Journal of New Achievements in Electrical, Computer and Technology
Vol 2, No 1, Mar-Jun 2022,(19-29)
WWW.JNAECT.IR

مجله دستاوردهای نوین در برق،کامپیوتر و فناوری
دوره ۲، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱ (۲۹-۱۹)

طراحی و ساخت استتوسکوپ دیجیتالی

اسما مشیرفر[۱]

[۱] کارشناسی ارشد مهندسی مکاترونیک دانشگاه ازاد اسلامی واحد تبریز، ایران (a.moshirfar@yahoo.com)

چکیده

در طراحی گوشی‌های پزشکی دیجیتال چند نکته حائز اهمیت باید در نظر گرفته شود. اولین نکته اینکه طراحی این گوشی‌ها باید به گونه‌ای باشد که نویز محیط حداقل تأثیر را بر خروجی آنها داشته باشد. همچنین در اتاق عمل متخصصان بیهوشی نیز از گوشی‌های پزشکی استفاده می‌کنند. راه حل این مشکل قابل تنظیم کردن طول گوشی پزشکی است. و نیز در گوشی‌های آکوستیکی تنها پزشکی قادر به شنیدن صداهای گوشی است اما گاه پزشکان نیاز دارند که صدای گوشی از چند هدفون یا اسپیکر برای همه‌ی افراد حاضر در اتاق پخش شود. هدف کلی طراحی روشی‌های پزشکی دیجیتال اضافه کردن ویژگی‌های یاد شده به گوشی‌های آکوستیکی است. در طراحی نمونه‌ی اولیه ابتدا باید تقویت اصوات ظریف بدن در دستور کار قرار گیرد سپس حذف نویزهای محیط و جلوگیری از تقویت نویز و استفاده از فیلترهای مخصوص مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: استتوسکوپ دیجیتالی، اصوات ظریف بدن، نویزهای محیط، صداهای قلب.

.

۱. مقدمه

برای تحلیل عملکرد قلب و تشخیص بیماری‌های قلبی از روش‌های مختلفی مانند اکوکاردیوگرافی و تهیه سیگنال ECG و سمع صداهای قلبی استفاده می‌شود روش‌های تصویر برداری و تهیه سیگنال ECG هزینه بالایی دارد و یا پزشکان متخصص انجام می‌دهند و موءید بر تشخیص نوع بیماری است که از روش‌های دیگر بدست آمده است اشکالی که در شنیدن صدای قلب وجود دارد این است که صدای قلب چندان قوی نیست و علاوه بر کسب اطلاعات مختلف از آن احتیاج به تمرین و تجربه فراوان دارد همچنین برای شنیدن صدای خاصی در قلب باید توجه خود را به فاز مشخصی از قلب جلب کرد. استفاده از نمودار و پردازش سیگنال صدای قلب و رسم سیگنال صدای پردازش شده اطلاعات بیشتری را در اختیار ما قرار می‌دهد اگر آنالیز فرکانسی به کمک تبدیل موجک انجام شود اطلاعات زمان و فرکانس را توامان در اختیار خواهیم داشت. نظارت قلبی و عروق به طور مکرر در معاینه بیماری‌های قلبی و عروقی و درمان بیماری‌های مزمن اهمیت دارد. بیماری‌های مربوط به قلب با شرایط زندگی مانند بیماری عروقی کرونر و فشار خون بالا بسیار پیچیده‌تر می‌شوند. اگر شرایط قلبی در بلندمدت و بلادرنگ معاینه نشود، ممکن است منجر به بیماری ناگهانی قلب شود.

وقتی درمان به تأخیر بیفتد و زمان برای درمان مطلوب از دست برود، این امر حتی ممکن است باعث عواقب غیر قابل پیش بینی و مرگباری بشود. همان طور که شنیدن صدای قلب یکی از اساسی‌ترین راه‌ها برای ارزیابی عملکرد قلب است، یک گوشی پزشکی می‌تواند برای شنیدن صدای تنفس و صدای قلب استفاده شود و بیشتر اختلالات قلبی و سایر بیماری‌ها را تشخیص دهد.

متخصصین بیهوشی باید به صدای قلب و صدای نفس بیمار در طول مراقبت‌های بیهوشی گوش دهند. گوشی‌های پزشکی دستی به طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما تنها یک شنونده‌ی مجاز به استفاده از آن است اما برای استفاده راحت نمی‌باشند. یک گوشی پزشکی الکتریکی طراحی شده است که از سیستم بلندگو و میکروفن استفاده می‌کند اما برای اهداف عملی بسیار بزرگ می‌باشد. به منظور اصلاح دستگاه موجود یک منبع تغذیه‌ی توانی مناسب‌ترین باید یافته شود. در حالت ایده آل تغییراتی هم باید برای مجاز ساختن یک سیستم میکروفن دوگانه با قابلیت‌های بی سیم و همچنین گیرنده‌ی اصلی با یک بلندگو و جک هدفون جهت سمع خصوصی ایجاد شوند. گرچه دستگاه بسیار ساده‌ای است، گوشی پزشکی یکی از ابزارهای تشخیصی مهم در جهان پزشکی می‌باشد. تقریباً بیش از دو قرن گوشی پزشکی تغییر یافته و اغلب بازیابی شده است. اما هرگز از طراحی اصلی خود منحرف نشده است.

در سال ۱۸۴۳ یک پزشک ساکن نیویورک به نام George P. Cammann تغییراتی در گوشی ایجاد کرد، لوله آن را قابل انعطاف کرد و دو مجرا برای قرار گرفتن روی هر دو گوش برای آن ساخت [۱]. در سال ۱۸۵۵، دکتر کامان نوعی گوشی ساخت که از وسایل زیر ساخته می‌شد؛ قسمتی که روی سینه قرار می‌گرفت از چوب آبنوس، تیوب‌ها از سیمی که روکشی از پارچه ابریشمی آغشته به صمغ داشت و قسمتی که درون گوش‌ها قرار می‌گرفت از عاج ساخته شده بود. تا سال ۱۹۶۰ تغییرات عمده‌ای در گوشی پزشکی ایجاد نشد، در این زمان بود که دکتر لیتمن، استاد دانشگاه هاروارد گوشی پزشکی‌ای ساخت که ویژگی‌های آکوستیک خوبی داشت. دکتر لیتمن یک پژوهشگر قلب بوده و در زمینه الکتروکاردیوگرافی نیز در جهان، مطرح می‌باشد [۲].

وی در سال ۱۹۶۱ در مجله AMA، ویژگی‌های یک گوشی پزشکی ایده‌آل را توضیح داد و گفت: بهتر است قسمت سینه‌ای گوشی، دو قسمت داشته باشد، یک قسمت به نام bell برای شنیدن اصوات بم و یک قسمت دارای دیافراگم پلاستیکی برای فیلتر کردن اصوات بم تیوب گوشی باید سخت و درای مجرای واحد و تا حد امکان کوتاه باشد و گوشی طوری طراحی شود که سبک باشد و بتوان با آن راحت کار کرد. در حال حاضر گوشی‌های لیتمن مشهورترین مارک بازار گوشی‌ها و به همین اندازه محبوب و پرفروش هستند و اکنون پیشرفت‌های تکنولوژی توانسته تحولات و ویژگی‌های جدیدی برای گوشی‌ها به ارمغان آورد [۳].

در گوشی‌های دیجیتالی با تغییرات انجام شده، گوشی پزشکی آکوستیکی ارتقاء یافته است. کوچک‌تر، زیباتر و تواناتر گردیده است. در طراحی جدید نه تنها کاربران می‌توانند به طور گروهی صدای اندام‌های درونی بیماران را بشنوند، بلکه این امکان به وجود خواهدآمد که این صداها از طریق امواج رادیویی از فواصل دورتر قابل دریافت باشد. این امکان فراهم شد که در مکان‌های آموزشی و دانشگاهها صداهایی که به وسیله هیأت علمی بالینی، آموزشی تلقی می‌گردید، نه تنها جمعی، بلکه جمعی- انفرادی به گوش برسد. با نمونه جدید یک گیرنده رادیویی با هر ابعادی می‌تواند صداهای آموزشی را به طور زنده منتقل کند [۴]. دریافت‌های این سیستم قابلیت انتقال از طریق امواج بی سیم را خواهد داشت، این امکانات در نقل و انتقال بیماران بدحال با آمبولانس‌ها به ستاد هدایت، تیم انتقال و مراکز درمان بسیار کمک کننده خواهد بود. با اضافه کردن مدار ساده بی سیم به گوشی آموزشی می‌توان با استفاده از امواج رادیویی، ضربان قلب بیماران بدحال را از راه دور کنترل نمود. بر این اساس هدف از پژوهش حاضر طراحی و ساخت استتوسکوپ دیجیتالی می‌باشد.

۲. طراحی گوشی پزشکی دیجیتال

در طراحی گوشی‌های پزشکی دیجیتال چند نکته حائز اهمیت باید در نظر گرفته شود. اولین نکته در تبدیل گوشی آکویستیکی به گوشی‌های الکترونیکی که باید مورد توجه قرار گیرد این است که اتاق عمل محل قرارگیری انواع تجهیزات پزشکی است که منابع اصلی تولید نویز هستند و می‌توانند هر خروجی الکترونیکی را تحت تأثیر قرار دهند. بنابراین طراحی این گوشی‌ها باید به گونه‌ای باشد که نویز محیط حداقل تأثیر را بر خروجی آنها داشته باشد و کاربر اطمینان داشته باشد که صداهای دریافتی تنها صدای قلب و تنفس بیمار است و همچنین علاوه بر این مورد این گوشی باید قابلیت تقویت و واضح‌تر کردن صداهای بدن بیمار را داشته باشد.

دومین نکته طول گوشی پزشکی است. در اتاق عمل علاوه بر جراحان، متخصصان بیهوشی نیز از گوشی‌های پزشکی استفاده می‌کنند. این افراد برای افزایش یا کاهش دوز داروی دریفتی بیمار همواره بین تخت بیمار و دستگاه بیهوشی در رفت و آمد هستند اما طول کوتاه گوشی موجب می‌شود این متخصصان نتوانند در حین تنظیم دوز داروی دریافتی بیمار به صدای قلب او دسترسی داشته باشند. راه حل این مشکل قابل تنظیم کردن طول گوشی پزشکی است.

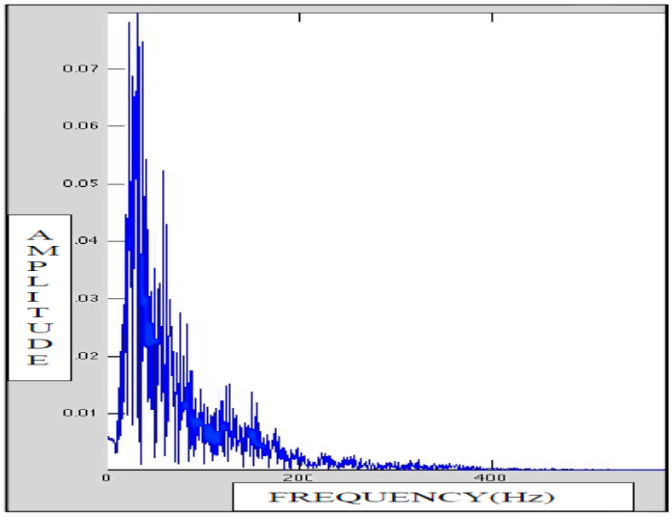
سومین نکته صداهای دریافتی درمانگر است. در گوشی‌های آکوستیکی تنها پزشکی قادر به شنیدن صداهای گوشی است اما گاه پزشکان نیاز دارند که صدای گوشی از چند هدفون یا اسپیکر برای همه‌ی افراد حاضر در اتاق پخش شود.

علاوه بر نکات یاد شده گوشی طراحی شده باید تمام ویژگی‌های یک گوشی آکوستیکی را داشته باشد و همینطور سبک و قابل حمل و ارزان قیمت باشد. آسیب رساندن به بیمار روی تخت جراحی که به انواع دستگاه‌های های ولتاژ متصل است بشود یا با ایمپلنت‌های بدن او تداخل ایجاد کند.

هدف کلی طراحی روشی‌های پزشکی دیجیتال اضافه کردن ویژگی‌های یاد شده به گوشی‌های آکوستیکی است. پس در طراحی نمونه‌ی اولیه ابتدا باید تقویت اصوات ظریف بدن در دستور کار قرار گیرد و در وهله‌ی دوم حذف نویزهای محیط و جلوگیری از تقویت نویز و استفاده از فیلترهای مخصوص مورد توجه قرار گیرد. همچنین باید توجه داشت که فرآیند تقویت و فیلتر نباید صداهای قلب و تنفس را تحت تأثیر قرار دهد چرا که تفاوت‌های جزئی در صدای بدن بیمار کمک بسیار بزرگی برای تشخیص پزشکی محسوب می‌شود.

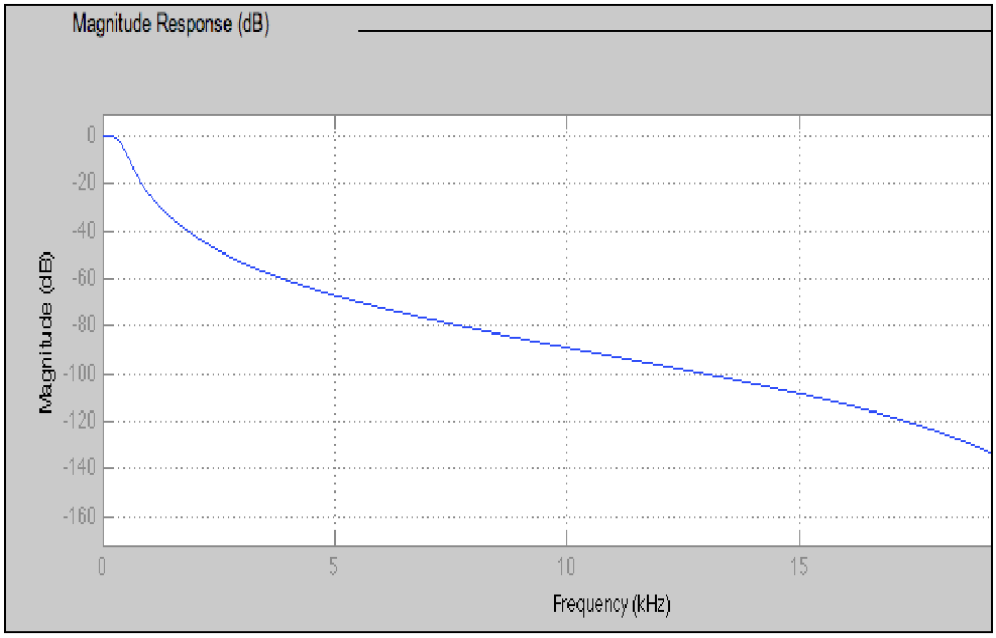
به منظور تشخیص قسمت‌های فعال طیف فرکانسی یک تیم تحقیقاتی نمونه‌های مختلف صدای قلب و تنفس را جمع آوری کردند. برای این کار این تیم یک استتوسکوپ اختصاصی طراحی کردند. در این گوشی قسمتی از لوله‌ی پلاستیکی که به گوش‌ها منتهی می‌شد بریده شده و به یک میکروفن کندانسوری متصل شده است. اتصالات میکروفن و لوله‌ی پلاستیکی با فرم و چسب لوله پوشش داده شده است. صداهای قلب از قسمت‌های مختلف سینه و با گین تقویت متفاوت جمع آوری شده همین طور صداهای تنفس نیز از قسمت‌های مختلف پشت بیمار در بالای استرنوم و پایین تیغه‌ی شانه‌ی سمت راست جمع آوری

شده است. و گین های مختلف (٪۱۰۰ و ٪۷۵ و ٪۵۰ و ٪۲۵) را امتحان کردند تا متوجه شوند چه حد از تقویت کنندگی مناسب و چه میزان تقویت کنندگی برای اصوات بدن آسیب رسان است. این گروه برای پردازش سیگنال و یافتن طیف فرکانسی صدای قلب از نرم افزار متلب و تبدیل فوریه‌ی سریع استفاده کردند و یک نمودار طیف فرکانسی-دامنه تشکیل دادند و دریافتند که صدای تپش قلب در فرکانس HZ۳۰۰ و کمتر از آن قرار دارد.



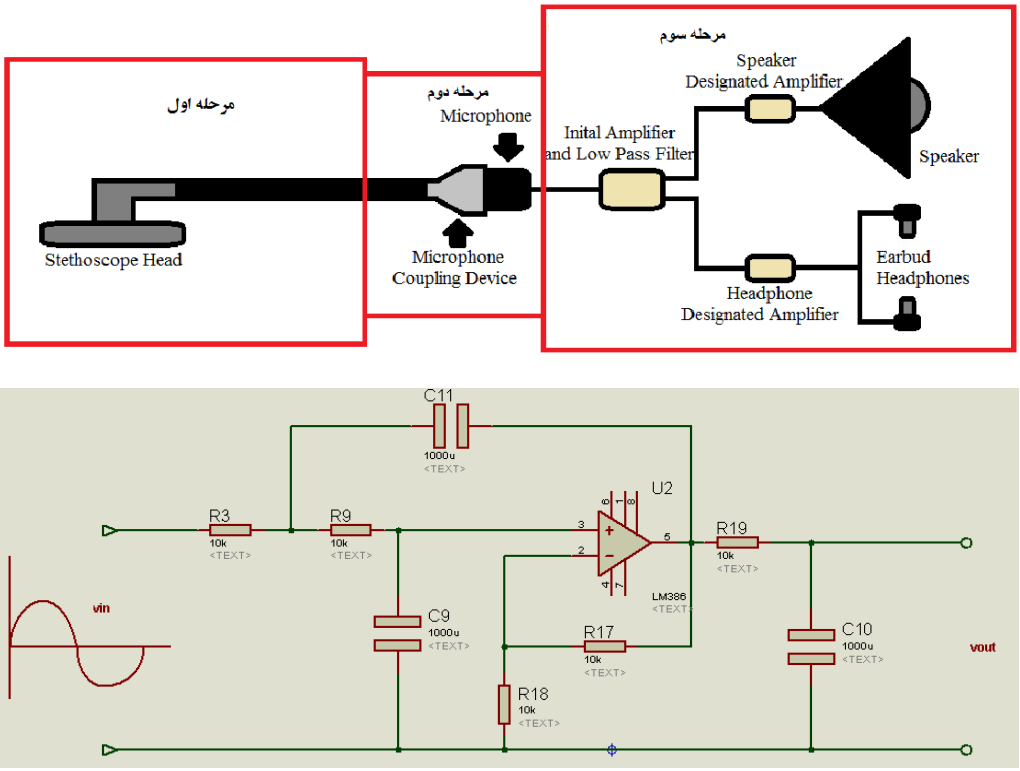
شکل ۱- نمودار طیف فرکانسی-دامنه

با قرار دادن گین ٪۱۰۰ صداهای قلب به خوبی شنیده می‌شود اما برای حذف صداهای مزاحم و نویزی باید از یک فیلتر پایین گذر استفاده شود. تیم تحقیقاتی یاد شده فیلتر پایین گذریرا برای این منظور طراحی کردند که شامل فیلتر فعال، پایین گذر و مرتبه سه‌ی باتروورث است و فرکانس‌های پایین HZ۴۰۰ را عبور می‌دهد.



شکل ۲- نتایج فیلتر پایین گذریرا

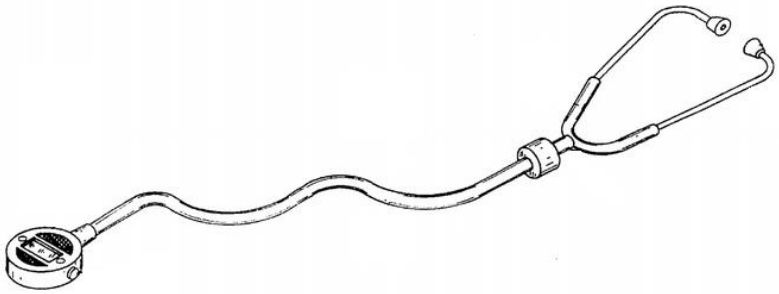
در طراحی مدارات این گوشی باید تمام ویژگی‌های اولیه‌ی یک گوشی آکوستیکی حفظ شود و فقط صدای آکوستیکی تولید شده به اصوات دیجیتالی تبدیل شود. برای این منظور طراحی باید شامل سه قسمت عمده باشد. گیرنده‌های صوتی اولیه، مبدل اصوات آکوستیکی به دیجیتال و تقویت کننده و فیلتر کننده سیگنال‌های صوتی.



شکل ۳- طراحی مدارات گوشی دیجیتال

۳. سیستم میکروفن گوشی

به منظور بهترین میکروفن برای استفاده در طراحی نهایی سه نوع مختلف آنالیز و مقایسه شدند. سه نوع میکروفونی که برای استفاده در نظر گرفته شده بودند. شامل یک میکروفن کندانسور، یک میکروفن فیبر اپتیک و یک سیستم مکانیکی میکروالکتریکی هستند.

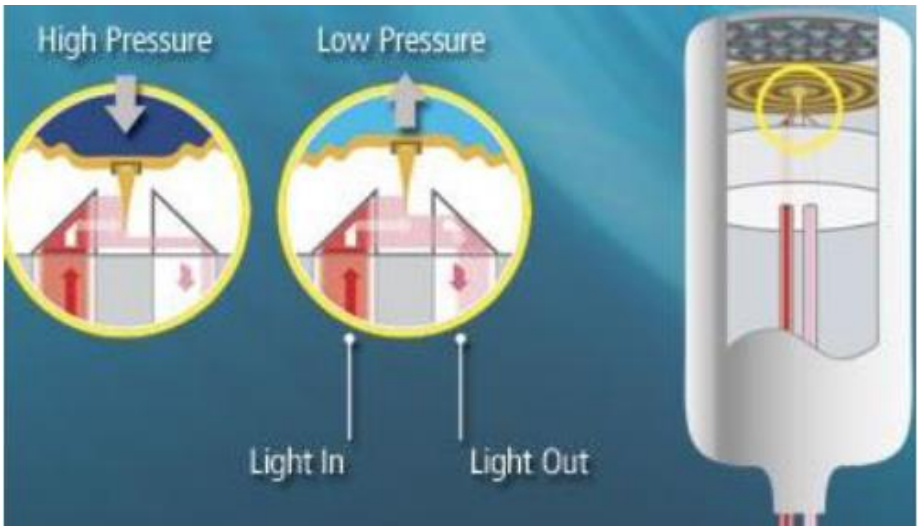


شکل ۴- گوشی دیجیتال

جدول ۱- انواع میکروفون

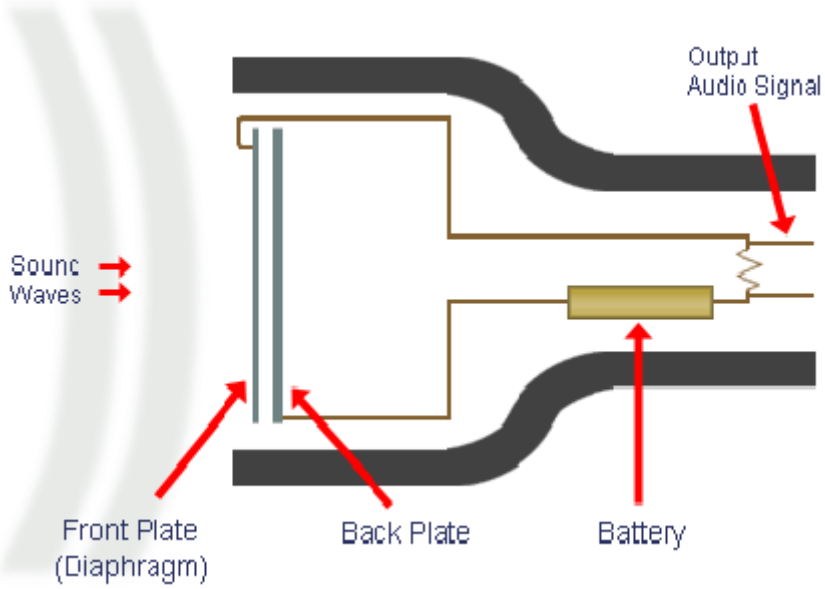
Weght	Desgin	MEMS	Fiber Optic	Condenser
۰/۳	Size	۱۰	۹	۷
۰/۳	Sensitivity	۹	۱۰	۱۰
۰/۱۵	Cost	۸	۳	۷
۰/۱	Power	۹	۷	۶
۰/۱	Feasibility	۸	۵	۷
۰/۰۵	Interference From Medical Devices	۷	۱۰	۷
	Total	۸/۹۵	۷/۸۵	۷/۸

گزینه‌ی اول میکروفن کندانسور به وسیله‌ی یک خازن کار می‌کند که انرژی صوتی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. سطح مقابل دیافراگم از ماده‌ی سبک وزن ساخته شده و هنگام اصابت با امواج صوتی مرتعش می‌شود. این باعث می‌شود فاصله‌ی بین دیافراگم و سطح عقبی تغیر کند، که منجر به تغییر ظرفیت خازنی همان طور که توسط این معادله ارائه شده می‌شود. به منظور تغییر در ظرفیت خازنی یک ولتاژ باید در سراسر دو سطح خازن عرضه شود.



شکل ۵- میکروفن کندانسور

این ولتاژ توسط برخی از انواع منبع توانی خارجی معمولاً یک باتری کوچک در میکروفن تأمین می‌شود. منبع توان خارجی همچنین میکروفن کندانسور را مجاز می‌سازد تا هنگام مقایسه با انواع میکروفن‌های خود تأمین مانند میکروفن‌های دینامیکی دارای خروجی بیشتری باشند. با توجه به حساسیت آنها به صدا و واکش فرکانس خوب میکروفن‌های کندانسور یک انتخاب محبوب در آزمایشگاه و استودیو ضبط صدا هستند.



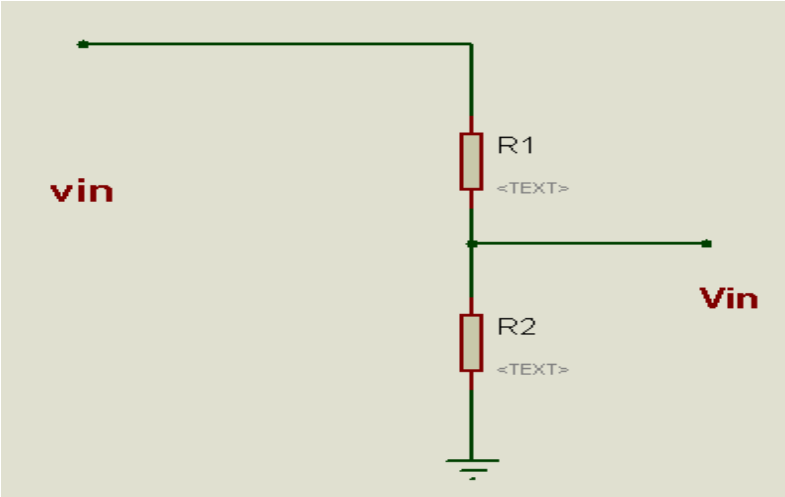
شکل ۶- میکروفن‌های کندانسور

گزینه‌ی دوم یک میکروفن فیبر نوری بود. میکروفن‌های فیبر نوری با سنجش تغییرات در شدت نور به جای تغییر در میدان‌های خازنی و مغناطیسی مانند میکروفن‌های قدیمی کار می‌کنند.

۴. سیستم آمپلی فایرها

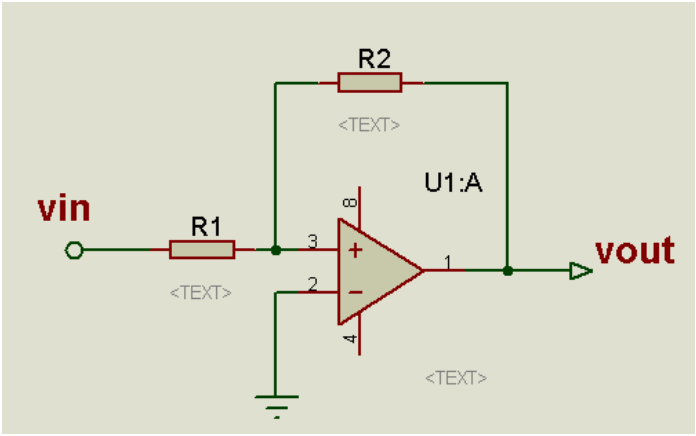
در گوشی‌های پزشکی طراحی شده دو طبقه‌ی عمده از آمپلی فایرها در تقویت سیگنال در نظر گرفته شدند. AB,D هر دو به حالت‌های مشابهی عمل می‌کنند یعنی توان را از یک منبع گرفته و آن را برای افزایش دامنه‌ی سیگنال مورد استفاده قرار می‌دهند در حالی که شکل سیگنال ورودی را حفظ می‌کنند. مزیت اصلی آمپلی فایر طبقه‌ی D بهره وری توانی است. معمولاً ترانزیستورهای اثر میدانی نیمه رسانای اکسید فلزی استفاده شده و با مقاومت بسیار کم وارد عمل می‌شوند و در نتیجه دارای تلفات توانی حداقل هستند و می‌توانند به اوج بازده بیش از ۹۰٪ دست یابند. با این حال استفاده از یک آمپلی فایر D که سیگنال ورودی آنالوگ را به انحراف دیجیتالی تبدیل می‌کند خطای تدریجی نامیده می‌شود. جبران این خطا می‌تواند مشکل باشد. خصوصاً اگر به اشتباه راه اندازی شده باشد.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}(V_{in})$$



شکل ۷- دو طبقه‌ی عمده از آمپلی فایرها در تقویت سیگنال

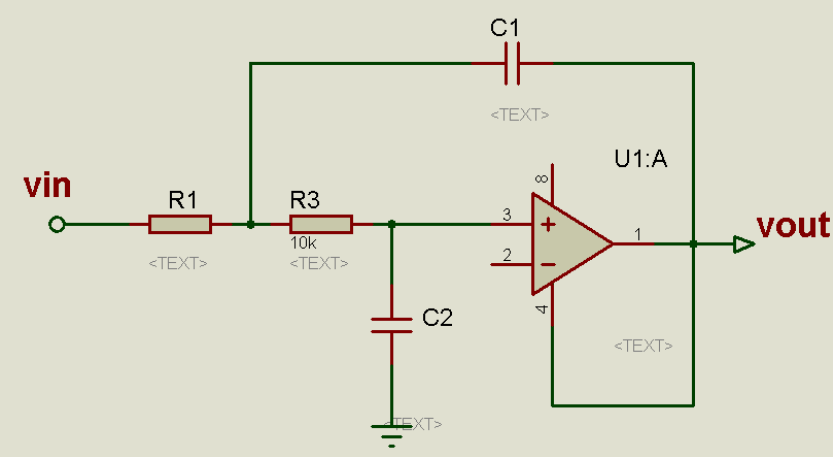
به این دلیل طبقه‌ی AB در طراحی ما به منظور بهبود استفاده خواهد شد. بازده رأسی کمتر از ۷۸/۵ درصد خواهد بود و در نتیجه نیازمند یک سینک حرارتی می‌باشد. از آنجایی که طراحی ما نیازمند یک بلندگوی نسبتاً بزرگ است. جایگاه جعبه‌ی دریافت کننده باید به حد کافی به جهت جا دادن چندین سینک‌های حرارتی گسترده باشد. استفاده از تقویت کننده‌های طبقه‌ی AB همچنین مدار را مجاز به حفظ آنالوگ و ساده سازی طرح جزئی می‌سازد اجازه‌ی تغییرات آسان‌تر را پس از تست می‌دهد.



شکل ۸- جایگاه جعبه‌ی دریافت کننده

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

$$Q = \frac{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}{C_2(R_1 + R_2)}$$



شکل ۹- استفاده از تقویت کننده‌های طبقه‌ی AB

۵. بلندگو گوشی دیجیتال

انتخاب یک بلندگو در طراحی نهایی بسیار مهم است. چون باقی طراحی ممکن است عملکرد کاملی داشته باشد، اما اگر بلندگوی استفاده شده دارای محدوده‌ی فرکانس مورد نیاز نباشد، محصول عملکردی وجود نخواهد داشت. تیم روی یک بلندگوی payleHome، 4PCB4BK اینچ ۲۰۰ وات مکعب کوچک در طراحی نهایی تصمیم گیری کرد. این بلندگو منحنی واکنش فرکانسی از ۲۰ هرتز تا ۱۸ هرتز را افزایش می‌دهد، که شامل محدوده‌ی فرکانسی مورد نیاز طراحی است. اندازه‌ی جعبه نسبتاً کوچک بود. ۴/۸ اینچ، پهنا ۴/۸ اینچ و عمق ۵/۲ اینچ و خود بلندگو دارای آمپدانس ۸ اهمی است. این بلندگو، مدار خروجی متصل شده است و صداهای قلب و ریه‌ی به وجود آمده از مدار را فراهم می‌کند.

۶. جریان مصرفی گوشی دیجیتال

دو میکروفن به دو امپلی فایر عملکردی چهارگانه تغذیه می‌شوند که فیلتر و سیگنال را تقویت می‌کنند از دو آمپلی فایر عملیاتی و سیگنال یک میکسر واحد راه می‌یابد. در نتیجه صدا بیشتر فیلتر شده و حجم صدا سه برابر شده و تعادل بأس بین دو سیگنال می‌تواند تغییر یابد. سپس یک سوئیچ خروجی را به یک مدار تقویت کننده در بلندگو یا هدفون ارسال می‌کند که از آن صدا می‌تواند شنیده شود. به سیستم توسط ۱۲ ولت توان برقی داده شده است.

استتوسکوپ های الکترونیکی نیز عملکرد مشابه ای دارند با این تفاوت که در این گوشی‌ها صدای دریافت شده به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌شود و توسط سیم به گوش شنونده منتقل

می‌شود در گوشی‌های دیجیتال توانایی تقویت، فیلتر کردن اصوات دیافراگم و در برخی موارد ضبط داده‌ها وجود دارد. قسمت سخت افزاری دستگاه از قطعات عمده زیر تشکیل شده است: منبع تغذیه، سنسور، پیش_تقویت کننده، فیلتر پایین گذر و تقویت کننده‌ی قدرت. خروجی‌های صوتی و نرم افزار دستگاه نیز شامل نمایش گر فونوکاردیوگرام می‌شود.

۷. منبع تغذیه‌ی دستگاه

قسمت سنسور دستگاه نیاز به منبع تغذیه دارد. بسیاری از استتوسکوپ های دیجیتالی از یک یا دو باتری ۱/۵ ولتی استفاده می‌کنند. این طراحی یک تنظیم کننده یا رگلاتور سوئیچینگ نیاز دارد تا بتواند نسبت به مدار استفاده شده در مواقع لزوم ولتاژ را تا ۳ یا ۵ ولت افزایش دهد. در این دستگاه از باتری‌های قابل شارژ نیز استفاده می‌شود. یک سیستم جدید ثبت فونوکاردیوگرافیک توسط اوکارنین و همکارانش ساخته شده است که از باتری ۵ ولت و موجود در محفظه‌ی آن تغذیه می‌کند.

۸. نمایشگر گوشی

برخی از استتوسکوپ های دیجیتالی یک نمایشگر ساده و کوچک متناسب برای فضای موجود روی گوشی دارند. در مدل استتوسکوپ ساخته شده توسط Yang و همکارانش یک LCD، ۳/۵ اینچی وجود دارد که توسط یک پورت سریال به PC وصل می‌شود و به صورت هم زمان شکل موج سیگنال‌های قلبی را نمایش می‌دهد. مدل ساخته شده توسط Tao و همکارانش داده‌ها را جمع آوری می‌کند و با فرستادن آن به کامپیوتر آنها را نمایش می‌دهد.

Yi Luo و همکارانش یک استتوسکوپ الکترونیکی که تصویری، بلوتوثی و قابل حمل است طراحی کرده‌اند که با نرم افزار Lab view ورژن ۸/۲۰ کمک می‌گیرد. (به دلیل سرعت بالای این نرم افزار) در مدل ساخته شده توسط Chen و همکارانش از نرم افزار VB ماکروسافت استفاده شده است. سنسورهای ضربان قلب با ارتباط سریال به کامپیوتر وصل می‌شوند.

۹. نتیجه‌گیری

در گوشی دیجیتال می‌توان از کامپیوتر در دیدن شکل موج ضربان قلب، نرخ ضربان قلب، زوم، ذخیره سازی و پردازش سیگنال‌های ارسال شده توسط استتوسکوپ استفاده کرد. از کامپیوتر به دو صورت online و ofline استفاده می‌شود. می‌توان گفت پیشرفت تکنولوژی به سمت و سویی است که قطعات دقیق و ارزان روز به روز بیشتر در اختیار سازندگان قرار می‌گیرد و همین امر موجب افزایش دقت و صحت اطلاعات به دست آمده از تجهیزات پزشکی و افزایش دقت و سهولت درمان می‌شود. در مورد استتوسکوپ نیز به دلیل دریافت و انتقال الکترنیکی داده‌ها، بی سیم بودن، کاهش نوزیر و گرفتن خروجی تصویری پیشرفت روز افزون تکنولوژی موجب افزایش کارایی این دستگاه خواهد بود و روز به روز به مزیت استتوسکوپ های الکتریکی نسبت به انواع آکوستیکی افزوده خواهد شد.

۱۲. منابع و مراجع

1. McKusick, V. A. (1958). Cardiovascular Sound. Baltimore, MD: Williams Wilkins.
2. Sprague, H. B. (1926). A new combined stethoscope chest piece, JAMA, 86, p. 1909.
3. Williams, C. T. (1907). Laennec and the evolution of the stethoscope, Brit. Med. J., 2, p. 6.
4. Abarbanel, H. D., Brown, R., & Kadtke, J. B. (1990). Prediction in chaotic nonlinear systems: Methods for time series with broadband Fourier spectra, Physical Review A, 41(4), p. 1782.

Designing and Developing a Digital Stethoscope

Asma Moshirfar1
MSc in Mechatronics engineering; Islamic Azad University-Tabriz Branch, Tabriz, Iran. a.moshirfar@yahoo.com

Abstract— The present research sets out to design and develop a digital stethoscope. To this end, the following points should be considered. First, reducing background noise as much as possible is an important design feature of this model. It helps the physician make sure that only the sound of the patient's heart and breathing is received. The second point is about its length. Because both anesthesiologists and surgeons may need to use a stethoscope in the operation room, its lengths should be adjustable. Third, the number of people who can listen to audio signals is also critical. When it comes to typical stethoscopes, only the physician can listen to internal sounds of the human body, but sometimes it is necessary to make the sound audible to all people in the operation room. Finally, it should be light, portable, and inexpensive.

In order to develop a digital stethoscope, the above changes should be made to the acoustic one. The first step toward developing a prototype for digital stethoscopes is to strengthen the internal, faint sounds of the body. Then, it is necessary to not only deaden background noise but also avoid making extra noise using special filters. It is worth noting that filtration and amplification processes should not affect heart and breathing sounds because an exact diagnosis can only be made by considering the very slight differences.

Keywords: Digital stethoscope, Faint sound of the body, Background noise, Heart sound.