

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دعای پیش از مطالعه

اَللّٰهُمَّ اَخْرِجْنِيْ مِنْ ظُلُمَاتِ الْوَهْمِ وَاكْرِمْنِيْ بِنُورِ الْفَهْمِ
اَللّٰهُمَّ افْتَحْ عَلَيْنَا اَبْوَابَ رَحْمَتِكَ وَاَنْشُرْ عَلَيْنَا خَزَائِنَ عُلُوْمِكَ
بِرَحْمَتِكَ يَا اَرْحَمَ الرَّاحِمِيْنَ

پروردگارا، خارج کن مرا از تاریکی های فکر و گرامی بدار به نور فهم
پروردگارا، بگشای بر ما در های رحمت را و بگستران کنج های دانشت را به امید رحمت
تو ای مهربان ترین مهربانان

بیایید به حقوق دیگران احترام بگذاریم

دوست عزیز، این کتاب حاصل دسترنج چندین ساله ی مؤلف، مترجم و ناشر آن است. تکثیر و فروش آن به هر شکلی بدون اجازه از پدیدآورنده کاری غیراخلاقی، غیرقانونی، غیرشرعی و کسب درآمد از دسترنج دیگران است، نتیجه ی این عمل نادرست، موجب رواج بی اعتمادی در جامعه و بروز پی آمدهای ناگوار در زندگی و محیط ناسالم برای خود و فرزندانمان می گردد.



درسنامه مقدمه‌ای بر مهندسی پزشکی

ویژه کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی پزشکی «بیوالکتریک»

**تألیف و گردآوری:
امین ابوطالبی**

سرشناسه

: ابوطالبی، امین، ۱۳۶۴-

عنوان و نام پدیدآور

: AGK درسنامه مقدمه‌ای بر مهندسی پزشکی: ویژه کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی پزشکی

«بیوالکتریک»/ تألیف و گردآوری امین ابوطالبی

مشخصات نشر

: تهران: آناهید گستر خلیلی، ۱۴۰۴.

مشخصات ظاهری

: ۱۱۰ ص.: مصور، جدول، نمودار؛ ۲۲ × ۲۹ س.م.

شابک

: 978-622-4907-79-0

: فیپا

وضعیت فهرست‌نویسی

: مهندسی پزشکی -- راهنمای آموزشی (عالی)

موضوع

Biomedical engineering -- Study and teaching (Higher)

: R۸۵۶

رده‌بندی کنگره

: ۶۱۰/۲۸

رده‌بندی دیویی

: ۹۹۰۱۴۴۲

شماره کتابشناسی ملی



انتشارات آناهید گستر خلیلی

نام: AGK درسنامه مقدمه‌ای بر مهندسی پزشکی

(ویژه کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی پزشکی «بیوالکتریک»)

تألیف و گردآوری: امین ابوطالبی

ناشر: آناهید گستر خلیلی

نوبت و سال چاپ: اول. ۱۴۰۴

شمارگان: ۱۰۰۰

چاپ و صحافی: گیلان

مدیر تولید: امیرحسین خلیلی

مدیر فنی و هنری: مریم آرده

تایپ و صفحه‌آرایی: آرزو راضی

بهاء: ۲۵۰۰۰۰ تومان

آموزشگاه/فروشگاه: ۰۲۱۶۶۵۶۸۶۲۱

مرکز پخش: ضلع جنوب غربی میدان انقلاب . جنب بانک پارسیان . مجتمع تجاری پارس . طبقه اول

مدیر فروش: ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ (ارتباط از طریق پیامک)

 agkpublisher@gmail.com



www.agkins.com

طلیحه سخن مدیر تولید:

سپردن کار به اهلش نشانه‌ی خردمندی است.

برای تولید بسته‌های آموزشی تمام تلاش خود را به کار گرفته‌ایم تا محصولی شایسته را تقدیم شما عزیزان نماییم.

مجموعه‌ای که پیش روی شماست براساس معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور و به قلم مجرب‌ترین اساتید تألیف شده است و مطالعه آن موجب صرفه‌جویی در زمان و هزینه شما خواهد شد. ارائه بالاترین آمار قبولی در کنکور کارشناسی ارشد و دکتری در دهه اخیر بیان‌گر توانایی این مجموعه در راستای اهداف آموزشی خود می‌باشد. اینک با اتکا به تجربه‌ای ۱۷ ساله می‌توانیم ادعا کنیم که مجموعه حاضر، بی‌شک از جمله کامل‌ترین و به‌روزترین بسته‌های آموزشی موجود در عرصه کنکور می‌باشد.

❧ برخی از ویژگی‌های بسته‌های آموزشی:

- منطبق با معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور
- گردآوری و تألیف توسط مجرب‌ترین اساتید کنکور
- تدریس مطالب از سطح پایه تا پیشرفته به بیان ساده و روان
- انتقال بهتر مفاهیم با استفاده از شکل، جدول و نمودار
- تألیف مبتنی بر نحوه‌ی طراحی سوالات کنکور
- مطالعه یک منبع منسجم به جای مطالعه چندین منبع مختلف
- منبعی خودآموز و بدون نیاز به مدرس

اینک علاوه بر مطالعه بسته‌های آموزشی استفاده از خدمات و محصولات زیر را به عنوان ضمانتی برای قبولی به شما داوطلبان عزیز توصیه می‌کنم؛

❧ آزمون‌های آزمایشی: خوش بود گر محک تجربه آید به میان

داوطلب شجاع کیست؟ داوطلبی است که خود را مورد سنجش (خود را با خود) و ارزیابی (خود را با دیگران) قرار دهد تا پیش از کنکور به نقاط ضعف خود پی ببرد و آن‌ها را تقویت نماید. آزمون‌های آزمایشی دارای یک برنامه‌ریزی منسجم است و به شما اولتیماتوم می‌دهد. یعنی شما باید در یک زمان معین مطالب معینی را مطالعه نمایید.

آزمون‌های آزمایشی مجموعه دارای سوالات استاندارد، پاسخنامه تشریحی و کارنامه تحلیلی می‌باشد. صادقانه شرکت در آزمون‌های آزمایشی را به شما عزیزان توصیه می‌کنم.

❧ مشاوره تخصصی و برنامه‌ریزی: زیر نظر حرفه‌ای‌ها درس بخوانید ...

در صورتی که نمی‌توانید با توجه به زمان آزادتان برنامه‌ی مطالعاتی استاندارد را برای خود تدوین کنید حتماً از افراد متخصص کمک بخواهید. افرادی که تجربیات خود را صادقانه در اختیار شما قرار می‌دهند و برنامه‌ریزی مناسب با شرایط شما را انجام می‌دهند.

📖 کتاب تست:

کوچک‌ترین واحد یادگیری در کنکور، تست است. شما می‌توانید برای این‌که سطح یادگیری خود را پس از مطالعه بسنجید از کتاب‌های تست مجموعه (تست کنکور) و ماطراحان (تست‌های تألیفی) استفاده کنید. این کتاب‌ها به‌صورت موضوعی طبقه‌بندی شده‌اند و می‌توانند نحوه‌ی طرح سوالات کنکور و سطح آن‌ها را به‌صورت واضح به شما نشان دهند.

📖 درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم مناسب‌ترین منابع برای دوران مرور و جمع‌بندی:

بیش‌تر داوطلبان حین مطالعه نگران خلاصه‌نویسی و مرور آموخته‌های خود هستند و برای خلاصه‌نویسی زمان زیادی را صرف می‌کنند. اینک به شما مژده می‌دهیم که این‌بار زمان به نفع شما در حال گذر است و دیگر با استفاده از درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم نیاز به خلاصه‌نویسی ندارید.

شما می‌توانید نظرات، انتقادات و پیشنهادهای سازنده خود را در مورد بسته‌های آموزشی به شماره‌تلفن همراه ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ فقط و فقط پیامک نمایید.

مشاور و مدیر تولید

امیرحسین خلیلی

طلیحه سخن مؤلف:

رشته‌ی نسبتاً نوپای مهندسی پزشکی که امروزه با سرعتی بسیار زیاد در حال فراگیر شدن است، نه فقط به دلیل عمر کم، بلکه علاوه بر آن به خاطر ماهیت بین رشته‌ای آن نیز دچار کم لطفی‌های بسیاری گشته و علی‌رغم تلاش‌های گوناگون متخصصان، استادان و دانشجویان آن، هنوز تا کسب جایگاه واقعی خود در دانشگاه، جامعه، صنعت و حوزه سلامت فاصله زیادی دارد.

نگارنده این کتاب به‌طور عمیق معتقد است که باید به هر شکل ممکن این رشته را همانند بسیاری از رشته‌های دیگر دانشگاهی از پرتگاه پژوهش‌های کاذب که فرزند ناخلف سیاست‌های علمی کشور در دهه اخیر است و به شکلی تئورمی تمام دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی و پژوهشی کشور را آلوده کرده نجات داد. عرصه مهندسی پزشکی بسیار فراتر از انتشار چند مقاله غیر کاربردی است و رسیدن به شاخص‌های سلامت و افق‌های ارزشمند صنعت پزشکی به آن گونه که در چشم‌انداز بیست ساله کشور پیش‌بینی شده است بدون سیاست‌گذاری و سرمایه‌گذاری مادی و معنوی مناسب در حوزه مهندسی پزشکی نظیر سایر حوزه‌های مرتبط امکان‌پذیر نیست. بی‌مهری و بی‌توجهی طولانی مدتی که به این رشته روا داشته شده است، سبب گردیده تا در نگاه بسیاری مهندسی پزشکی صرفاً به‌عنوان یک رشته شیک و لوکس نگریسته شود که دامنه کاربرد آن محدود به ویتترین دانشگاهی است و جز یک اسم قشنگ و دهان پرکن و چند مقاله علمی-پژوهشی و ISI با کاربرد نامعلوم بومی که تنها مصرف آن اخذ پذیرش از یک دانشگاه خارجی یا ارتقاء یک عضو هیأت علمی است، چیزی در چنته ندارد. یکی از مهم‌ترین دلایل چنین تصویری، کمبود مراجع و منابع علمی مناسب جهت ارتقاء توانمندی‌های علمی دانشجویان مهندسی پزشکی در مقایسه با سایر دانشجویان رشته‌های مهندسی است، عمده‌ی منابع علمی این رشته در حال حاضر یا برای دانشجوی ایرانی غیرقابل دسترس است و یا به‌صورت ترجمه‌های فارسی در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرد. وجود این معضل، به مرور باعث شده است تا دانشجویان مهندسی پزشکی یا انگیزه و علاقه خود را برای ادامه تحصیل از دست بدهند و یا علاقه‌مند به ادامه تحصیل در رشته‌های مرتبط دیگر در مقاطع تحصیلات تکمیلی شوند. همچنین سؤالات آزمون‌های تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی پزشکی در دانشگاه‌های گوناگون کشور هم‌تافته‌ای جدا بافته از آن چیزی است که دانشجو در کلاس درس می‌آموزد.

درس «مقدمه‌ای بر مهندسی پزشکی» که به شدت تحت تأثیر مشکلات فوق قرار دارد، یکی از دروس تخصصی دانشجویان مهندسی پزشکی محسوب می‌شود که از یک‌سو نقش بسیار مهمی در افزایش مهارت‌های علمی و عملی دانشجویان ایفا می‌کند و از سوی دیگر به‌عنوان یکی از مواد امتحانی مهم مورد نیاز دانشجویان مهندسی پزشکی در آزمون‌های کارشناسی ارشد و دکتری محسوب می‌گردد و به‌همین خاطر ضرورت وجود منبعی مناسب و کامل برای این درس به خوبی محسوس است. کتاب پیش رو که برای پاسخ به همین ضرورت و نیاز ارائه گردیده است، حاصل تجربه‌ی تدریس نویسنده کتاب در دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی مختلف در رشته مهندسی پزشکی و طرح سؤالات چندین و چند آزمون کشوری مختلف در این رشته است.

در تألیف این کتاب سعی شده است تا از جدیدترین و معتبرترین منابع علمی مرتبط بهره گرفته شود با این هدف که نیاز علمی دانشجوی بومی را به شکل مناسب برآورده نماید. همچنین مطالب این کتاب به‌صورتی کامل و در عین حال خلاصه و مختصر و مفید جمع‌آوری و سعی شده است تا علاوه بر این که شامل کلیه سرفصل‌های یک درس دانشگاهی باشد، تمامی نکات مورد نیاز داوطلبان آزمون‌های کارشناسی ارشد دکتری را نیز پوشش دهد.

استقبال کم‌نظیر دانشجویان، استادان و علاقه‌مندان حوزه مهندسی پزشکی از کتاب‌های «مقدمه‌ای بر مهندسی پزشکی» در طی این چند سال، همواره انگیزه‌بخش نگارنده این کتاب در همت گماردن به ادامه کار بوده است.

البته ناگفته نماند که هیچ‌گاه چاپ این کتاب امکان‌پذیر نمی‌شد مگر با پیگیری مداوم و مستمر دست‌اندرکاران انتشارات آناهید گستر خلیلی به‌ویژه جناب آقای دکتر احمد خلیلی، جناب آقای امیر حسین خلیلی و سرکار خانم مریم آرده که بی‌شک سزاوار ادای احترام خالصانه مؤلف کتاب مقدمه‌ای بر مهندسی پزشکی هستند.

نگارنده کتاب دست تمامی منتقدان و صاحب‌نظران و ادیبی انتهای مهندسی پزشکی را می‌فشارند و بی‌صبرانه مهیای شنیدن هر گونه نظر و پیشنهادی به‌منظور افزایش کیفیت این اثر ناقابل می‌باشد.

با احترام

امین ابوطالبی

aminabutalebi@gmail.com

۹	فصل اول: مفاهیم پایه در مهندسی پزشکی
۱۴	فصل دوم: اصول اندازه‌گیری و ابزار دقیق زیستی
۲۳	فصل سوم: حس‌گرها و مبدل‌ها در مهندسی پزشکی
۴۰	فصل چهارم: سنجش مشخصه‌های مکانیکی بدن انسان
۴۷	فصل پنجم: الکتروفیزیولوژی سلول
۵۹	فصل ششم: پدیده‌های بیوالکتریکی
۷۳	فصل هفتم: سیگنال قلبی و آنالیز بردارهای قلبی
۸۱	فصل هشتم: الکترودهای زیستی
۹۵	فصل نهم: تقویت‌کننده‌های زیستی

مفاهیم پایه در مهندسی پزشکی

الف) مهندسی پزشکی

شاخه‌ای از علوم مهندسی است که به منظور حل مشکلات پزشکی و ارتقاء سطح سلامت، ایده‌ها و تخصص‌های مهندسی را با نیازهای پزشکی ترکیب می‌کند.

ب) بیوالکتریک و ابزار دقیق پزشکی

شاخه‌ای از مهندسی پزشکی است که در آن به فعالیت‌های الکتریکی بدن انسان پرداخته شده و از کاربرد الکترونیک و اصول و تکنیک‌های اندازه‌گیری در توسعه دستگاه‌هایی که در تشخیص و درمان بیماری‌ها به کار می‌روند، استفاده می‌شود.

۱. پتانسیل عمل (AP): تغییر مثبت پتانسیل الکتریکی درون یک سلول تحریک‌پذیر نسبت به خارج آن پس از افزایش از یک سطح آستانه بر اثر تحریک‌های مکانیکی، شیمیایی یا الکتریکی سلول.
۲. الکتروکاردیوگرام (ECG): فعالیت الکتریکی قلب
۳. الکتروانسفالوگرام (EEG): فعالیت الکتریکی مغز
۴. الکترونوروگرام (ENG): فعالیت الکتریکی عصب
۵. الکترومیوگرام (EMG): فعالیت الکتریکی عضله
۶. الکترورتینوگرام (ERG): فعالیت الکتریکی شبکه چشم (بر اثر تحریکات نوری)
۷. الکترواکلوگرام (EOG): فعالیت الکتریکی چشم (اختلاف پتانسیل بین قرنیه و شبکه)
۸. الکتروگاستروگرام (EGG): فعالیت الکتریکی عضله صاف دیواره معده.

ج) بیومکانیک

شاخه‌ای از مهندسی پزشکی است که در آن کاربرد علم مکانیک در مسائل بیولوژیک و پزشکی مدنظر است.

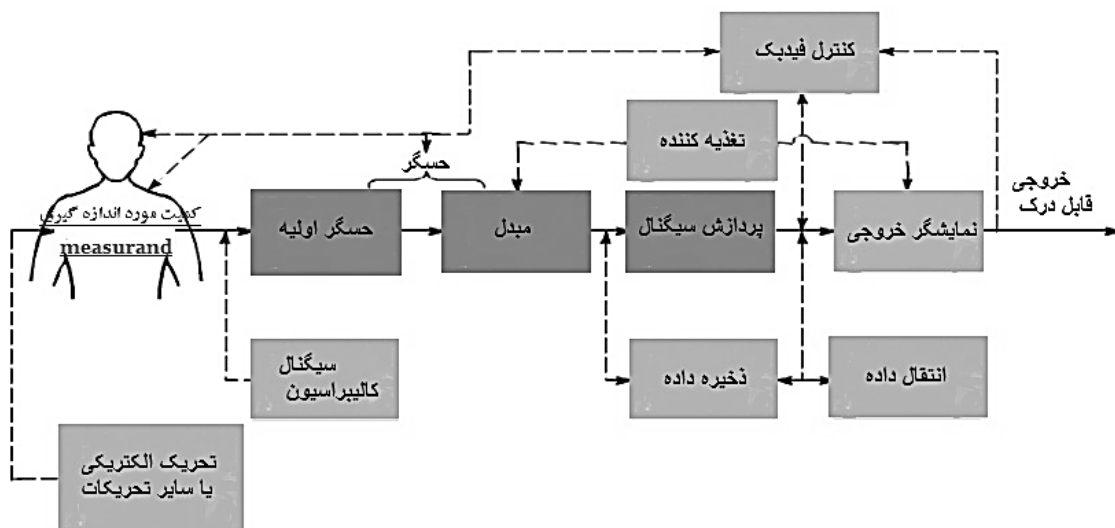
۱. ایستایی (استاتیک): شاخه‌ای از علم مکانیک که سامانه‌ها را در حالت سکون مورد بررسی قرار می‌دهد.
۲. پویایی (دینامیک): شاخه‌ای از علم مکانیک که درباره ذرات و سامانه‌های دارای شتاب بحث می‌کند.
۳. سینماتیک: علم مطالعه توصیف حرکت (الگو یا توالی حرکت نسبت به زمان) است.
۴. سینتیک: علم مطالعه تفسیر حرکت (عمل نیروها) است.
۵. ارگونومی (مهندسی فاکتورهای انسانی): علم مطالعه ارتباط متقابل انسان با محیط کار است.

اصول اندازه‌گیری و ابزار دقیق زیستی

پیشرفت علوم و تکنولوژی متأثر از توانایی انسان در اندازه‌گیری است. بدون دسترسی به وسایل و دستگاه‌های اندازه‌گیری، موضوع‌های مطالعه، تحقیق، سنجش، طراحی و ... در صنعت و پزشکی بی‌مفهوم خواهد بود. در پزشکی نیز هدف از اندازه‌گیری، گسترش چیزی است که توسط انسان حس می‌شود و به‌دست آوردن داده‌های لازم برای آگاهی درست از وضعیت موجودات زنده خصوصاً انسان، تشخیص و درمان بیماری‌ها و ... است.

۱. اجزای اصلی سیستم اندازه‌گیری زیستی

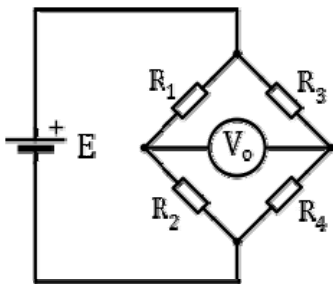
امروزه وسایل اندازه‌گیری پزشکی از مبدل‌ها، وسایل پردازش سیگنال‌ها و نمایشگرها استفاده می‌کنند تا اطلاعات مربوط به موجود زنده را به شکلی که برای انسان قابل درک باشد، تبدیل کند. اندازه‌گیری‌های زیستی برای تشخیص، مشاهده رفتار و تحقیقات گسترده مورد نیاز است. در بلوک دیاگرام زیر اجزای اصلی یک سیستم اندازه‌گیری حیاتی آورده شده است:



واحدهای اصلی یک سیستم اندازه‌گیری

پل‌های اندازه‌گیری

پل‌های اندازه‌گیری به صورت تعادلی یا انحرافی در مدارهای اندازه‌گیری استفاده می‌شوند. در یک پل تعادلی، هدف به تعادل رساندن پل به منظور محاسبه یک پارامتر مجهول مانند مقاومت یا امپدانس است. پل‌های تعادلی را می‌توان به دو دسته ac و dc تقسیم کرد. در پل‌های انحرافی، معمولاً حسگر بر روی یک یا چند بازوی پل قرار گرفته و پل در شرایط عادی در حال تعادل است. با اعمال تغییرات محیطی مربوطه، ولتاژ خروجی پل بر اثر تغییرات حسگر از حالت تعادل انحراف پیدا کرده و با اندازه‌گیری ولتاژ خروجی طبق رابطه زیر می‌توان میزان تغییرات کمیت متناظر را یافت. استفاده از پل‌های اندازه‌گیری سبب افزایش دقت، حساسیت و در برخی از موارد باعث جبران‌سازی حرارتی می‌شود.



$$V_o = E \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

مهم‌ترین انواع حسگرهای مورد استفاده در ابزار دقیق پزشکی و اندازه‌گیری الکترونیکی عبارتند از:

۱. حسگرهای جابه‌جایی

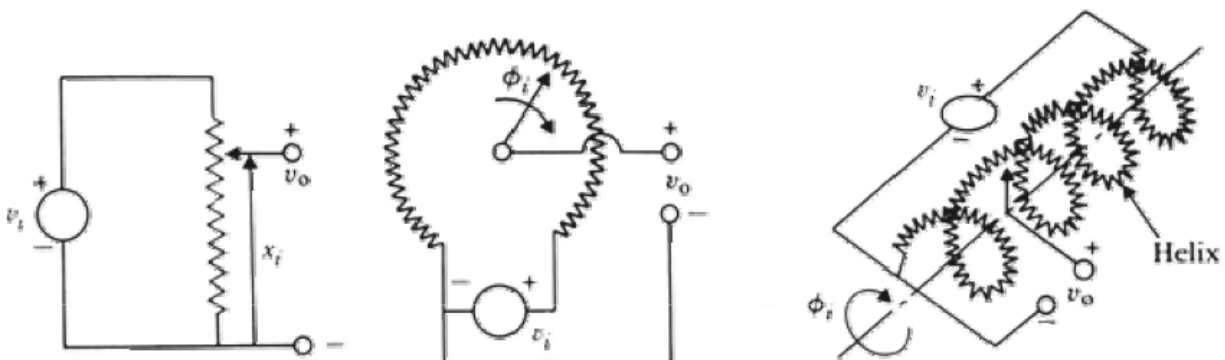
گاهی اوقات کمیت‌هایی مانند نیرو و فشار و ... را می‌توان به صورت یک کمیت جابه‌جایی اندازه‌گیری نمود.

اندازه‌گیری‌های جابه‌جایی معمولاً به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱- اندازه‌گیری مستقیم مانند تعیین قطر عروق خونی و تغییرات شکل و حجم محفظه‌های قلبی
 - ۲- اندازه‌گیری‌های غیرمستقیم مانند کمی کردن حرکات مایعات در عروق خونی و جابه‌جایی دیافراگم که یک میکروفون حرکات قلب را آشکار می‌کند.
- این سنسورها به چهار دسته تقسیم می‌شوند:

الف) حسگرهای مقاومتی

یک حسگر مقاومتی در حقیقت یک مقاومت متغیر است که با اعمال جابه‌جایی به قسمت متحرک آن، مقدار مقاومت حسگر تغییر یافته و در نتیجه ولتاژ و جریان خروجی مداری که حسگر در آن قرار گرفته تغییر می‌کند و به این شکل تغییرات کمیت مکانیکی جابه‌جایی به تغییرات کمیت‌های الکتریکی مانند ولتاژ یا جریان تبدیل می‌شود. برای اندازه‌گیری جابه‌جایی خطی می‌توان از پتانسیومتر خطی و برای اندازه‌گیری جابه‌جایی دورانی از پتانسیومتر دوار استفاده کرد. قابلیت تفکیک یک پتانسیومتر عبارت است از حاصل تقسیم حداکثر جابه‌جایی پتانسیومتر بر تعداد دور سیم. در شکل زیر انواع پتانسیومترها نشان داده شده است:

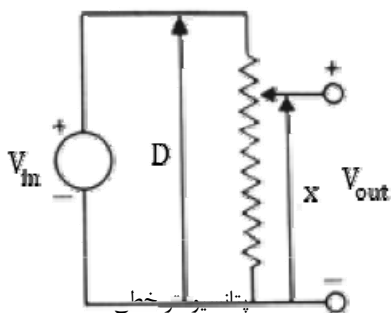


به ترتیب از چپ به راست: پتانسیومترهای خطی، دورانی و ترکیبی

انواع سنسورهای مقاومتی عبارت‌اند از:

۱- پتانسیومتر خطی

این سنسور برای اندازه‌گیری حرکت‌های خطی مناسب است. براین اساس می‌توان گفت:

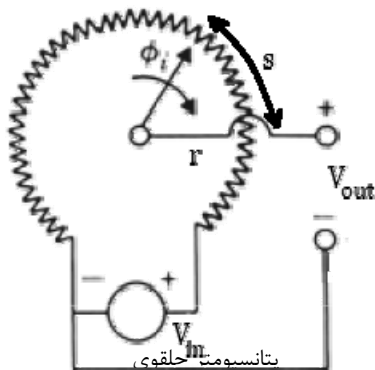


$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_x}{R_D} = \frac{x}{D} \rightarrow V_{out} = \frac{x}{D} \cdot V_{in}$$

که در این رابطه V مقاومت در واحد طول، B طول پتانسیومتر و e مقدار جابه‌جایی پتانسیومتر می‌باشد.

۲- پتانسیومتر حلقوی

این پتانسیومتر ولتاژ خروجی که متناسب با جابه‌جایی دورانی است را تولید می‌کند. محدوده عملکرد این سنسورها از 10° درجه تا بیش‌تر از 50° درجه می‌باشد. براین اساس می‌توان گفت:



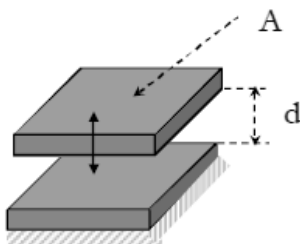
$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_s}{R_A} = \frac{R_r \phi_i}{R_r \phi} = \frac{\phi_i}{\phi} \rightarrow V_{out} = \frac{\phi_i}{\phi} \cdot V_{in}$$

که در این رابطه V مقاومت در واحد طول، B زاویه کل پتانسیومتر و l مقدار جابه‌جایی زاویه‌ای پتانسیومتر می‌باشد.

پتانسیومترها توسط ولتاژهای DC و یا قابل تحریک هستند و می‌توانند ولتاژهای DC و یا ac تولید کنند. رزولیشن تابعی از نحوه ساخت و ابعاد پتانسیومتر است و معمولاً پتانسیومترها برای اندازه‌گیری جابه‌جایی‌های بزرگ با زرولوشن متوسط مورد استفاده قرار می‌گیرند. هم‌چنین بخش‌های اصطکاک‌دار پتانسیومتر به‌خصوص در نوع حلقوی باید دارای اصطکاک پایینی باشند تا اعوجاج دینامیکی سیستم حداقل شود.

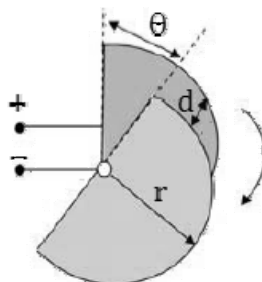
ب) حسگرهای خازنی

یک حسگر خازنی در حقیقت یک خازن است که با اعمال جابه‌جایی به جوشن‌های آن (که می‌تواند سبب تغییر فاصله دو جوشن و یا سطح مقطع مؤثر خازن شود) و یا به عایق دی الکتریک آن (که می‌تواند سبب تغییر ثابت گذردهی الکتریکی خازن شود) ظرفیت آن تغییر کرده و در نتیجه ولتاژ یا جریان خروجی مداری که حسگر خازنی در آن قرار دارد تغییر می‌کند و به این شکل تغییرات کمیت مکانیکی جابه‌جایی به تغییرات کمیت‌های الکتریکی مانند ولتاژ یا جریان تبدیل می‌شود. این مدار اکثراً یک پل انحرافی از نوع ac است. شکل زیر نشان‌دهنده ساختار هندسی دو نوع حسگر خازنی متداول (دوار و مسطح) و روابط متناظر محاسبه ظرفیت خازنی هر کدام را بیان می‌دارد:



$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$$

سنسور خازنی مسطح



$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{(1 - \frac{\theta}{\pi}) \pi r^2}{2d}$$

سنسور خازنی دوار

که در این رابطه C ظرفیت خازن، A مساحت دو صفحه خازن، d فاصله دو صفحه خازن از یکدیگر، ϵ_r ضریب دی الکتریک هوا و ϵ_0 ضریب دی الکتریک ماده عایق بین دو صفحه خازن است.

با تغییر هر یک از سه پارامتر A ، d و ϵ_r می‌توان ظرفیت خازن را تغییر داده و جابه‌جایی مورد نظر قابل ثبت و اندازه‌گیری می‌باشد.

براساس این منحنی می توان از دیود نوری در ناحیه سوم به عنوان یک سنسور نوری و در ناحیه چهارم به عنوان یک مولد انرژی وابسته به نور بهره برد.

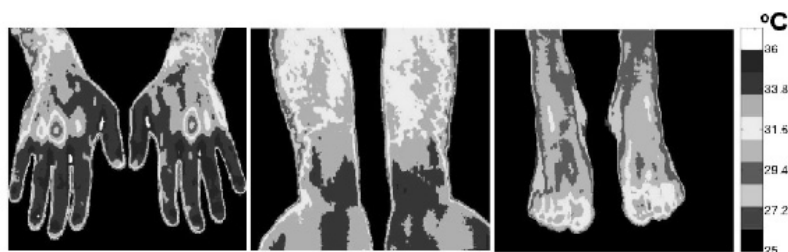
در حرارت سنجی تشعشعی یا ترموگرافی رابطه شناخته شده ای بین دمای سطح و توان تشعشعی وجود دارد. بر این اساس می توان دمای بدن را بدون تماس فیزیکی اندازه گیری نمود. بنابراین می توان در تهیه نقشه حرارتی بدن، تشخیص سرطان سینه، یافتن بافت خراب در اثر سرمازدگی و سوختگی از این روش استفاده نمود.

$$W_{\lambda} = \frac{\varepsilon C_1}{C_2 \lambda^5 (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)} \quad \text{در نتیجه مقدار توان تشعشعی به صورت زیر محاسبه می شود:}$$

که در این رابطه، W_{λ} توان تابشی، λ طول موج، T دما بر حسب کلوین، ε ضریب تشعشع و

$$C_1 = 3.74 \times 10^8 \text{ (W}\mu\text{m}^2/\text{cm}^2\text{)}, C_2 = 1.44 \times 10^4 \text{ (}\mu\text{mK)} \text{ می باشد.}$$

در شکل زیر نمونه تصاویر ترموگرافی که با استفاده از حرارت سنجی تشعشعی تصویربرداری شده، نشان داده شده است:



سنجش مشخصه‌های مکانیکی بدن انسان

سنجش تعداد بسپاری از مشخصه‌های مکانیکی بدن انسان در تشخیص و درمان بیماری‌ها و هم‌چنین به منظور اهداف دیگری نظیر ارتقاء سلامت و تندرستی و ... اهمیت و کاربرد دارد که در این فصل به مهم‌ترین آن‌ها اشاره شده است.

روش‌های قدیمی‌تر سنجش این مشخصه‌ها برای مبنای سامانه‌های مکانیکی و الکتریکی بنا شده بودند، اما در حال حاضر با آن‌که سامانه‌های مربوطه منسوخ نشده‌اند، ولی عمدتاً از سامانه‌های ابزار دقیق و اندازه‌گیری الکترونیکی برای سنجش مشخصه‌های مکانیکی بدن انسان استفاده می‌شود. در سنجش‌های مربوط به مشخصه‌های زیستی بدن انسان از دیدگاه این‌که بیمار دچار درد و آزار شود یا خیر، می‌توان سنجش‌ها را به دو دسته عمده زیر تقسیم‌بندی نمود:

الف) سنجش‌های تهاجمی: این نوع سنجش عمدتاً برای بیمار با درد و آزار همراه است.

ب) سنجش‌های غیرتهاجمی: این نوع سنجش عمدتاً برای بیمار با درد و آزار همراه نیست.

عمدتاً دقت در سنجش‌های تهاجمی بالاتر است. یکی از رویکردهای مهم در دانش مهندسی پزشکی توسعه روش‌های سنجش غیرتهاجمی در جهتی است که دقتی هم سطح و قابل قیاس با سنجش‌های تهاجمی داشته باشند.

الف) اسپرومتری

۱. عملکرد سیستم تنفسی

سیستم تنفسی دارای سه عمل اصلی زیر است:

- ۱- جذب اکسیژن (از طریق هوای دمی)
- ۲- دفع دی‌اکسیدکربن (از طریق هوای بازدمی)
- ۳- تنظیم PH

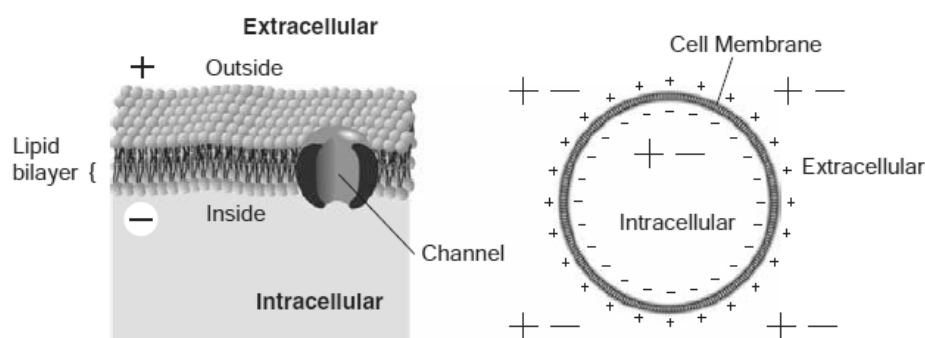
چون قسمتی از اکسیژن برای اکسیداسیون هیدروژن مورد استفاده قرار می‌گیرد، حجم دی‌اکسیدکربن دفع شده در هر دقیقه معمولاً از حجم اکسیژن جذب شده کم‌تر است. نسبت حجم دی‌اکسیدکربن دفع شده به حجم اکسیژن جذب شده **کسر تنفسی (RQ)** نامیده می‌شود که مقدار طبیعی آن برابر با ۰.۸ است.

هوای موجود در ریه، **هوای حبابچه‌ای** نامیده می‌شود. ترکیب هوای حبابچه‌ای نسبت به هوای محیط دارای اکسیژن بسیار کم‌تر و دی‌اکسیدکربن بسیار بیش‌تری است.

در پایان یک بازدم عادی حدود سه لیتر هوای حبابچه‌ای در ریه‌ها باقی می‌ماند که فقط ۴۲۰ میلی‌لیتر آن (حدود ۱۴٪) اکسیژن است.

الکتروفیزیولوژی سلول

بین دو طرف غشاء سلول، یون‌های مثبت و منفی وجود دارند که باعث ایجاد پتانسیل‌های الکتریکی در تمام سلول‌های بدن می‌شوند. این پتانسیل الکتریکی در بعضی از سلول‌ها باعث تولید جریان الکتریکی می‌شود. به سلول‌هایی که قابلیت تولید و یا انتقال سیگنال الکتریکی و یا هر دو را دارند، سلول تحریک پذیر گفته می‌شود. از آن جمله می‌توان به سلول‌های عصبی، عضلانی و برخی از سلول‌های غدد درون ریز اشاره کرد. در بعضی از سلول‌های دیگر این پتانسیل و تغییرات آن در سطح غشاء نقش اساسی در کنترل بسیاری از اعمال سلول ایفا می‌کند. در این جا به تغییرات پتانسیل‌های الکتریکی و نقش آن در تحریک سلول‌ها از جمله سلول‌های عصبی خواهیم پرداخت. سلول عصبی همچون سایر سلول‌های بدن دارای یک مرز جداکننده بارهای الکتریکی در غشاء خارجی‌اش است. همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است، بخش خارجی غشاء سلول دارای بار مثبت و طرف دیگر آن که بخش داخل سلول است دارای بار منفی می‌باشد.



نحوه توزیع بار مثبت و منفی در غشاء سلول

این جدایی میان بارها به دلیل نفوذپذیری انتخابی غشاء سلول در مقابل عبور یون‌ها می‌باشد و در نهایت باعث ایجاد پتانسیل غشایی می‌شود. در سلول عصبی، اختلاف پتانسیل میان دو طرف غشاء سلول وابسته به نوع سلول تقریباً بین ۶۰ تا ۹۰ میلی‌ولت است. به صورت قراردادی، بیرون سلول به‌عنوان مرجع ولتاژ با پتانسیل صفر در نظر گرفته می‌شود و پتانسیل استراحت به‌عنوان عدم وجود تحریک خارجی به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$V_m = V_i - V_o \cong -60\text{mV}$$

کلید سیگنال‌های الکتریکی حیاتی همچون پتانسیل عمل، در واقع ناشی از تغییرات در این پتانسیل‌های غشایی هستند. به‌صورت مشخص اگر اختلاف پتانسیل دو طرف غشاء سلول از پتانسیل استراحت منفی‌تر شود، هیپرپلاریزاسیون اتفاق می‌افتد و افزایش پتانسیل غشایی نسبت به پتانسیل استراحت دیپلاریزاسیون نامیده می‌شود.

فصل پنجم

پتانسیل غشاء سلولی ناشی از دو طریق انتقال مواد می‌باشد:

۱- انتقال غیر فعال یا انتشار

در این حالت غلظت یون‌های پتاسیم در داخل غشاء زیاد و در خارج آن کم‌تر است. علاوه بر این فرض می‌کنیم که غشاء فقط به یون پتاسیم نفوذپذیر است. در نتیجه به علت اختلاف غلظت زیاد یون پتاسیم بین داخل و خارج سلول، یون پتاسیم تمایل به انتشار به طرف خارج غشاء را دارد. با خروج یون پتاسیم به خارج غشاء، بار الکتریکی خارج غشاء مثبت می‌گردد. در این حالت بار داخل غشاء منفی می‌شود؛ زیرا داخل غشاء حاوی یون‌های منفی بوده که نمی‌توانند به خارج غشاء منتقل شوند.

بنابراین می‌توان گفت اختلاف غلظت یون‌ها بین دو طرف غشاء سلول می‌تواند موجب پتانسیل غشاء شود. مقدار پتانسیل غشاء سلول ناشی از عبور یون‌ها بستگی به نسبت غلظت‌های یونی در دو طرف غشاء دارد. هرچه این نسبت بالاتر باشد، یون‌ها تمایل بیشتری به انتشار از خود نشان می‌دهند و در نتیجه پتانسیل غشاء سلول نیز بزرگ‌تر خواهد بود.

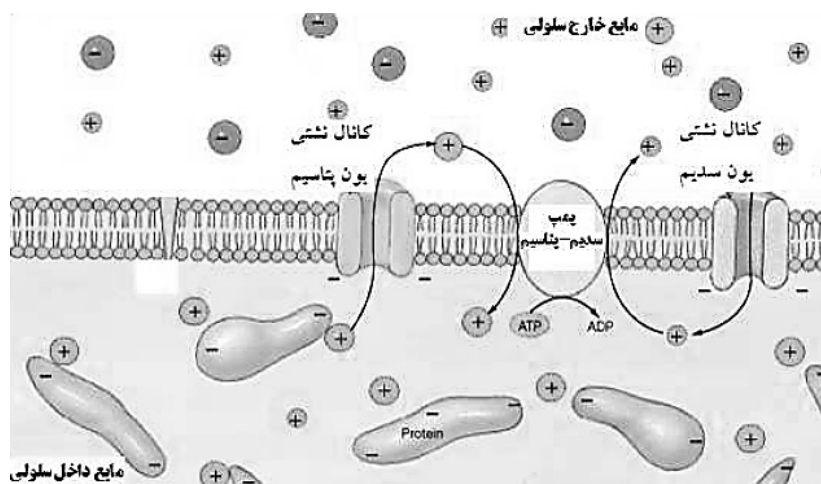
اگر غشاء سلول هم‌زمان به چندین یون نفوذپذیر باشد، پتانسیل الکتریکی غشاء سلول به سه عامل بستگی دارد: ۱- بار الکتریکی هر یون (مثبت یا منفی) ۲- نفوذپذیری غشاء سلول به هر یک از یون‌ها ۳- غلظت هر یک از یون‌ها در داخل و خارج غشاء. یون‌های سدیم، پتاسیم و کلر مهم‌ترین یون‌هایی هستند که در ایجاد پتانسیل غشاء سلول‌های عصبی ایفای نقش می‌کنند. علاوه بر آن، اهمیت هر یک از یون‌ها در تعیین ولتاژ متناسب با نفوذپذیری غشاء نسبت به آن یون می‌باشد. یعنی اگر غشاء فقط به یون سدیم نفوذپذیر باشد، نفوذپذیری در مورد سایر یون‌ها صفر است.

۲- انتقال فعال

۴۸

مقداری از پتانسیل غشاء سلول ناشی از انتقال فعال می‌باشد. در غشاء پمپی وجود دارد که به‌طور فعال یون‌های سدیم را به طرف خارج و یون‌های پتاسیم را به طرف داخل غشاء پمپ می‌کند. این پمپ به‌طور الکتروژنیک عمل می‌کند، یعنی بار الکتریکی داخل غشاء را نسبت به خارج آن منفی می‌کند. این پمپ باعث اختلاف غلظت زیادی برای یون‌های سدیم و پتاسیم بین دو طرف غشاء در حالت استراحت می‌گردد.

علاوه بر انتشار و انتقال فعال که نقش مهمی در پتانسیل غشاء بر عهده دارند، غشاء سلول دارای کانال‌های پروتئینی است که یون‌های پتاسیم و سدیم می‌توانند از آن نشت کنند. این کانال‌ها به کانال‌های نشت پتاسیم و سدیم موسومند.

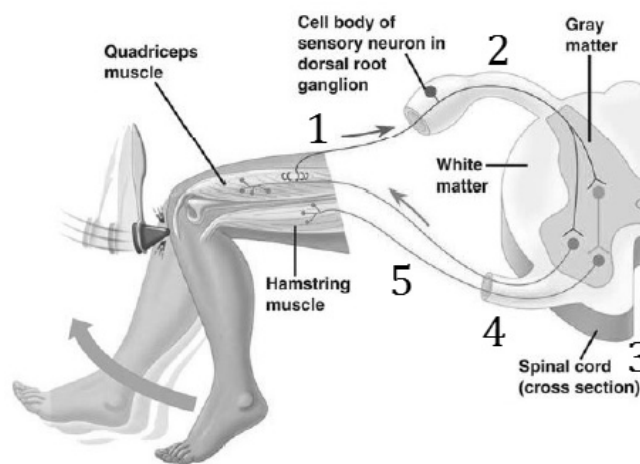


نحوه انتقال فعال در سلول

نشت یون‌های پتاسیم از این کانال‌ها صد برابر بیش‌تر از یون‌های سدیم است. بنابراین نفوذپذیری این کانال‌ها به یون پتاسیم بیش‌تر از یون سدیم می‌باشد.

۱- الکترو نوروگرام (ENG)

سیستم عصبی نخاعی شامل چند بخش اساسی می‌باشد که در شکل زیر نشان داده شده است:



سیستم عصبی نخاعی

سیستم عصبی نخاعی شامل بخش‌های زیر می‌باشد:

۱- اندام حسی: که شامل گیرنده‌های حسی ارادی زیادی است که به‌طور سریع به تحریکات محیطی مانند فشار، دما، درد و ... پاسخ می‌دهند.

۲- عصب حسی: که وظیفه انتقال اطلاعات را از گیرنده حسی به سلول‌های نخاعی و در نهایت مغز به عهده دارد.

۳- سیستم اعصاب مرکزی: که اطلاعات عصبی را ارزیابی و در صورت نیاز، تصمیم به حرکت می‌گیرد.

۴- عصب حرکتی: که وظیفه انتقال فرمان حرکتی صادر شده از سیستم اعصاب مرکزی به عضلات را بر عهده دارد.

۵- اندام عملگر: که شامل عضلاتی است که پس از دریافت فرمان حرکتی شروع به حرکت می‌کنند.

الکترو نوروگرام یا ثبت فعالیت الکتریکی عصب، روشی است که معمولاً به منظور اندازه‌گیری سرعت هدایت عصب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کار با تحریک یک عصب حرکتی و سپس ثبت پتانسیل عمل و واکنش عصب در دو نقطه

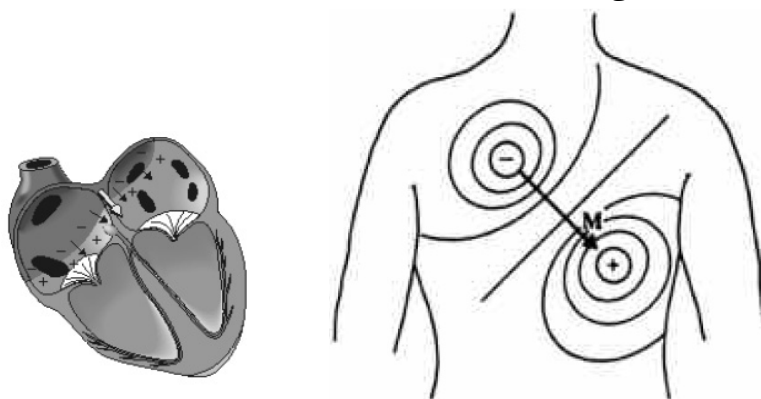
سیگنال قلبی و آنالیز بردارهای قلبی

۱- سیگنال قلبی و بردارهای قلبی

سیگنال‌های ناشی از فعالیت الکتریکی قلب، یکی از پرکاربردترین ابزارهای تشخیصی عملکرد قلب می‌باشد. فعالیت الکتریکی قلب را می‌توان توسط یک کمیت برداری نشان داد. از این جهت ضروری است که موقعیت سیگنال‌ها و دامنه زمانی وابسته به آن‌ها آشکار و مشخص شود.

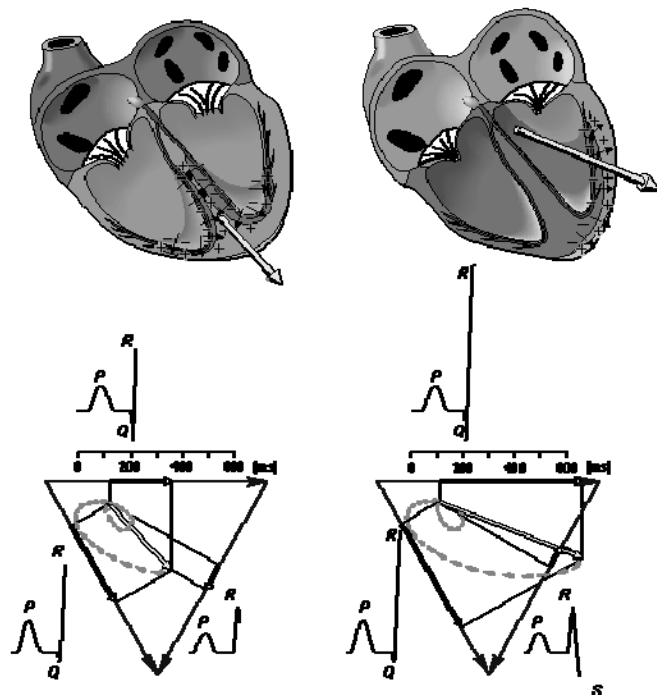
الکتروکاردوگرام (ECG) مدل ساده‌ای از فعالیت الکتریکی قلب را نشان می‌دهد. در این مدل قلب شامل یک دو قطبی الکتریکی است که در محیط نیمه رسانای قفسه سینه قرار دارد.

جهت بردار دو قطبی الکتریکی ساده شده قلب از سمت بار منفی به سمت بار مثبت، و اندازه آن متناسب با بار الکتریکی (مثبت یا منفی) در نظر گرفته می‌شود.



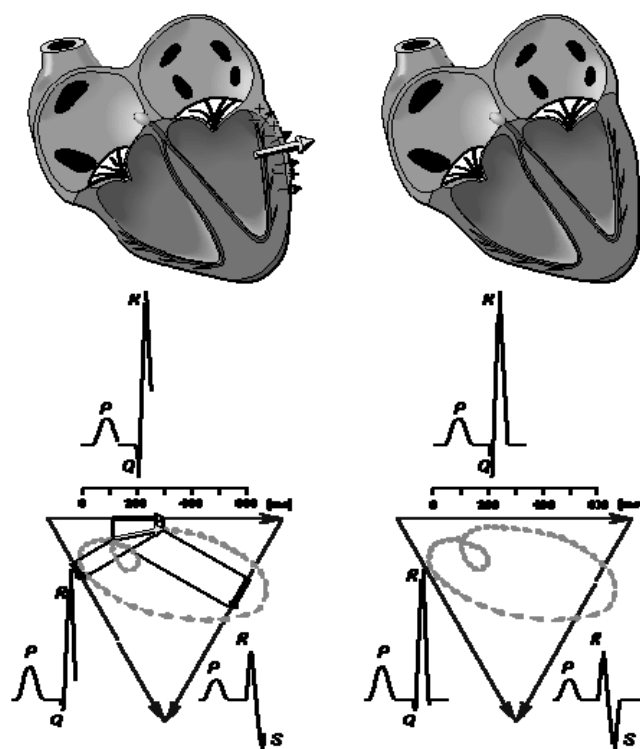
میدان الکتریکی قلب که مدل دو قطبی ساده شده آن با M نشان داده شده است.

در هر زمان خاص از فعالیت الکتریکی قلب، میدان الکتریکی این دو قطبی دارای اندازه و جهت ویژه‌ای خواهد بود. میدان الکتریکی تولید شده توسط قلب در کل سطح بدن پخش می‌شود. به منظور تعیین این میدان الکتریکی، الکترودهایی روی سطح بدن قرار می‌گیرند که می‌توانند این اختلاف پتانسیل‌ها را اندازه‌گیری کنند. اگر دو الکتروده بر روی خطوط هم پتانسیل متفاوت میدان الکتریکی قلب قرار گیرند، اختلاف پتانسیل غیر صفری را اندازه خواهند گرفت. این اختلاف پتانسیل از تغییرات مکانی میدان الکتریکی قلب ناشی می‌شود. از این رو داشتن استاندارد مشخصی برای قرارگیری الکترودها ضروری است تا امکان ارزیابی بالینی از روی داده‌های جمع‌آوری شده میسر شود.



دیپولاریزاسیون نوک قلب
(۲۳۰ میلی ثانیه)

دیپولاریزاسیون بطن چپ
(۲۴۰ میلی ثانیه)



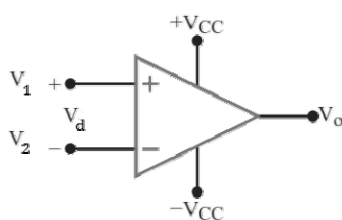
دیپولاریزاسیون بطنی دیپولاریزاسیون با تأخیر بطن چپ
(۳۵۰ میلی ثانیه) (۲۵۰ میلی ثانیه)

تقویت کننده‌های زیستی

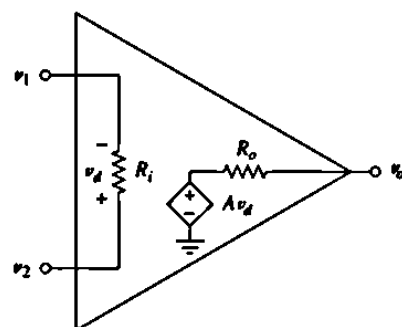
اغلب سیگنال‌های زیستی دارای دامنه بسیار کوچکی هستند و نیاز به تقویت دارند. علاوه بر این تقویت کننده‌ها به منظور آشکارسازی خروجی حسگرها، مانند حرکات بدن، دما، غلظت شیمیایی و .. نیز استفاده می‌شوند. تقویت کننده‌ها فقط برای تقویت ساده کاربرد ندارند، بلکه برای فیلتر، تولید شکل موج‌های مختلف و حتی ایجاد تأثیرات غیرخطی مانند عملیات‌های لگاریتمی و مشابه نیز به کار گرفته می‌شوند. در این فصل با توجه به اهمیت موضوع تقویت سیگنال و فیلترکردن متناسب با سیگنال (signal conditioning) برای انواع سیگنال‌هایی که از بدن دریافت می‌شوند، تأکید بر استفاده از تقویت کننده‌های عملیاتی (آپ امپ) است که به بررسی ویژگی‌های بسیار و کاربردهای آن‌ها خواهیم پرداخت. عملکرد تقویت کننده‌های زیستی را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

الف) تقویت کننده‌های عملیاتی و ویژگی آن‌ها

تقویت کننده‌های عملیاتی همان تقویت کننده‌ای تفاضلی با بهره DC بسیار بالا هستند و معمولاً در مداراتی استفاده می‌شوند که با شبکه‌های فیدبک منفی کار می‌کنند. به منظور تحلیل ساده‌تر تقویت کننده‌های عملیاتی آن‌ها را ایده‌آل در نظر می‌گیریم. در شکل زیر مدار معادل یک تقویت کننده عملیاتی غیرایده‌آل نشان داده شده است که در اصل یک تقویت کننده تفاضلی DC است.

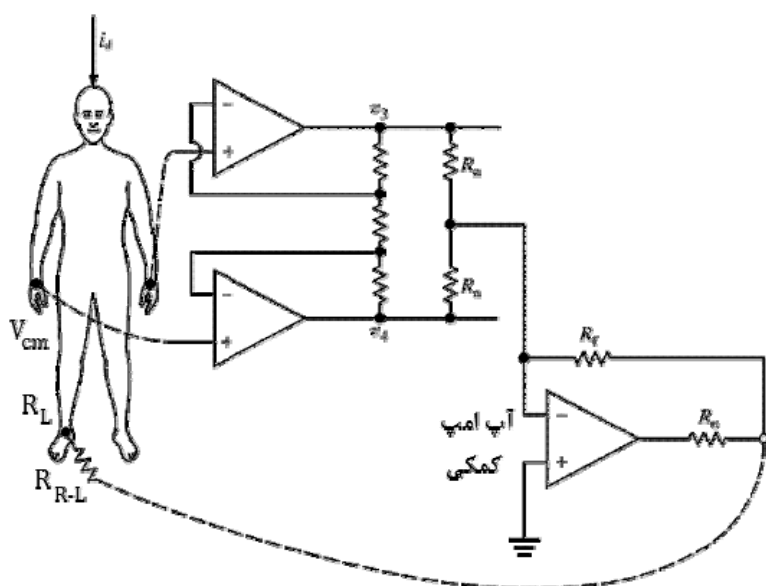


شکل مداری یک تقویت کننده تفاضلی



مدار معادل یک تقویت کننده عملیاتی

مدار درایو پای راست



مدار سیستم درایو پای راست

در بسیاری از مدارهای ثبت سیگنال‌های زیستی به‌خصوص سیستم‌های ثبت سیگنال‌های قلبی ECG، بیمار مستقیماً به زمین متصل نمی‌شود. در عوض الکتروود پای راست (الکتروود زمین) به خروجی یک تقویت‌کننده کمکی متصل شده و سپس ولتاژ مد مشترک اعمال شده بر روی زمین، توسط دو مقاومت R_a میانگین‌گیری، معکوس و تقویت شده و در نهایت به پای راست فیدبک می‌شود. این مدل‌سازی در شکل زیر نشان داده شده است:

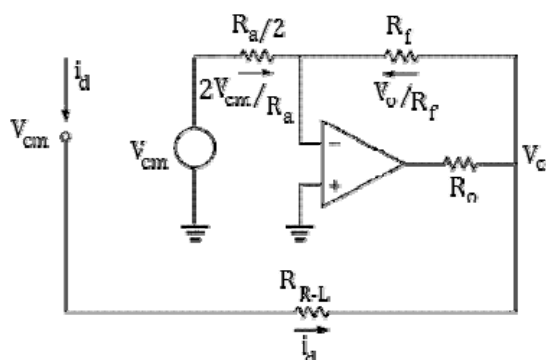
فیدبک منفی ولتاژ مد مشترک را کاهش می‌دهد. با این روش جریان‌های جابه‌جایی ایجاد شده بر روی بدن، به‌جای حرکت به سمت زمین به مدار خروجی تقویت‌کننده عملیاتی منتقل می‌شود.

این مدار از نظر حفاظت الکتریکی بیمار ارزشمند است. اگر یک ولتاژ غیرطبیعی زیادی مانند جریان‌های ناشی با عوامل دیگر، بین بیمار و زمین ایجاد شود، تقویت‌کننده عملیاتی کمکی نشان داده شده در شکل اشباع می‌شود. این اشباع شدن موجب می‌گردد ارتباط بیمار با زمین قطع شود؛ زیرا تقویت‌کننده دیگر نمی‌تواند جریان پای راست را عبور دهد. از این جهت مقدار مقاومت‌های موازی R_a و R_f که میان بیمار و زمین قرار می‌گیرند، باید به اندازه کافی بزرگ باشند تا جریان را محدود کنند.

در صورتی که جریان جابه‌جایی ناشی از خطوط تغذیه بر روی بیمار در یک دستگاه ثبت سیگنال زیستی برابر i_d باشد، ولتاژ مد مشترک به اندازه $V_{cm} = R_{right-leg} \times i_d$ تولید می‌کند. حال اگر مدار درایو پای راست برای این مدار تقویت‌کننده در نظر گرفته

شود، ولتاژ مد مشترک به اندازه $1 + 2 \frac{R_f}{R_a}$ کاهش می‌یابد. در حالت مد مشترک، ولتاژ رسیده شده به تقویت‌کننده عملیاتی کمکی در

شکل فوق برابر خواهد بود؛ زیرا بهره مد مشترک در ورودی تقویت‌کننده، یک می‌باشد. مدار درایو پای راست و محاسبات مقدار ولتاژ مد مشترک به‌صورت زیر می‌باشد:



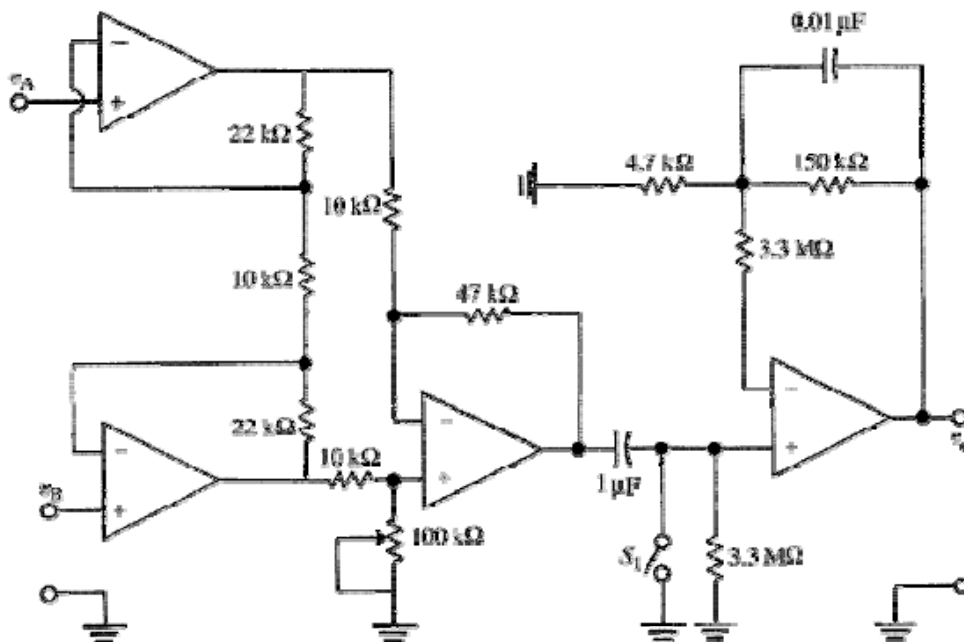
مدار معادل سیستم درایو پای راست

$$\begin{cases} \text{KCL: } \frac{V_{cm}}{R_a} + \frac{V_o}{R_f} = 0 \rightarrow V_o = -\frac{R_f}{R_a} V_{cm} \rightarrow V_{cm} = \frac{R_{right-leg} \times i_d}{1 + 2 \frac{R_f}{R_a}} \\ \text{KVL: } V_{cm} = R_{right-leg} \times i_d + V_o \end{cases}$$

نمونه‌هایی از تقویت‌کننده‌های زیستی

۱. تقویت‌کننده الکتروکاردیوگرام

در شکل زیر یک مدار تقویت‌کننده زیستی برای سیگنال الکتروکاردیوگرام (ECG) نشان داده شده است:



نمونه‌ای عملی از تقویت‌کننده ECG

۱۰۸

تقویت‌کننده ابزار دقیق با کمک دو تقویت‌کننده غیرمعکوس‌کننده که مستقیماً به الکترودها متصل شده‌اند، امپدانس ورودی خیلی بالایی را برای دستگاه ECG فراهم می‌کنند. برای افزایش و کنترل میزان CMRR، یک پتانسیومتر در تقویت‌کننده تفاضلی قرار داده شده است که برای حصول به بهترین نتیجه باید در حدود ۴۷ کیلو اهم تنظیم شود. الکترودها می‌توانند پتانسیل آفستی در حدود ۰٫۳ ولت ایجاد کنند. بنابراین برای جلوگیری از اشباع تقویت‌کننده‌های عملیاتی، طبقه پیش تقویت‌کننده دارای بهره‌ای در حدود ۲۵ است. بهره تقویت‌کننده غیرمعکوس‌کننده در حدود ۵٫۴ و بهره تقویت‌کننده تفاضلی با تنظیم پتانسیومتر بر روی عدد ۴۷ کیلو اهم، برابر ۴٫۷ می‌شود که بهره کلی طبقه پیش تقویت‌کننده برابر $25,38$ ($5.4 \times 4.7 = 25.38$) خواهد شد.

طبقه خروجی یک تقویت‌کننده غیرمعکوس‌کننده با بهره ۳۲ است. در نتیجه بهره کلی تقویت‌کننده در حدود ۸۰۰ می‌باشد. ($25 \times 32 = 800$)

۲. تقویت‌کننده الکتروانسفالوگرام

تقویت‌کننده سیگنال مغزی EEG دارای پاسخ فرکانسی در محدوده ۰٫۱ تا ۱۰۰ هرتز است. زمانی که الکترودهای سطحی برای ثبت استفاده می‌شوند، محدوده تغییرات دامنه سیگنال از ۲۰ تا ۱۰۰ میکروولت است. بنابراین به تقویت‌کننده‌ای با بهره بالا نیاز است.

الکترودهای استفاده شده برای ثبت سیگنال‌های EEG به لحاظ اندازه از الکترودهای ثبت ECG به دلیل مکان قرارگیری، کوچک‌تر هستند و این موضوع سبب می‌شود که امپدانس‌های منبع بالا باشد و یک تقویت‌کننده با امپدانس ورودی بسیار بالا برای ثبت EEG مورد نیاز باشد. با توجه به اندک بودن سطوح سیگنال، ولتاژ مد مشترک می‌تواند مشکلات زیادی را به وجود آورد. پس باید تداخلات ولتاژهای مد مشترک کاهش یابد و لازمه آن استفاده از تقویت‌کننده‌هایی با CMRR بالا و نویز کم است.

نویزها معمولاً از دو منبع متفاوت تکنیکی و فیزیولوژی سرچشمه می‌گیرند. از نویزهای تکنیکی می‌توان به تداخل خطوط برق، نوسان امپدانس الکترودها، درست کار نکردن تجهیزات و تماس نامناسب الکترودها اشاره کرد. نویزهای فیزیولوژیکی معمولاً ناشی از پتانسیل‌های بیوالکتریک نقاط دیگر بدن، حرکات سر و دست و پاها، تعریق و تغییر مقاومت الکتریکی پوست می‌باشند.

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

شماره تماس با نمایندگی‌های فعال و رسمی آناهید گستر خلیلی

شماره تماس	نمایندگی	شماره تماس	نمایندگی
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۲	شیراز (آقای فروردین/ خانم هوشمندی)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۵۰	اراک (آقای حسینی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۲	فسا (خانم شعبانی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۸	اردبیل (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۹	قزوین (خانم چگینی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۱	ارومیه (آقای آرمیون)
۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۷	کرج (آقای دکتر علیرضاپور)	۰۹۱۹۶۳۲۱۸۵۲	اسفراین (خانم اسماعیل‌زاده)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۶	کاشان (خانم صادق‌پور)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۰	اصفهان (آقای نصری)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۸	کردستان (آقای ابراهیمی)	۰۹۱۹۰۹۸۰۳۱۸	ایلام (آقای دکتر بوچانی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۸	کرمانشاه (آقای ابراهیمی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۴	اهواز (آقای امین‌فر)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۲	کهگیلویه (آقای فروردین/ خانم هوشمندی)	۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۳	بیرجند (آقای دکتر بهروان)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۷	گرگان (آقای شاه‌علی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۷	تبریز (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	مراغه (آقای صمدی)	۰۹۰۱۳۷۳۷۸۹۶	جهرم (آقای یاعلی جهرمی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۴	مشهد (خانم دکتر شجاعی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۸	خرم‌آباد (خانم میر)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	میاندوآب (آقای صمدی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۱	زنجان (خانم دکتر هوشیار)
۰۹۱۹۵۷۳۳۲۸۴	هرمزگان (آقای زارعی)	۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۴	ساری (آقای دکتر اکبری)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۵	همدان (آقای سوری)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۱	سمنان (آقای دکتر سلمانی)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۳	یزد (خانم مهندس آزاد)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۹	شهرکرد (خانم تقی‌پور)

بانک کتاب ناهید



«هر کتابی، از هر انتشاراتی را از ما بخواهید»

✓ جامع‌ترین بانک کتاب

✓ تحویل روزانه

✓ ارسال به تمامی نقاط کشور

✓ سفارش کتاب به صورت تلفنی و آنلاین

www.NIBS.ir



کتاب دانشگاهی، فنی و مهندسی، علوم پزشکی، علوم انسانی، عمومی،
ادبی، مذهبی، کمک آموزشی، کودک و نوجوان و کتاب نفیس

فروشگاه: تهران - خیابان انقلاب - روبه روی درب اصلی دانشگاه تهران

پاساژ فروزنده - طبقه همکف - پلاک ۳۳۱

تلفن: ۶۶۴۸۹۳۷۵ - ۰۲۱ - ۶۶۴۸۹۳۴۹ - ۰۲۱