک مود نظر خود تقاضای مراقبت بیشتر کند و یا فوراً به یک پزشک متخصص مراجعه کند.

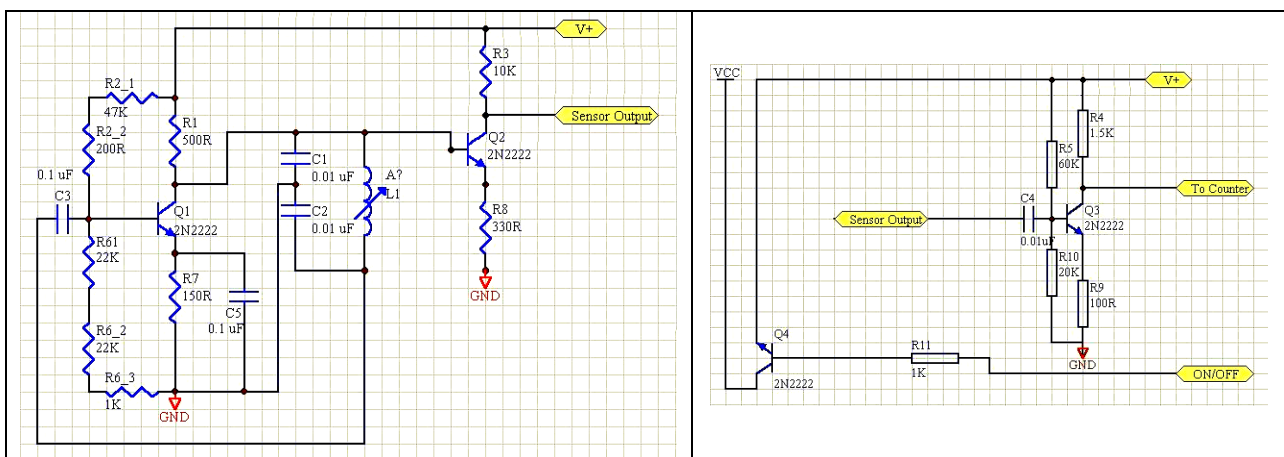
همانطور که گفته شد سیستم HUAM از یک سنسور فشار ثبت کننده و یک وسیله انتقال داده ها تشکیل شده است. تاکو دینامومترهایی که برای حس کردن تغییرات فشار رحم استفاده می شود از عناصر ویژه ای تشکیل می شوند. این سنسورها می تواند توسط استرین گیج ها، ترانسفورمرهای تفارقی با تغییرات خطی (LVDT) یا مواد پیزوالکتریک این کار را انجام دهند [۹-۱۰]. مشکل عمده این سنسورها گران بودن، پیچیده بودن، پایداری کم و نیازمند سیستم کالیبراسیون بودن، است.

در این مقاله، یک سنسور فشار ساده که می تواند فشار ناشی از انقباضات رحمی را به تغییرات فرکانس توسط یک هسته فرریتی و یک مدار اسپلاتور سلفی تبدیل کند استفاده شده است. طرح ما دارای مزتهای زیادی از جمله سادگی، پایداری، درصد خطی بودن بالا، قابلیت اعتماد بالا، تلفات توان مصرفی کم و هزینه ساخت کم است. این سنسور فشار جدید بسیار مناسب برای وسایل مانیتورینگ طولانی مدت فشار شکمی و کاربردهای مشابه می باشد [۱۱].

۲- طرح سیستم:

ساختمان سنسور پیشنهادی در شکل (۱) مشاهده می گردد. انقباضات رحمی به جابجایی طولی هسته فرریتی توسط چهار فنر بر طبق قانون هوک تبدیل می شوند و یک اسپلاتور سلفی کولپیتز جابجایی را به تغییرات فرکانسی تبدیل می کند. همانطور که در طرح شماتیک شکل (۲) نشان داده شده فرکانس اسپلاتور توسط ترانزیستور Q_1 ، خازنهای C_1, C_2 و سیم پیچ L_1 بوسیله رابطه (۱) تعیین می شود.

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \left(\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \right)}} \quad (1)$$



شکل (۲): طرح شماتیک مدارات سنسور، سمت راست: مدار مانیتور شامل بافر TTL و مدار کنترل توان. سمت چپ: مدار اسپلاتور و بافر

جابه جایی هسته فرریتی مقدار اندوکتانس سلف را تغییر داده و متعاقب آن باعث تغییر فرکانس اسپلاتور میگردد. مدار بافر (Q_2) طراحی شده، اسپلاتور کولپیتز را از خازنهای ناخواسته اتصالات و کابل ایزوله می کند. سیگنال خروجی اسپلاتور

به یک دستگاه مانیتور قابل حمل، قابل اتصال است [۱۱] و توسط یک مدار بافر دیگر (Q_3) مطابق سطوح ولتاژ TTL شکل دهی میشود.

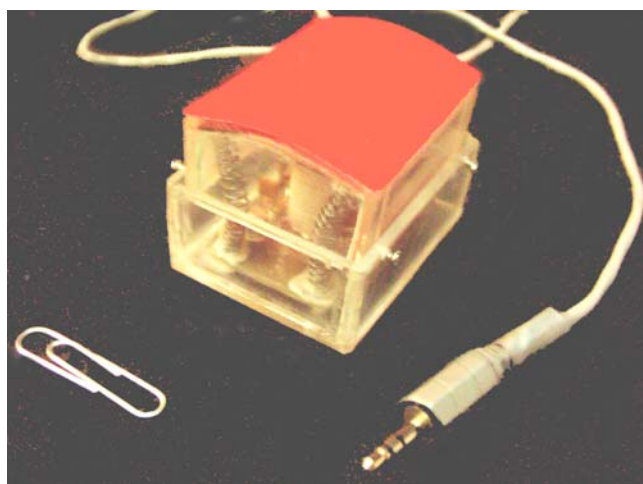
فرکانس خروجی میتواند توسط یک میکروکنترلر شمارش و اندازه گیری شود. همچنین میکروکنترلر می تواند این تغییرات فرکانس را به سطوح ۰-۱۰۰ کوانتیزه کند و در پردازش های بعدی مورد استفاده قرار گیرد. از رابطه (۱) مشاهده می شود که سیستم رفتاری غیر خطی دارد، میکروکنترلر می تواند با یک MAP فرکانسی خروجی سیستم را خطی سازی کند. مدار کنترل توان (Q_4) نیز برای کاهش مصرف سنسور و قطع توان آن در مواقعی که نمونه برداری انجام نمی شود، در نظر گرفته شده است.

۳- نتایج:

مشخصات سنسور پیشنهادی در جدول (۱) لیست شده اند. این سنسور می تواند با منبع تغذیه ۳-۱۵ ولت کار کند. همچنین تغییرات فرکانس کاری این سنسور کمتر از ۰/۱٪ در دمای بین ۰ تا ۴۵ درجه سلسیوس است. اسپلاتور می تواند در کمتر از مدت زمان ۵۰۰ میکرو ثانیه بعد از روشن شدن به پایداری برسد. شکل نمونه ساخته شده (بطور دستی) این سنسور در شکل (۳) آمده است.

جدول (۱): مشخصات سیستم

سایز	۵۲×۴۳×۲۱	میلیمتر در حالت فشرده
	۵۲×۴۳×۴۱	میلیمتر در حالت آزاد
وزن	۳۸	گرم
توان مصرفی	۸/۲	میلی آمپر در ولتاژ ۵ ولت
زمان پایداری	کمتر از ۵۰۰ میکرو ثانیه	
تغییرات فرکانسی	کمتر از ۰/۱ درصد	
رنج فرکانس خروجی	۱-۲	مگاهرتز



شکل (۳): شکل نمونه ساخته شده سنسور

۴- نتیجه گیری نهایی بحث:

قسمت اصلی سیستم های HUAM بر پایه یک سنسور حساس به انقباضات رحمی است. این سنسور همچنین تعیین کننده قابلیت اعتماد و هزینه سیستم های HUAM است. در مقایسه با سیستم های جاری سنسورهای پیشنهادی توسط ما دارای پایداری و قابلیت اعتماد بسیار بالایی در محیطهای مختلف است. کالیبراسیون سیستم نیز می تواند به راحتی توسط نرم افزار انجام شود. بنابراین این سنسور امکان مانیتورینگ ۲۴ ساعته انقباضات رحم را با توان مصرفی بسیار پایین فراهم کند که این موجب کارایی بالای سیستمهای HUAM در قبال هزینه بسیار پایین می شود.

مراجع:

- [1] Mary L. Moore and Margaret C. Freda, "Reducing prwterm and low birth: atill a nursing challenge," American Journal of Maternal Child Nursing, vol. 23, pp. 200-208, July, 1998.
- [2] David G. Weismiler, "Preterm Labor," American Family Physician, pp. 593-604, February, 1999.
- [3] "Houme uterine activity monitoring for preterm labor : review article," Journal of the American Medical Assocoation, vol. 270, pp. 371-376, 1993.
- [4] C.A.Beckmun, C.R.B.Beckmann, G.J.stanziano, N.K.Bergauer and C.B.Martin, "Accuracy of maternal perception of preterm utevine activity.", Amer. J. obstet. Gyncol., vol. 174, pp. 672-675, Feb. 1996.
- [5] M.Katz, P.J.Gill and R.B.Newman, "Detection of preterm labor by ambulatory monitoring of uterine activity:A preliminary report.", Amer. j. obste. Gynecol., vol.68, pp. 773 -778,Dec.1986.
- [6] R.J.Wapner, D.B.Cotton, R.Artal, R.J.Librizzi and M.G.Ross," A randomized multi center trial assessing a home uterine activity monitoring device used in the absence of daily nursing contact.", Amer. j. obstet. Gynecol., vol. 172, pp. 1026-1034, Mar. 1995.
- [7] T.Colton, H.Kayne, Y.Zhang and T.Heeren,"A metaanalysis of home uterine activety monitoring.", Amer. j. obstet. Gynecol., no. 173, pp. 1499-1505, Nov. 1995.
- [8] M.J.Corwin, S.M.Mou, S.G.Sunderji, s.Gall, H.How, V.Patel and M.Gray,"Multicenter randomized clinical trial of home uterine activity monitoring : pregancy out comes for all women randomized.", Amer. j. obstet. Gynecol. ,vol. 175, pp. 1281-1285, Nov. 1996 .
- [9] D.G.Tweed and E.LaWhite,"Tocodynamometer.", U.S. Patent, No. 3, 945, 373, 1976.
- [10]P.O.Isaacson,"Tocodynamometer.", U.S.Patent, No. 4, 640, 295, 1987.
- [11]C.-L.Lin, H.-C.Wu, T.-T.Liu, M.-H.Lee, T.-S.Kuo and s.-T.Young,"A portable monitor for fetal heart rate and uterine contraction", IEEE Eng. Med. Biol. Mag. , pp. 80 - 84, nov. 1994.

[۱۲] محمد رضا یوسفی، "بررسی روشهای مختلف ضبط و نمایش انقباضات شکمی مادران باردار و استفاده ه از آن برای بررسی مشکلات زایمان زودرس."، سمینار کارشناسی ارشد، ۱۳۸۲.