جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

ماوراء صوت (Ultrasound)

پرتو X از لحظه کشف به استفاده عملی گذاشته شد, و در طی چند سال اول بهبود در تکنیک و دستگاه به سرعت پیشرفت کرد. برعکس, اولتراسوند در تکامل پزشکیش بطور چشمگیری کند بوده است. تکنولوژی برای ایجاد اولتراسوند و اختصاصات امواج صوتی سالها بود که دانسته شده بود. اولین کوشش مهم برای استفاده عملی در جستجوی ناموفق برای کشتی غرق شده تیتانیک در اقیانوس اطلس شمالی در سال ۱۹۱۲ بکار رفت سایر کوششهای اولیه برای بکارگیری ماوراء صوت در تشخیص پزشکی به همان سرنوشت دچار شد. تکنیکها, بویژه تکنیکهای تصویرسازی تا پژوهشهای گسترده نظامی در جنگ دوم بطور کافی بسط نداشت. سونار, Sonar (Sound Navigation And Ranging) اولین کاربرد مهم موفق بود. کاربردهای موفق پزشکی به فاصله کوتاهی پس از جنگ, در اواخر دهۀ ۱۹۴۰ و اوایل دهۀ ۱۹۵۰ شروع شد و پیشرفت پس از آن تند بود.

اختصاصات صوت

یک موج صوتی از این نظر شبیه پرتو X است که هر دو امواج منتقل کننده انرژی هستند. یک اختلاف مهمتر این است که پرتوهای X به سادگی از خلاء عبور می‌کنند درحالیکه صوت نیاز به محیطی برای انتقال دارد. سرعت صوت بستگی به طبیعت محیط دارد. یک روش مفید برای نمایش ماده (محیط) استفاده

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

از ردیفهای ذرات کروی است, که نماینده اتمها یا ملکولها هستند که بوسیله فنرهای ریزی از هم جدا شده اند (شکل A ۱-۲۰). وقتی که اولین ذره جلو رانده می‌شود, فنر اتصالی را حرکت می‌دهد و می فشرد, به این ترتیب نیرویی به ذره مجاور وارد می آورد (شکل ۱-۲۰). این ایجاد یک واکنش زنجیره ای می‌کند ولی هر ذره کمی کمتر از همسایه خود حرکت می‌کند. کشش با فشاری که به فنر وارد می‌شود بین دو اولین ذره بیشترین است و بین هر دو تایی به طرف انتهای خط کمتر می‌شود. اگر نیروی راننده جهتش معکوس شود, ذرات نیز جهتشان معکوس می‌گردد. اگر نیرو مانند یک سنجی که به آن ضربه وارد شده است به جلو و عقب نوسان کند, ذرات نیز با نوسان به جلو و عقب پاسخ می دهند. ذرات در شعاع صوتی به همین ترتیب عمل می‌کنند, به این معنی که, آنها به جلو و عقب نوسان می‌کنند, ولی در طول یک مسافت کوتاه فقط چند میکرون در مایع و حتی از آن کمتر در جامد.

اگر چه هر ذره فقط چند میکرون حرکت می‌کند, از شکل ۱-۲۰ می توانید ببینید که اثر حرکت آنها از راه همسایگانشان در طول خیلی بیشتری منتقل می‌شود. در همان زمان, یا تقریباً همان زمانی که اولین ذره مسافت a را می پیماید, اثر حرکت به مسافت b منتقل می‌شود. سرعت صوت با سرعتی که نیرو از یک ملکول به دیگری منتقل می‌شود تعیین می‌گردد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

امواج طولی

ضربانات اولتراسوند در مایع به صورت امواج طولی منتقل می‌شود. اصطلاح «امواج طولی» یعنی اینکه حرکت ذرات محیط به موازات جهت انتشار موج است. ملکولهای مایع هدایت کننده به جلو و عقب حرکت می‌کنند و ایجاد نوارهای انقباض و انبساط (شکل ۲-۲۰) می‌کنند. جبهه موج در زمان ۱ در شکل ۲-۲۰, وقتی طبل لرزنده ماده مجاور را می فشارد آغاز می‌شود. یک نوار انبساط, در زمان ۲, وقتی که طبل جهتش معکوس می‌گردد, پیدا می‌شود. هر تکرار این حرکت جلو و عقب را یک سیکل (Cycle) یا دوره تناوب گویند و هر سیکل ایجاد یک موج جدید می‌کند. طول موج عبارت است از فاصله بین دو نوار انقباض, یا دو نوار انبساط, و بوسیلهٔ علامت λ نشان داده می‌شود. وقتی که موج صوتی ایجاد شد, حرکت آن در جهت اولیه ادامه می یابد تا اینکه منعکس شود, منکسر شود یا جذب گردد. حرکت طبل لرزان که برحسب زمان رسم شده است, یک منحنی سینوسی را که در طرف چپ شکل ۲-۲۰ نشان داده شده است تشکیل می‌دهد. اولتراسوند, برحسب تعریف, فرکانسی بیش از ۲۰۰۰۰ سیکل بر ثانیه دارد. صوت قابل شنیدن فرکانسی بین ۱۵ و ۲۰۰۰۰ سیکل بر ثانیه دارد (فرکانس میانگین صدای مرد در حدود ۱۰۰ سیکل بر ثانیه و از آن زن در حدود ۲۰۰ سیکل بر ثانیه می‌باشد). شعاع صوتی که در تصویرسازی تشخیصی بکار می رود فرکانسی از ۱/۰۰۰/۰۰۰ تا ۲۰/۰۰۰/۰۰۰

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

سیکل بر ثانیه دارد. یک سیکل بر ثانیه را یک هرتس (Hertz) گویند. یک میلیون سیکل بر ثانیه یک مگاهرتس (مختصر شده آن (MHz) است. اصطلاح هرتس به افتخار فیزیکدان مشهور آلمانی Heinrich R.Hertz می‌باشد که در سال ۱۸۹٤ وفات یافت.

سرعت صوت

برای بافتهای بدن در محدودهٔ اولتراسوند پزشکی, سرعت انتقال صوت مستقل از فرکانس می‌باشد و عمدتاً بستگی به ساختمان فیزیکی ماده ای دارد که از میان آن صوت عبور می‌کند. خواص مهم محیط منتقل کننده عبارتند از : (۱) قابلیت انقباض (compressibility) و (۲) چگالی (Density). جدول ۱-۲۰, سرعت صوت را در بعضی از مواد شناخته شده, از جمله چندین نوع بافت بدنی, نشان می‌دهد. مواد به ترتیب افزایش سرعت انتقال مرتب شده اند, و می توانید ببینید که صوت در گازها از همه کندتر, در مایعات با سرعت متوسط, و از همه تندتر در اجسام جامد حرکت می‌کند. ملاحظه کنید که تمام بافتهای بدن, جز استخوان, مانند مایعات رفتار می‌کنند و بنابراین همگی صوت را تقریباً با یک سرعت منتقل می‌کنند. یک سرعت ۱٥٤۰ متر بر ثانیه به عنوان میانگین برای بافتهای بدن بکار می رود.

قابلیت انقباض: سرعت صوت با قابلیت انقباض ماده منتقل کننده نسبت معکوس دارد, به این معنی که هرچه ماده کمتر قابل انقباض باشد, صوت در آن

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تندتر منتقل می‌شود. امواج صوتی در گازها آهسته حرکت می‌کنند زیرا ملکولها از هم دورند و به آسانی قابل انقباضند. آنها به گونه ای رفتار می‌کنند که گویی بوسیلهٔ فنر سستی بهم بسته اند. یک ذره باید فاصله نسبتاً طویلی را بپیماید پیش از اینکه بوسیله یک همسایه تحت تأثیر قرار گیرد. مایعها و جامدها کمتر قابل انقباضند زیرا ملکولهایشان به یکدیگر نزدیکترند. آنها فقط نیاز به طی مسافت کوتاهی دارند تا در همسایه اگر گذارند, بنابراین مایعها و جامدها صوت را تندتر از گاز منتشر می‌کنند.

چگالی: مواد متراکم متمایلند که از ملکولهای حجیم درست شده باشند و این ملکولها اینرسی خیلی زیادی دارند. حرکت دادن آنها و یا ایستاندن آنها وقتی به حرکت درآمدند مشکل است. چون انتشار صوت شامل حرکت شروع و توقف ذره ای منظم می‌باشد, انتظار نداریم که یک ماده ای که از ملکولهای بزرگ (یعنی دارای جرم زیاد) تشکیل شده, مانند جیوه, صوت را با سرعت زیاد, مانند ماده ای که از ملکولهای کوچکتر درست شده, مانند آب, منتقل کند. جیوه ۱۳/۹ برابر متراکمتر از آب است, بنابراین ما انتظار داریم که آب صوت را خیلی سریعتر منتقل کند. با اینهمه, از جدول ۱-۲۰ می توانی ببینید که آب و جیوه صوت را تقریباً با سرعت مشابه منتقل می‌کنند. این تناقض ظاهری با قابلیت انقباض آب توجیه می‌شود که ۱۳/٤ برابر قابل انقباضتر از جیوه است. کاهش قابلیت انتقال صوت در جیوه به سبب جرم زیادتر آن تقریباً بطور کامل

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

در اثر دست آورد به سبب انقباض پذیری کمتر جبران می‌شود. به عنوان یک قانون کلی, همین اصل بر تمام مایعات صادق است که, چگالی و انقباض پذیری بطور معکوس متناسبند. در نتیجه, تمام مایعات صوت را در یک محدوده نزدیک بهم منتقل می‌کنند.

ارتباط بین طول موج و سرعت موج به قرار زیر است. $V = \nu\lambda$

V = سرعت صورت در محیط

هدایت کننده

ν = فرکانس (Hz)

λ = طول موج (m)

در محدوده فرکانس اولتراسوند, سرعت صوت در هر محیط بخصوصی ثابت است. وقتی فرکانس افزایش یابد, طول موج باید کاهش یابد. این موضوع در شکل ۳-۲۰ نشان داده شده است. در شکل A ۳-۲۰, لرزاننده فرکانس MHz ۱/۵ دارد. فرض می کنیم محیط آب باشد که صوت را با سرعت m/s ۱۵٤۰ منتقل می‌کند, طول موج خواهد بود:

λ (۱/sec) ۱۵۰۰۰۰۰ =۱۵٤۰ m/sec و ۰/۰۰۱ m = λ بنابراین ۰/۰۰۱ m (۱ mm) حداکثر طولی است که موج می تواند حرکت کند پیش از اینکه در زمان موجود موج جدید شروع شود. در شکل B ۳-۲۰, دو برابر شده و به

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

MHz ۳ رسیده است ولی موج با همان سرعت حرکت می‌کند, بنابراین طول موج نصف شده و به m ۰/۰۰۰۵ (۰/۵ mm) رسیده است.

شدت **(Inteneity)**

شدت صوت, یا بلندی آن در محدوده قابل شنیدن, با طول نوسان ذرات منتقل کننده صوت تعیین می‌شود, هرچه بلندی با نوسان بیشتر باشد, صوت شدیدتر است. شکل ٤-۲۰ امواج طولی با شدت کم و زیاد با فرکانس طول موج و سرعت مساوی را نشان می‌دهد. در شعاع با شدت بالا نوارهای انقباضی فشرده ترند. هرچه لرزاننده محکمتر ضربه بخورد, انرژی بیشتری دریافت می‌کند و نوسانها پهن تر خواهند بود. این حرکات رفت و آمدی پهنتر به محیط هدایت کننده مجاور منتقل می‌شود و ایجاد شعاع شدیدتر می‌کند. شدتهای اولتراسونیک را برحسب وات (توان) بر سانتیمتر مربع بیان می‌کنند (ملاحظه کنید که این واحدها اختلاطی از SI و cgs می باشند, ولی بهرحال این روشی است که ما انجام می دهیم). بیان ریاضی که شدت را به سرعت ذره, سرعت موج, و چگالی محیط مربوط می‌کند نسبتاً پیچیده است و برای رادیولوژیستها اهمیت عملی ندارد, بنابراین ما سعی نمی کنیم که در اینجا آن را تشریح کنیم.

شدت نسبی صوت: شدت صوت را برحسب دسیبل (decibel) اندازه گیری می‌کنند. یک دسیبل یک واحد نسبی است و واحد مطلق نیست. تعریف ساده آن این است که یک دسیبل (dB) یک دهم بل (Bel) (B) است. یک بل مقایسه

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

توان نسبی دو شعاع صوتی است که برحسب لگاریتم بر پایه ۱۰ بیان شده اند. برای کسانی که ممکن است لگاریتم را فراموش کرده باشند, بطور خلاصه آن را دوره می کنیم. از شماره ۱۰ شروع می کنیم و آن را به توانهای مختلف مثبت و منفی می رسانیم, و ما شماره هایی به شرح زیر بدست می آوریم: مثلاً, ۱۰ به توان چهار (10^4) برابر ۱۰۰۰۰ می‌باشد. لگاریتم ۱۰۰۰۰ برابر ٤ است. ملاحظه کنید که در ستون وسط صفر وجود ندارد. لگاریتم صفر نامعین است. عدد ۱۰ به توان ۰ برابر ۱ است و نه ۰ که ممکن است در نظر اول بنظر آید.

به تعریف خودمان از بل برگردیم. بل یک مقایسه لگاریتمی شدت نسبی دو شعاع صوتی است. جدول ۲-۲۰ ارتباطات بین بل, دسی بل, و شدت (یا توان) یک شعاع اولتراسونیک را خلاصه کرده است. ملاحظه کنید که افزایش شدت از ۱ به ۲ بل شدت را با ضریب ۱۰ افزایش می‌دهد. تعداد دسی بل با ضرب تعداد بل در ۱۰ بدست می آید. اگر شعاع اولتراسوند شدت اولیه cm^2 / وات ۱۰ داشته باشد, و اکوی برگشتی ۰/۰۰۱ وات بر cm^2 باشد, شدت نسبی خواهد بود:

$\log$ دسی بل یا علامت مثبت و یا $= \log ۰/۰۰۰۱ = -٤$ B یا -٤۰ dB

علامت منفی دارد. علامت مثبت افزایش توان را نشان می‌دهد, در حالیکه دسی بل منفی نشانگر خسران توان است. اولتراسوند درحالیکه از بافت عبور می‌کند توان از دست می‌دهد, بنابراین در مثال بالا, شدت شعاع برگشتی نسبت

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

به شعاع اولیه ٤٠ dB- است. جدول ۲-۲۰ یک ستون دسی بلهای منفی و درصد صوت باقیمانده در سطح دسیبل جدید را در شعاع نشان می‌دهد. در مثال ما, شدت اکوی برگشتی

(٤٠dB-) فقط ۰/۰۱ ٪ شدت ابتدایی است.

ترانسدوسرها (TRANSDUCERS)

یک ترانسدوسر وسیله ای است که می تواند یک نوع انرژی را به نوعی دیگر تبدیل کند. یک ترانسدوسر اولتراسونیک بکار می رود که علامت الکتریکی را به انرژی اولتراسونیک تبدیل کند, که بتواند به داخل بافت منتقل شود, و انرژی اولتراسونیک منعکس شونده از بدن را دوباره به علامت الکتریکی بدل نماید.

ترکیب کلی یک ترانسدوسر اولتراسونیک در شکل ۲-۵ نشان داده شده است. مهمترین جزء آن یک عنصر بلوری پیزوالکتریک (Piezoelectric) نازک (تقریباً ۰/۵ mm) است که نزدیک سر ترانسدوسر قرار دارد. جلو و عقب بلور با یک لایه نازک هادی پوشیده شده است تا یک تماس خوبی را با دو الکترود که میدان الکتریکی تدارک می‌کنند تا بلور را تحت فشار درآورد تأمین کند. واژه «فشار» اشاره به تغییر شکل بلور دارد که وقتی ولتاژ به آن داده می‌شود ایجاد می‌گردد. سطحهای بلور با الکترودهایی از طلا یا نقره پوشش یافته. الکترود خارجی به زمین متصل است تا بیمار را از شوک الکتریکی محافظت کند و سطح خارجی آن با یک عایق الکتریکی بدون منفذ پوشیده شده است. الکترود

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

داخلی به یک قطعه ضخیم پشتی تکیه دارد که امواج برگشتی صوتی را که به ترانسدوسر منتقل می‌شود جذب می‌کند. محفظه معمولاً یک پلاستیک محکم است. یک عایق صوتی لاستیک یا چوب پنبه از عبور صوت به داخل محفظه جلوگیری می‌کند. گونه های بسیار ترانسدوسر از نظر اندازه و شکل وجود دارد که کارهای ویژه ای را انجام می دهند, ولی همه این طرح کلی را دارند.

ویژگیهای بلورهای پیزوالکتریک

بعضی از مواد چنانند که برقراری میدان الکتریکی بر آنها با تغییر ابعاد فیزیکی آنها همراه می‌شود و بالعکس. این را اثر «پیزو الکتریک» گویند که اولین بار بوسیلهٔ پیر و ژاک کوری در سال ۱۸۸۰ بیان شد. مواد پیزو الکتریک از دوقطبیهای (dipoles) بی شمار که با طرح هندسی مرتب شده اند ساخته شده اند. یک دو قطبی الکتریکی یک ملکول کج شده است که به نظر می آید که یک سرش بار مثبت و در سر دیگر بار منفی دارد (شکل ٦-٢٠). انتهاهای مثبت و منفی طوری مرتب شده اند که یک میدان الکتریکی باعث می‌شود که آنها جهتشان دوباره سازی شود و به این ترتیب ابعاد بلور را تغییر دهند (شکل A ٦-٢٠). شکل تغییر قابل توجهی را در ضخامت نشان می‌دهد ولی عملاً, تغییر فقط چند میکرون است. ملاحظه کنید که جریانی از میان بلور عبور نمی‌کند. الکترودهای پوشاننده چون خازنها عمل می‌کنند و ولتاژ بین آنها است که ایجاد میدان الکتریکی می‌کند که به نوبهٔ خود باعث می‌شود که بلور (crystal)

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

شکلش تغییر کند. اگر ولتاژ با ضربانهای ناگهانی وارد شود, بلور مانند یک «سنج» که به آن ضربه خورده است و ایجاد صوت می‌کند, به ارتعاش درمی آید. قطعه پشتی بسرعت ارتعاشات را خفه می‌کند تا ترانسدوسر را برای کار دومش آماده نگاه دارد, که آن کشف پژواک (echo) برگشتی است.

در حالیکه ضربانهای صوتی از بدن عبور می‌کنند, اکوها از هر حد فاصل بافتی به طرف ترانسدوسر برمی گردند. این اکوها با خود انرژی دارند و انرژی خود را به ترانسدوسر می دهند که باعث انقباض فیزیکی عنصر بلوری می‌شود. این انقباض دوقطبیهای ریز را وادار می‌کندکه جهتشان را تغییر دهند و به این ترتیب یک ولتاژی بین الکترودها ایجاد می‌کنند. ولتاژ تقویت می‌شود و به صورت علامت اولتراسونیک برای نمایش روی نمایشگر اسیلوسکوپ و یا تلویزیون درمی آید. در حاشیه, نیروی انقباض و ولتاژ همراه آن مسئول نام پیزو الکتریک می باشند که معنی آن الکتریسیته «فشاری» است.

بعضی مواد موجود در طبیعت خواص پیزو الکتریک دارند (مانند کوارتز), ولی بیشتر بلورها که در اولتراسوند پزشکی بکار می روند ساخت انسان می باشند. این گروه مواد پیزوالکتریک مصنوعی را فروالکتریکها (ferroelectrics) گویند, که انواع بسیاری از آن وجود دارد. تیتانات باریم (Barium Titanats) از اولین فروالکتریکهای سفالین (ceramic) بود که کشف شد. آن عمدتاً بوسیلهٔ زیرکونات تیتانات سرب (Lead zirconate titanate) که عموماً آن را PTZ

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

می شناسند جایگزین شده است. چند نی نوع PTZ موجودند که با تغییرات مختصر اضافات شیمیایی و تغییرات حرارت دادن بدست آمده و خواص مختلف دارند.

امتیاز مهم سفالینهای پیزو الکتریک این است که, بسته به مورد استعمالشان می توانند به اشکال مختلف درآیند. بلورهای پیزو الکتریک را می توان طوری طرح ریزی کرد که یا در حالت ضخامت یا در حالت شعاعی به ارتعاش درآیند (شکل ۷-۲۰). بلورهای پزشکی طوری طراحی شده اند که در حالت ضخامت مرتعش شوند. با اینهمه, هنوز به مقدار کم در حالت شعاعی مرتعش می شوند, بنابراین, تقویت کننده گیرنده طوری میزان شده است که تمام فرکانسها را جز آنهایی که در حالت ضخامت هستند رد کند.

حرارت کوری: بلورهای سفالین از دو قطبیهای بیشمار ریز ساخته شده اند ولی, برای بدست آوردن ویژگیهای پیزوالکتریک, دوقطبیها باید به شکل هندسی مخصوصی مرتب شوند. برای بدست آمدن اینگونه قطبی شدن (Polarization) سفالینه در میدان الکتریکی قوی تا حرارت بالایی گرم می‌شود. در حرارت بالا, دوقطبیها آزادند که حرکت کنند و میدان الکتریکی آنها را در امتداد دلخواه درمی آورد. بلور در اینحال, در حالیکه تحت ولتاژ بالای ثابت است بتدریج سرد می‌شود. وقتی به حرارت اطاق رسید, دوقطبیها ثابت می شوند, و بلور سپس خاصیت پیزوالکتریک بدست می آورد. حرارت کوری حرارتی است که

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

در آن ایـن قطبـی شـدن از بـین مـی رود. گـرم کـردن یـک بلـور پیزوالکتریـک در بـالای حـرارت کـوری آن را بـه یـک قطعـه سـفالینه بـی مصـرف تبـدیل مـی‌کنـد, بنـابراین مسـلماً ترانسدوسـر هرگـز نبایـد در اتـوکلاو گذاشـته شـود. حـرارت تقریبـی کوری برای چند بلور بشرح زیر است:

کوارتز	$^{\circ}C$
۵۷۳	
تیتانـــات	$^{\circ}C$
باریم	۱۰۰
PZT-٤	$^{\circ}C$
۳۲۸	
PZT-	$^{\circ}C$
۵A	۳٦۵

فرکـانس تشـدید **(Resonant Frequency)** : یـک ترانسدوسـر اولتراسـوند طـوری طراحـی مـی‌شـود کـه حـداکثر حساسـیت رابـه فرکـانس طبیعـی مخصوصـی داشـته باشد. ضـخامت بلـور پیزوالکتریـک فرکـانس طبیعـی آن را تعیـین مـی‌کنـد, کـه بـه آن «فرکـانس تشـدید» گوینـد. ضـخامت بلـور مـرادف طـول لولـه در وسـیله موسـیقی

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بادی است. همانطور که لوله طویل صدای قابل شنیدن بم ایجاد می‌کند, بلور ضخیم ایجاد اولتراسوند کم فرکانس می‌کند. سطوح بلور پیزوالکتریک مانند دو سنج یکسان, که روبروی هم قرار گرفته اند ولی بوسیله هوا از هم جدا هستند عمل می‌کنند. وقتی یک سنج ضربه بخورد, ارتعاشات آن امواج صوتی ایجاد می‌کند که باعث می‌شود سنج دیگر به ارتعاش درآید. ارتعاشات سنج دوم وقتی حداکثرند فضایی که دو سنج را از هم جدا کرده است برابر نصف طول موج صوت باشد. در این فاصله امواج صوتی از ارتعاشات دو سنج کاملاً همزمانند. صدا از یکی ارتعاشات دیگری را تقویت می‌کند. یک بلور مرتعش پیزوالکتریک صدا را از هر دو جهت از هر سطح منتقل می‌کند. امواج منتقل شونده داخلی, درست مانند دو سنج در مثال ما, از ترانسدوسر عبور می‌کند تا با ارتعاشات طرف دیگر همزمان شوند. وقتی یک بلور با یک ضربان یگانه تیز ولتاژ الکتریکی ضربه بخورد, با فرکانس طبیعیش مرتعش می‌شود که فرکانس بوسیله ضخامتش تعیین می‌شود. فرکانس طبیعی آن است که ایجاد طول موجهای داخلی می‌کند که دو برابر ضخامت بلور می باشند.

بلور طوری طراحی شده است که ضخامتش درست نصف طول موج اولتراسوندی باشد که بوسیله ترانسدوسر تولید می‌شود. می گویند بلور در فرکانسی که بوسیله ضخامتش تعیین می‌شود تشدید دارد (یعنی با بهترین کارآیی مرتعش می‌شود). فرکانسی که معادل نصف طول موج ضخامت است را

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

«فرکانس تشدیدی پایه ای» ترانسدوسر گویند. به عنوان مثال بیایید فرکانس تشدیدی پایه ای بلور PZT-٤ را که ۰/۰۰۱ m (۱ mm) ضخامت دارد حساب کنیم. سرعت صوت (V) در PZT-٤ برابر ٤۰۰۰ متر بر ثانیه است (جدول ۱-۲۰), و به ما گفته شده است که بلور در فرکانس (ν) معادل دو برابر ضخامت بلور تشدید پیدا می‌کند (یعنی $\lambda = ۰/۰۰۲\ m$ $\nu = ۲$). با گذاشتن این مقادیر در معادله ای که فرکانس, طول موج, و سرعت صوت را ارتباط می‌دهد, بدست می آوریم:

$$V = \nu\lambda$$

$$\nu = \frac{V}{\lambda}$$

$$\nu = \frac{4000\,m/\sec}{0/002\,m}$$

$$\nu = 2/000/000/\sec = 2\,MHz$$

به این ترتیب, یک بلور پیزوالکتریک ۲ MHz که از PZT-٤ ساخته شده باشد ضخامت ۰/۰۰۱ m (۱ mm) دارد. به همین ترتیب, یک بلور ۱ MHz ضخامت ۰/۰۰۲ m دارد. ملاحظه کنید که چگونه بلورهایی که برای تشدید در فرکانسهای مگاهرتس بالا طرح ریزی شده اند باید بسیار نازک باشند.

یک بلور می تواند مجبور شود با فرکانس هر ولتاژ متناوب نوسان کند, ولی شدت این صوت خیلی کمتر از آن است که با ولتاژ مشابهی در فرکانس طبیعی بلور نوسان کند. در دستگاه اولتراسوند پزشکی, ترانسدوسر با فرکانس تشدید آن فعال می‌شود. یک مدار ویژه برای ایجاد ولتاژ نوسانی موجی که به الکترودهای بلور پیزوالکتریک داده می‌شود وجود دارد. فرکانس برون داده شده

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

اولتراسوند شکل موجی ولتاژ را بازسازی می‌کند. فرکانس ولتاژ و فرکانس تشدید بلور به دقت منطبق شده اند. این واقعیت که بلورهای پیزوالکتریک فرکانس طبیعی دارند دارای اهمیت عملی است. با یک دستگاه رادیولوژی, طول موج, با کیلو ولت, را می توان به سادگی با پیچاندن چند تکمه در میز تنظیم, میزان کرد. ما این آزادی را با تصویرسازی اولتراسوند نداریم. تغییر یک فرکانس نیاز به ترانسدوسر دیگری دارد, که برای آن فرکانس مورد نظر طراحی شده باشد. فقط چند اندازه و فرکانس مختلف برای انجام بیشتر مقاصد بالینی مورد نیاز است, که خیلی موجب خوشوقتی است, زیرا ترانسدوسرها بالنسبه گرانند.

عامل **Q** در ترانسدوسر: عامل Q اشاره به دو خاصیت بلور پیزو الکتریک دارد. خلوص صوت آنها و طول زمانی که صوت می ماند. یک ترانسدوسر با Q یِ بالا صوت تقریباً خالص که از محدوده باریک فرانسها تشدید شده ایجاد می‌کند, درحالیکه یک ترانسدوسر با Q یِ پایین طیف کامل صوتی را که یک محدوده گسترده تر حاوی فرکانسهای مختلف است دارد. تقریباً تمام امواج صوتی داخلی یک ترانسدوسر با Q یِ بالا دارای طول موج مناسبی هستند تا ارتعاشات داخل بلور را تقویت کنند. وقتی که یک بلور نامناسب دارای Q یِ بالا (یعنی یک بلور بدون قطعه پشتی) با ولتاژ کوتاه ضربانی ضربه بخورد, برای مدت درازی به نوسان درمی آید و ایجاد صوت مداوم طویل می‌کند. حد فاصل بین شروع صوت و قطع کامل ارتعاشات را «زمان نزول» (Ring down-time)

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

گویند. شکل ۸-۲۰ زمان نزول را برای بلورهای با Q یِ بالا و Q یِ پایین نشان می‌دهد.

عامل Q را همچنین می توان از راه ریاضی برحسب خلوص صوت تعریف کرد. در نتیجه ضربه الکتریکی ناگهانی, یک ترانسدوسر در فرکانس تشدیدش نوسان می‌کند, ولی امواج صوتی در بالا و پایین فرکانس تشدیدش نیز بوجود می آورد. عامل Q در دستگاه ترانسدوسر این پاسخ فرکانسی را توصیف می‌کند. اگر پاسخ فرکانسی یک بلور رسم شود, منحنیهایی شبیه شکل ۹-۲۰ بدست می آیند. نقطه های f_2 و f_1 نماینده فرکانسهای بالا و پایین فرکانس تشدید هستند که در آن نقطه ها شدت صوت نصف شده است. عامل Q یِ یک دستگاه ترانسدوسر شکل منحنی پاسخ فرکانسی را تعیین می‌کند, و به صورت زیر تعریف می‌شود: $Q=\frac{f_0}{f_2-f_1}$

Q = عامل Q

f_0 = فرکانس تشدید

f_2= فرکانس بالای تشدید که در آن شدت به نصف می رسد.

f_1 = فرکانس پایین تشدید که در آن شدت به نصف می رسد.

در شکل ۹-۲۰, منحنی A عامل Q یِ ۲۰ را نشان می‌دهد. دستگاه ترانسدوسری که منحنی A را تولید می‌کند ایجاد محدودهٔ باریک فرکانسهای صوتی را می نماید و زمان نزول طویل دارد. چنین دستگاهی برای

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

ترانسدوسرهای اولتراسوند داپلر (آن را بعداً به تفصیل ذکر خواهیم کرد) مفید است. دستگاه ترانسدوسر که منحنی B در شکل ۹-۲۰ را ایجاد می‌کند, عامل Q یِ ۲ را دارد. این نوع دستگاه صوتی با محدودهٔ فرکانسی گسترده ایجاد می‌کند و زمان نزول کوتاه دارد. چنین ترانسدوسری (یعنی با Q یِ کوتاه) برای تصویرسازی اعضا (کار ضربان – پژواک) مورد نیاز است زیرا می تواند ضربانهای اولتراسوند کوتاه ایجاد کند و به فرکانسهای برگشتی با دامنه گسترده ای پاسخ دهد.

یک صوت طویل مداوم برای تصویرسازی صوتی نامطلوب است. ترانسدوسر هم فرستنده و هم گیرنده است, ولی نمی تواند در یک لحظه هم بفرستد و هم دریافت کند. وقتی صوت مداوم ارسال شود, نوسانات همراه در بلور ایجاد ولتاژهای موجی مداوم بین دو الکترود می‌کنند. اگر امواج صوتی در داخل ایجاد شده قویتر از اکوی بازگشتی باشد, که امکانش هست, علامت برگشتی در همهمه دستگاه گم می‌شود. یک دلیل دیگر بر اینکه صوت مداوم برای تصویرسازی نامطلوب است این است که قدرت تحلیل عمقی عموماً با طول ضربان صوتی تعیین می‌شود. (قدرت تحلیل عمقی بعداً در این فصل تعریف خواهد شد). طول ضربان صوتی را که «درازای فضایی ضربان» می نامند. تعداد ضربانها ضرب در طول موجشان است. ضربان صوتی از بلور با Q یِ بالای

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بدون تکیه گاه دراز است زیرا صوت برای مدت طولانی می ماند. عامل تقریبی Q برای چندین ماده پیزوالکتریک عبارت است از:

کوارتز < ۲۵۰۰

۰

PZT-٤ < ۵۰۰

PZT۵A ۷۵

پلیمرهای ۳

پیزوالکتریک

عامل Q را برای مواد پیزوالکتریک می توان با تغییر اختصاصات قطعه پشتی ترانسدوسر تنظیم کرد. یک قطعه پشتی برای فرونشاندن ارتعاشات و کوتاه کردن ضربان صوتی گنجانده شده است. اگر طول موج صوت از یک ترانسدوسر ۰/۵ mm (۰/۰۰۰۵ m) باشد و ضربان پس از دو طول موج فرو بنشیند. درازی فضایی ضربان ۱ mm (۰/۰۰۱ m) است. بطور دلخواه, ضربان اولتراسونیک باید یک طول موج تنها باشد. ترانسدوسرهایی که در اولتراسوند بکار می روند برای ۲ تا ۳ سیکل به ضربان درمی آیند و تعداد ضربانها بین ۵۰۰ تا ۳۰۰۰ در ثانیه است (به طور متوسط ۱۰۰۰ ضربان در ثانیه). درباره تعداد ضربانها با قدری تفصیل

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بعداً صحبت خواهیم کرد. ماده پشتی دلخواه باید تمام امواج صوتی را که به آن می رسند بپذیرد (یعنی هیچکدام را دوباره به بلور منعکس نکند) و سپس باید انرژی این امواج را کاملاً جذب کند. این موضوع یعنی اینکه ماده پشتی باید امپدانس اختصاصی شبیه از آن بلور ترانسدوسر داشته باشد (درباره امپدانس اختصاصی فعلاً ناراحت نشوید, بزودی دربارهٔ آن بحث خواهیم کرد). قطعه پشتی عموماً از اجتماع گرد تانگستن و لاستیک در صمغ اپوکسی ساخته شده است. نسبت تانگستن به صمغ را طوری برمی گزینند تا امپدانس مورد نیاز را داشته باشد, و گرد لاستیک اضافه می‌شود تا تخفیف صوت را در قطعه پشتی بیفزاید. مثلاً, افزایش ۵ ٪ حجم, گرد لاستیک به مخلوط ۱۰ ٪ حجمی گرد تانگستن در صمغ, تخفیف را از ۵/٦ به $dBcm^{-1}$ ۸ در MHz ۱ افزایش می‌دهد. به عنوان یک قانون کلی, بلور با Q یِ بالا فرستنده خوب و بلور با Q یِ پایین گیرندهٔ خوبی است.

سه مبحث مهم دیگر درباره ترانسدوسرها عبارتند از ترانسدوسرهای میزان شده, تطابق امپدانس, و تطابق طول یک چهارم موج. اینها بعداً در این فصل پس از اینکه مواد زمینه ای مناسب معرفی شدند بحث خواهند شد.

ویژگیهای یک شعاع اولتراسوند

یک نقطه تنهای مرتعش امواج را در تمام جهات از خود می فرستد, که خیلی مانند امواجی است که در اثر انداختن یک ریگ در داخل حوض آرام بوجود

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

می آیند, امواج از نقطهٔ مبدأ خود به صورت دوایر متحدالمرکزی به خارج حرکت می‌کنند. اگر دو ریگ همزمان انداخته شوند, هرکدام امواج حلقوی ایجاد می‌کنند, و این امواج برحسب فازشان در موقع تلاقی, ممکن است یکدیگر را تقویت یا خنثی کنند (شکل ۱۰-۲۰). در زمان A دو موج از جهات مخالف به یکدیگر نزدیک می شوند. در زمان B, آنها با هم تماس پیدا می‌کنند ولی تداخل نمی‌کنند. یک نیم سیکل بعدی, در زمان C, حضیض یکی به اوج دیگری رسیده و همدیگر را خنثی می‌کنند. نیم سیکل بعدی, در زمان D اوجها و حضیضها دقیقاً منطبق می شوند, همدیگر را تقویت می‌کنند و اوج و حضیض دو برابر می‌شود. نیم سیکل بعدی, در زمان E, دو موج از هم جدا شده اند, و بالاخره در زمان F, درحالیکه دو موج جداگانه در جهات مخالف حرکت می‌کنند, به راه خود می روند.

بلورهای پیزوالکتریک به صورت ردیفهای نقاط مرتعش و نه به صورت سطوح پیستون مانند که قبلاً اشاره کردیم عمل می‌کنند. جبهه های موج لااقل در نزدیکی بلور یکنواخت نیستند. در شکل ۱۱-۲۰ بلور به صورت پنج نقطه مرتعش ترسیم شده است, و هر نقطه حلقه های متعدد متحدالمرکز ایجاد می‌کند که, درحالیکه خود را در امتداد خط موازی سطح بلور قرار می گیرند خود را تقویت خواهند کرد. فاصله ای که در آن امواج همزمان خواهند شد

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بستگی به طول موجشان دارد, هرچه طول موجشان کمتر باشد جبهه به سطح ترانسدوسر نزدیکتر تشکیل می‌شود.

شدت اولتراسوند در طول حرکت شعاع تغییر می‌کند. ساده ترین راه برای رسم شعاع آن است که در شکل ۱۲-۲۰ نشان داده شده است, که در آن شعاع به صورت دسته موازی برای طول معینی رسم شده است, که در ورای آن از هم متباعد می‌شود. قسمت موازی را ناحیه نزدیک یا فرنل (Fresnel Zone خوانده می‌شود: فرنل) گویند. قسمت متباعد شعاع را, که در ورای X است ناحیه دور یا فرانهوفر (Fraunhofer Zone) می گویند. علامت X را برای نشان دادن نقطه انتقال بین نواحی فرنل و فرانهوفر بکار می رود. طول ناحیه فرنل را با قطر ترانسدوسر و طول موج اولتراسوند به طریق زیر تعیین می‌کنند: $X' = \frac{r^2}{\lambda}$

X = طول ناحیه فرنل (cm)

r = شعاع ترانسدوسر (cm)

λ = طول موج (cm)

ملاحظه کنید که این محاسبه را در واحدهای cgs (cm), و نه در واحدهای SI (m) انجام داده ایم.

جدول ۳-۲۰ طول ناحیه فرنل را برای طول موجها, و اندازه های مختلف نشان می‌دهد. این ناحیه با ترانسدوسر بزرگ و فرکانس بالا طویلتر است, و با ترانسدوسر کوچک و صوت کم فرانس کوچک می‌باشد. برای آنهایی که اشکال

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

در تفسیر جداول دارند, همین اطلاعات در شکلهای ۱۳-۲۰ و ۱٤-۲۰ آورده شده است. در شکل ۱۳-۲۰, اندازه ترانسدوسر در ۱/۵ cm ثابت است, و فرکانس صورت بطور پلکانی از ۱ تا ۳ MHz زیاد می‌شود. ناحیه نزدیک طولش با افزایش فرکانس زیاد می‌شود. در شکل ۱٤-۲۰, فرکانس در ۱ MHz ثابت است و اندازه ترانسدوسر به تدریج از ۱ تا ۲/۵ cm زیاد می‌شود. باز, ناحیه نزدیک طولش با ترانسدوسر بزرگتر افزوده می‌گردد.

شعاعهای با فرکانس بالا دو مزیت بر شعاعهای با فرکانس پایین دارند: قدرت تحلیل عمقی بیشتر است, و ناحیه فرنل طویلتر است. منطقی به نظر می رسد که فرکانسهای بالا را برای تمام تصاویر بکار بریم. معهذا, فرکانسهای بالا نقص بزرگی دربارهٔ نفوذپذیری دارند. جذب بافتی با افزایش فرکانس زیاد می‌شود, بنابراین برای نفوذ در اعضای ضخیم شعاع نسبتاً کم فرکانس مورد نیاز است.

همچنین, منطقی به نظر می رسد که برای اینکه شعاع را تا عمق کافی برای رسیدن به نقطه مورد نظر نزدیک بهم نگاه داریم اندازه ترانسدوسر را زیاد کنیم. اگرچه ترانسدوسرهای بزرگتر شعاع را در طول بیشتری نزدیک هم نگاه می دارند, ولی قدرت تحلیل طرفی را می کاهند. این مسئله, لااقل بطور نسبی, با بکار بردن ترانسدوسرهای میزان شده (که بعداً شرح داده خواهند شد) حل شده است. مقدار تباعد در ناحیه دور در بالاترین تصویر در شکل ۱٤-۲۰ نشان داده

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

شده است. مقدار زاویه را با رابطهٔ زیر تعیین می‌کنند:

$$\sin\theta = 1/22\frac{\lambda}{D}$$

θ = زاویه تباعد ناحیه دور

λ = طول موج (mm)

D = قطر ترانسدوسر (mm)

بکار بردن این معادله با جدولهای ریاضی یا با ماشینهای حساب مجهز به توابع مثلثاتی نسبتاً آسان است. مثلاً, زاویه تباعد برای یک ترانسدوسر ۱۰ میلیمتری و طول موج ۱ mm (فرکانس ۱/۵ MHz) را ممکن است به صورت زیر تعیین کرد:

$$\sin\theta = 1/22 \times \frac{1}{10} = 0/122$$

$$\theta = 7^{\circ}$$

اگر طول موج به ۰/۵ mm کوتاه شود (فرکانس ۳ MHz), و اندازه ترانسدوسر ۱۰ mm نگاه داشته شود, زاویه تباعد ۳/۵° است.

واکنش بین اولتراسوند و ماده

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

انواع واکنش بین صوت و ماده شبه به نور است و شامل موارد زیر است: (۱) انعکاس؛ (۲) انکسار؛ و (۳) جذب.

انعکاس (**Reflection**)

در تصویر سازی با پرتو X, پرتو منتقل شده فیلم را سیاه می‌کند و ایجاد تصویر می نماید. اشعه تخفیف یافته ایجاد نقص یا حفره در شعاع منتقل شده می‌کند و به این ترتیب در ایجاد تصویر به صورت غیرفعال شرکت می‌کند. اشعه پخش شده فیلم را تار می‌کنند و برای کیفیت تصویر زیانبارند. با اینهمه, با اولتراسوند تصویر با قسمت منعکس شعاع درست می‌شود. صوت منتقل شده هیچ شرکتی در تشکیل تصویر نمی‌کند, ولی انتقال باید به اندازه کافی قوی باشد تا با ایجاد اکوهایی در سطوح عمیقتر کند. درصد شعاعی که در حد فاصلهای بافتی منعکس می‌شود بستگی دارد به: (۱) امپدانس آکوستیک بافتی؛ و (۲) زاویه تابش شعاع.

امپدانس آکوستیک: امپدانس آکوستیک خاصیت اساسی ماده است. امپدانس مواد عبارت است از حاصلضرب چگالی و سرعت صوت در ماده.

$$Z = \rho V$$

Z = امپـــــــــــــدانس

آکوستیک (رایل)

ρ = چگالی (g/cm^3)

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

V = سـرعت صـوت

(cm/sec)

مـثلاً, امپـدانس آکوسـتیک آب, سـرعت صـوت در آب (۱۵٤۰۰۰ cm/sec) ضـرب در چگالی آب (g/cm^3 ۱) می‌باشد, یا:

$cm/sec \times g/cm^3 = g/cm^2 sec$

$g/cm^2 sec$ ۱۵٤۰۰۰ =۱۵٤۰۰۰ * ۱

ایـن شـماره بطـور دسـت و پـاگیری بـزرگ اسـت, بنـابراین بـر ۱۰۰۰۰۰ تقسـیم می‌شود (مانند آن اسـت کـه در 10^{-5} ضـرب شـود) تـا بـه انـدازه بهتـری کوچـک شـود. بـه ایـن ترتیـب, واحـد امپـدانس آکوسـتیک در دسـتگاه cgs, یـا رایل (Rayl) به صورت

10^{-5} * $g/cm^2 sec$ تعریـف مـی‌شـود. رایـل بـه افتخـار دانشـمند انگلیسـی لـرد رایلـی (Lord Rayleigh) کـه در ۱۹۰٤ بـه خـاطر جـداکردن گـاز بـی اثـر آرگـون جـایزهٔ نوبـل گرفـت نامگـذاری شـده اسـت. سـرعت صـوت در بافـت در دامنـه وسـیعی از فرکانسـها ثابـت اسـت, بنـابراین امپـدانس آکوسـتیک یـک مـاده ثابـت اسـت. جـدول ٤-۲۰ امپـدانس آکوسـتیک چنـدین مـاده, از جملـه چنـدین بافـت بـدن و چنـد مـاده پیزوالکتریـک, کـه در ترانسدوسـرهای اولتراسـوند بکـار مـی رونـد, برحسـب رایـل, صـورت داده اسـت. در حالیکـه امـواج صـوتی از یـک بافـت بـه بافـت دیگـر مـی روند, مقدار انعکاس با اختلاف امپدانسهای دو بافت تعیین می‌شود.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

هر چه این اختلاف بیشتر باشد, درصد انعکاس بیشتر است. ملاحظه کنید که اختلاف بین بیشتر ساختمانهای بدن نسبتاً کم است, و دو استثنای آن هوا و استخوان است. یک حدفاصل هوا- بافت نرم تقریباً تمام شعاع را منعکس می‌کند, و حدفاصل بافت نرم- استخوان بیشتر صوت را منعکس می‌کند.

مجموع قسمتهای منعکس شده و منتقل شده ۱۰۰٪ است. مثلاً, اگر ۹۰٪ شعاع منعکس شود, ۱۰٪ منتقل می‌شود. در حدفاصل بافت- هوا, بیش از ۹۹٪ شعاع منعکس می‌شود, بطوری که صوتی دیگر برای تصویرسازی بیشتر در دسترس نخواهد بود. بنابراین, ترانسدوسرها باید مستقیماً با پوست بیمار بدون اینکه هوایی بینشان باشد جفت شوند. این جفت شدن با استفاده از ماده لغزنده روغن معدنی برای اسکن تماسی و یا کیسه آب, وقتی ترانسدوسر نمی تواند مستقیماً روی پوست قرار گیرد تأمین می‌شود. بیایید قدری در اینجا توقف کنیم و به بررسی موضوع ناگوارای واحدهایی که برای بیان مقادیر مختلف بکار می روند بپردازیم. در بحث از امپدانس آکوستیک, ما واحد رایل را بکار بردیم که عضوی از دستگاه cgs (سانتیمتر-گرم- ثانیه) است. در فصل ۱ ما اشاره کردیم که اکنون برخوردن به واحدهایی بر پایهٔ دستگاه SI شایعتر شده است. در دستگاه SI ما باید سرعت صوت (V) را برحسب واحد متر بر ثانیه (m/s) و چگالی (ρ) را برحسب کیلوگرم بر متر مکعب (kg/cm^3), بیان کنیم, بنابراین امپدانس آکوستیک می‌شود:

$$Z = \rho V = \frac{kg.m}{m^3 s} = \frac{kg}{m^2 s} = kgm^{-2}s^{-1}$$

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

جدول ۵-۲۰ امپدانس آکوستیک (Z) را برحسب cgs و SI برای چندین ماده صورت داده است.

زاویه تابش: مقدار انعکاس با زاویه تابش بین شعاع صوتی و سطح منعکس کننده تعیین می‌شود. هرچه زاویه تابش بالاتر باشد (یعنی به زاویه قائمه نزدیکتر باشد), مقدار انعکاس صوت کمتر است. زاویه های تابش و انعکاس درست مانند مورد نور مرئی, مساوی هستند. در اولتراسوند پزشکی, که یک ترانسدوسر اولتراسوند را هم به عنوان فرستنده و هم به عنوان گیرنده اولتراسوند بکار می برند, اگر اولتراسوند به سطح بیمار در زاویه ای بیش از ۳ درجه از عمود برخورد کند, تقریباً هیچ صوت بازگشتی کشف نمی‌شود. وقتی یک موج صوتی به یک حد فاصل هموار که بر شعاع عمود باشد برخورد کند, مقدار بازتاب با رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$R=\left(\frac{Z_2-Z_1}{Z_2+Z_1}\right)2\times 100$$

R = درصد شعاع بازتابیده

Z_1 = امپدانس آکوستیک محیط ۱

Z_2 = امپدانس آکوستیک محیط ۲

مثلاً, برای تعیین درصد شعاع صوتی که از رفتن از دیواره سینه به ریه منعکس می‌شود, امپدانس آکوستیک ریه و دیواره سینه (عضله) را از جدول ٤-۲۰ قرار می دهیم : ۹۹/۹٪ = ۱۰۰*۲ (۱/۷۰ / ۰/۰۰۰٤-) =R همانطور که می توانید ببینید, ۰/۰۰۰٤+

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

شماره ۰/۰۰۰٤ بقدری کوچک است که عملاً می توان از آن صرفنظر کرد, و شعاع تقریباً تماماً منعکس می‌شود, اکوی خیلی شدید می‌دهد ولی شعاع اضافی برای تصویر دیگری باقی نمی گذارد. در مورد حدفاصل کلیه چربی مقدار بازتاب عبارت است از:

$$R = \overline{\qquad\qquad} (\qquad\qquad) ٢ * ١٠٠$$

$$\overline{R_{٣}} = (\qquad\qquad) ٢ * ١٠٠ = ٪٠/٦٤ \quad ٠/٢٤$$

تقریباً ٦٤٪ شعاع در حدفاصل کلیه- چربی منعکس می‌شود. مغز در حدواسط بین بافت نرم و هواست. در حدفاصل جمجمه- مغز, نیز ٤٤٪ شعاع منعکس می گردد. رابطه های قبلی فقط برای بازتابهای عمودی صادقند. محاسبهٔ مقدار انتقال صوت که به حد فاصل هموار عمود به شعاع برمی خورد نیز ممکن است. رابطه چنین است:

$$\frac{٤ Z_{١} Z_{٢}}{(Z_{١}+Z_{٢})^{٢}} * ١٠٠$$

T = درصد شعاع که منتقل می‌شود.

$Z_{١}$ = امپدانس آکوستیک محیط ١

$Z_{٢}$ = امپدانس آکوستیک محیط ٢

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

با یادآوری بر اینکه مجموع قسمتهای انعکاسی و انتقالی شعاع صوتی ۱۰۰٪ است, بیایید درصد انتقال در حد فاصل کلیه- چربی را حساب کنیم و ببینیم که آیا با ۰/٦٤ انعکاسی که در پاراگراف پیشین حساب شد تطبیق می‌کند.

$$T = \frac{(1/62)(1/38)}{(1/62+1/38)^2}{}^{4} \times 100$$

T = ٪ ۹۹/۳٦

انکسار **(Refraction)**

وقتی صوت از یک محیط به محیط دیگر می رود, فرکانسش ثابت می ماند ولی طول موجش تغییر می‌کند تا با سرعت جدید در محیط صوتی هماهنگ شود (شکل ۱۵-۲۰). در تصویر سرعت صوت در محیط اول دو برابر محیط دوم است. هر موج به صورت یک خط یگانه افقی نشان داده شده است و از انعکاس صرفنظر شده است. وقتی امواج به سطح محیط دوم می رسند, سرعتشان به نصف کند می‌شود, ولی آمدنشان با همان فرکانس ادامه پیدا می‌کند. فاصله بینشان یا طول موجشان باید به نصف کاهش یابد تا کاهش سرعت تطبیق کند $(\lambda' = \lambda/2)$. همین موضوع وقتی شعاع صوتی با زاویه به محیط دوم برخورد می‌کند, اتفاق می افتد ولی تغییر طول موج تغییر جهت را الزام می‌کند. دلیل برای تغییر جهت در شکل ۱٦-۲۰ نشان داده شده است. در زمان ۱, یک جبهه موج با زاویه ٤٥ تازه با محیط دوم تماس حاصل کرده است.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

وقتی پیش می رود و دو محیط را دربر می‌گیرد, یک لبه آن با سرعتی متفاوت از دیگری حرکت می‌کند. جبهه موج مداوم حرکت می‌کند, ولی یک لبه آن نسبت به لبه دیگر تأخیر دارد تا آنکه, بالاخره موج در محیط دوم با طول موج و سرعت متفاوت ظاهر می‌شود. این خم شدن موج, در حالیکه از یک محیط به محیط دوم می رود را انکسار (شکست) گویند. درست, همین فرآیند در اپتیک ظاهر می‌شود. چون شعاع صوتی می تواند در هر جهت حرکت کند, می توان پیکانها را در شکل معکوس کرد تا تغییری را که در اثر افزایش سرعت در محیط دوم ایجاد می‌شود, نشان دهد.

زوایای انعکاس (θ_x) و انکسار (θ_t) در شکل ۱۷-۲۰ نشان داده شده اند. زاویه انکسار با قانون اسنل (snell) تعیین می‌شود که چنین است: $\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_t}=\frac{V_1}{V_2}$

θ_i زاویه تابش (شکل ۱۷-۲۰ ملاحظه شود)

θ_t زاویه انتقال (شکست)

V_1 سرعت صوت در محیط تابش

V_2 سرعت صوت در محیط منتقل کننده

انکسار می تواند ایجاد آرتفاکت کند. آرتفاکتهای انکساری ایجاد اعوجاج فضایی (ساختمانهای حقیقی در نواحی غیرواقعی تصویر می شوند) و کم شدن قدرت تحلیل در تصویر می‌کنند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

جذب (Absorption)

جذب اولتراسوند در مایع نتیجه نیروهای اصطکاکی است که با حرکت ذرات در محیط مقابله می‌کنند. انرژی که از شعاع اولتراسوند گرفته می‌شود تبدیل به حرارت می‌گردد. بطور دقیقتر, جذب یعنی تبدیل اولتراسوند به انرژی حرارتی, و تخفیف (Attenuation) یعنی کاهش کلی پیشرفت, از جمله جذب, پخش, و انعکاس.

مکانیسمهای درگیر در جذب نسبتاً پیچیده اند و توضیحات ما خیلی آسان گیری خواهد بود. سه عامل مقدار جذب را تعیین می‌کنند. (۱) فرکانس صوت, (۲) ویسکوزیته محیط منتقل کننده, و (۳) زمان استراحت (Relaxation) محیط. ما درباره فرکانس در آخر بحث خواهیم کرد زیرا دو عامل دیگر در آن اثر دارند.

اگر ما صوت را تشکیل شده از ذرات مرتعش تصویر کنیم, اهمیت ویسکوزیته آشکار می‌شود. با افزایش ویسکوزیته آزادی ذره کم می‌شود و اصطکاک داخلی افزایش می یابد. این اصطکاک داخلی شعاع را جذب می‌کند یا شدت آن را با تبدیل صوت به گرما می کاهد. در مایعات که ویسکوزیته کمی دارند, جذب خیلی کمی صورت می‌گیرد. در بافتهای نرم ویسکوزیته بیشتر است و جذب متوسط صورت می پذیرد, درحالیکه استخوان جذب زیاد اولتراسوند نشان می‌دهد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

زمان استراحت زمانی است که ملکولها پس از اینکه جابجا شدند به وضعیت اولیه خود برمی گردند. این موضوع به حالت ارتجاعی (Resilience) ماده اشاره دارد. دو ماده با ویسکوزیته یکسان ممکن است زمانهای استراحت مختلف داشته باشند. زمان استراحت برای هر ماده بخصوص ثابت است.

وقتی یک ملکول با زمان استراحت کوتاه بوسیله یک موج طولی انقباضی فشرده می‌شود, قبل از اینکه موج انقباضی بعدی برسد زمان برای برگشت به حالت استراحت خود دارد. یک ملکول با زمان استراحت طولانی تر, ممکن است قادر نباشد پیش از اینکه موج بعدی برسد, کاملاً به حالت اول برگردد. وقتی این اتفاق افتد, موج انقباضی در یک جهت و ملکول در جهت دیگر حرکت می‌کند. انرژی بیشتری از آنچه که در ابتدا ملکول را حرکت داد لازم است تا جهت ملکول را برگرداند. انرژی اضافی تبدیل به گرما می‌شود.

در بافت نرم رابطه خطی بین جذب اولتراسوند و فرکانس وجود دارد. دو برابر کردن فرکانس تقریباً جذب را دو برابر می‌کند و تقریباً شدت شعاع منتقل شده را نصف می‌کند. آگاهی از جذب باعث گزینش ترانسدوسر درست برای کار ویژه مورد نظر می‌شود. فرکانسهای شایع موجود ترانسدوسر عبارتند از ۱, ۲/۲۵, ۳/۵, ۵, ۷ و ۱۰ MHz. یک فرکانس درست توازنی است بین قدرت تحلیل (فرکانس بالاتر) و قابلیت رساندن انرژی به بافت (فرکانس پایین) می‌باشد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تخفیف اولتراسوند همچنین با حرارت بافتها تغییر می‌کند, ولی این رابطه با بافتهای مختلف متغیر است. مثلاً, در محدوده حرارت 7° تا $35^{\circ}C$ و محدوده فرکانس ۰/٤ تا ۱۰ MHz, محلول فیزیولوژیک هموگلوبین کاهش تخفیف با افزایش حرارت نشان می‌دهد. در مقابل, بافتهای اعصاب مرکزی نشان داده شده است که با افزایش حرارت افزایش تخفیف نشان می دهند.

فرکانس صوت در مقدار جذب که بوسیله ویسکوزیته ماده ایجاد می‌شود مؤثر است. هرچه فرکانس بالاتر باشد, (یعنی اینکه در زمان معین یک ذره بیشتر به جلو و عقب برود), حرکتش بیشتر بوسیلهٔ ماده پُر ویسکوزیته تحت تأثیر قرار می‌گیرد. فرکانس همچنین, بر مقدار جذب که بوسیله زمان استراحت ایجاد می‌شود اثر می‌کند. در فرکانسهای پایین, ملکولها زمان کافی برای استراحت بین سیکلها دارند ولی, درحالیکه فرکانس زیاد می‌شود, زمان استراحت بیشتر نسبت کل سیکل را اشغال می‌کند. این آثار در محدوده های پایینتر فرکانسهای تشخیصی (۱ MHz) قابل ملاحظه اند و افزایش آنها با فرکانسهای بالاتر ادامه دارد.

فقط اطلاعات پراکنده برای تعیین مقدار جذب اولتراسوند در دسترس است. معمولاً یک ضریب جذب بکار برده می‌شود. این ضریب مشابه مفهوم ضریب تخفیف خطی است که در پرتو X تعریف شد. واحد ضریب جذب دسیبل بر سانتیمتر ضخامت در فرکانس ۱ MHz است. تصریح ۱ MHz ضروری است

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

زیرا جذب بستگی به فرکانس دارد. در ۲ MHz, ضریب جذب در حدود دو برابر بزرگتر است. جدول ٦-۲۰ ضریبهای جذب را برای مواد مختلف نشان می‌دهد. یک برش یک سانتیمتری کلیه, با ضریب جذب ۱ dB /cm, شدت صوت را ۱ dB می کاهد. جدول ۲-۲۰ نشان می‌دهد که ۱ dB- نشانگر جذب ۲۱٪ شعاع است و اینکه ۷۹٪ شعاع می ماند. یک برش ۱ cm ضخامت ریه ٤١ dB جذب می‌کند, که شدت را با ضریب بیش از ۱۰۰۰۰ می کاهد و کمتر از ۰/۰۱ ٪ شعاع را باقی می گذارد.

تطابق یک چهارم موج

حال که آگاهی بیشتری از جذب, انعکاس و امپدانس آکوستیک بدست آوردیم, بیایید دوباره ترانسدوسر اولتراسوند را در نظر بگیریم. وقتی که یک ضربه الکتریکی کوتاه به بلور پیزوالکتریک وارد می‌شود, چهار ضربان اولتراسونیک بوجود می آیند که دو ضربان در هر رویه بلور خواهد بود. دو ضربان به عقب به داخل ترانسدوسر برمی گردند, یک ضربان از پشت به داخل قطعه پشتی می رود و یک ضربان از جلو به داخل بافتهای بیمار می رود. ما قبلاً شرح داده ایم که چگونه امپدانس آکوستیک (Z) قطعه پشتی با بلور تطبیق داده شده است تا صوتی که از بیمار برمی‌گردد به داخل قطعه پشتی هدایت شود و بوسیله آن جذب گردد. یک نکته مهم دیگر در انتقال موج اولتراسوند به داخل بیمار با حداقل اتلاف انرژی است.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

استفاده از روغن معدنی بین ترانسدوسر و پوست بیمار یک وسیله مؤثر انتقال انرژی از ترانسدوسر به داخل بیمار است. یک روش دیگر بهبود انتقال انرژی تطابق مکانیکی امپدانس است. اگر یک لایه ماده (که به نام لایه تطابق کننده «Matching layer» نامیده می‌شود) با ضخامت و مشخصات امپدانسی معین در جلوی سطح ترانسدوسر گذاشته شود, انرژی بطور مؤثرتری به داخل بیمار منتقل می‌شود (شکل ۱۸-۲۰). ضخامت لایه تطابق کننده باید یک چهارم طول موج صوت در لایه تطابق کننده باشد و به این جهت نام «تطابق یک چهارم موج» گرفته است. بعلاوه, امپدانس لایه تطابق کننده باید در حدود میانگین امپدانسهای هر طرف لایه باشد (البته این بیان احتمالاً صد درصد درست نیست ولی به اندازه کافی به منظور ما نزدیک است).

بافت نرم Z * ترانسدوسر $\sqrt{Z}$ = لایه تطابق دهنده Z

مثلاً, برای لایه تطابق کننده بین PZT-٤ $(Z = 3\times10^{7}\,kgm^{-2}S^{-1})$ و آب $(Z = 1/54\times10^{6}\,kgm^{-2}S^{-1})$ امپدانس درحدود $6/8\times10^{6}\,kgm^{-2}S^{-1}$ مورد نیاز است. چنین لایه ای را می توان با استفاده از مخلوط گرد آلومینیوم و صمغ اپوکسی ساخت.

استفاده از تطابق یک چهارم موج همچنین انتقال اولتراسوند بازگشتی از بافتها به ترانسدوسر را تسهیل می‌کند. معادلاتی که فرضیه تطابق یک چهارم موج را

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

توجیه می‌کنند بوسیله ولز (Wells) شرح داده شده اند و در اینجا از آنها بحث نخواهد شد.

نمایش اولتراسوند

تصویر اولتراسونیک عبارت است از نماینده الکترونیک اطلاعاتی که اکوی برگشتی دربر دارد, و روی نمایشگر تلویزیون نشان داده می‌شود. تصویر با سوار کردن تکه های کوچک بیشمار, یکی یکی به دنبال هم درست می‌شود (خیلی مانند تلویزیون). هر اکوی برگشتی یک ذره از اطلاعات را دارد و ذرات بسیار با هم تصویر الکترونیک را درست می‌کنند. پیشرفت تصویرسازی صوتی به آهستگی از پایه یک بعدی استاتیک (حالت A) شروع شد, وقتی جزء حرکتی به آن افزوده شده (حالت TM) به جلو رفت و با تصویرسازی دوبعدی (حالت B) و گری اسکیل قدم غول آسایی به جلو گذاشت. این پیشرفتها را می توان همه منسوب به ظریف سازی و پیشرفت الکترونیک دانست. در این ویرایش, ما به توصیف حالت A (A mode), حالت TM, و حالت B ادامه می دهیم. امروزه تقریباً تمام امتحانات اولتراسوند شامل تصویر ریل تایم است. اسکنرهای قدیمی حالت B, بازوهای مفصل دار ممکن است در موارد نادری دیده شوند ولی آنها در بیشتر مراکز قطعات موزه ای هستند. با خواندن درباره تصویرهای دورنگی (Bistable) و مبدلهای آنالوگ ممکن است مقداری آگاهی درباره سرعت بی سابقه ای که تکنولوژی چگونه رشته تصویرسازی اولتراسوند را

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تغییر داده است بدست دهد. ما پیشنهاد می کنیم که شما پنج صفحه بعد را بخوانید و لذت ببرید, درحالیکه این را درنظر دارید که اینها تکنولوژی بودند که فقط یک دهه پیش در عمل بودند. ما تکنولوژی ریل تایم را در قسمتهای بعدی بحث خواهیم کرد.

حالت **A**

در حالت A اکوها به صورت خارهایی که از خط پایه برخاسته اند نشان داده می شوند (شکل A ۱۹-۲۰). خط پایه نشان دهنده محور مرکزی شعاع است. بلندی خار متناسب با شدت است, و اکوهای قوی ایجاد خارهای بلند می‌کنند. یک ردیف از ضربانهای صوتی ایجاد حالت A می‌کنند, ولی, برای آسان شدن ما با یک ضربان شروع می کنیم. وقتی که یک ضربان ولتاژ به ترانسدوسر برخورد, یک خار اکو در نمایشگر ایجاد می‌شود تا آغاز ضربان صوتی را اعلام کند. وقتی که ضربان از بیمار می گذرد, صوت به ترانسدوسر از هر حد فاصل بافتی برمی‌گردد. ژرفای حدفاصل که در نمایشگر نشان داده می‌شود, متناسب با زمانی است که طول می کشد تا اکو برگردد. با بکار بردن سرعت صوت ۱۵٤۰ متر بر ثانیه در یک بافت نرم متوسط, تبدیل آن به مسافت, یک کار ساده ریاضی است. در سرعت ۱۵٤۰۰۰ cm /sec, صوت یک سانتیمتر در ٦/۵ میکروثانیه (μsec) حرکت می‌کند. با اینهمه یک اکو باید یک سفر رفت و

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

برگشت کند, بنابراین وقتی که یک اکو μsec ۱۳ طول می‌دهد تا برگردد, در ژرفای cm ۱ نمایش داده می‌شود.

اگر سطوح بافتی در مکان ثابتی باشند و همانطور که عادت است, ترانسدوسر بین ضربانها ثابت نگاه داشته شود, خارهای اکویی از ضربانهای بعدی در همان مکان خار از ضربان اولیه می افتند. در مکانیسم نمایش حافظه قرار داده نشده است, بنابراین وقتی ضربان جدید را دریافت می‌کند, قبلیها را دور می ریزد. با عکسبرداری از نمایش الکترونی, یک ضبط دائمی بدست می آید. در حالت A یا حالت بلندی (Amplitude) نمایش بر صفحه تیوب کاتودیک شامل اطلاعاتی دربارهٔ ژرفای ساختمانها و بلندی اکوی برگشتی است. عموماً استفاده کم از بلندی خار اکو برده می‌شود. حالت A در افتالمولوژی, اکوآنسفالوگرافی, اکوکاردیوگرافی, و به صورت همراه نمایش حالت B وقتی که اندازه گیریهای دقیق ژرفا مورد نیاز است بکار می رود.

تیوب اشعه کاتودیک حالت A در حدود ٤٠ dB اطلاعات بلندایی (Amplitude information) نشان می‌دهد که مطابق تغییرات بلندی اکوی درحدود ۱ : ۱۰۰ است (این را بزودی تشریح خواهیم کرد).

حالت **TM**

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

در حالت A, اگر اکوها بوسیله ساختمانهای متحرک ایجاد شوند, خارهای اکویی هم حرکت خواهند کرد. اگر اکوهایی که در شکل ۱۹-۲۰ نشان داده شده اند از دیواره قدامی سینه (a), دیواره خلفی دریچه میترال (b) و دیواره خلفی قلب (c) ایجاد می شدند اکوها درامتداد خط پایه به جلو و عقب حرکت می کردند. در هر لحظه ممکن است آنطور که در تصویر نشان داده شده نمایان شوند. ولی لحظه بعد دریچه میترال و دیواره قلب در محل دیگری خواهند بود, درحالیکه دریچه میترال بیش از دیواره قلب حرکت می‌کند.

برای حالت TM, همانطور که در شکل B ۱۹-۲۰ نشان داده شده است, خارها تبدیل به نقطه ها می شوند. نقطه ها همانطور که با پیکانها نشان داده شده است به جلو و عقب حرکت می‌کنند. حالت M یک حالت حدواسط است که نمی تواند بطور معنی داری ضبط شود. برای ضبط دائمی, حرکت باید در دوره ای از زمان ضبط شود. این کار را با بردن خط نقطه ها به بالای صفحه نمایش و سپس به تدریج پایین آوردن به ته صفحه انجام می دهند.

ضبط این حرکت جارویی با یک دوربین و زمان نورگیری بیش از زمان جارو انجام می‌شود. چنین ضبطی در شکل B ۱۹-۲۰ نشان داده شده است. چون این یک امتحان حرکتی زمانی است, آن را حالت TM گویند. زمان جارو کردن در شکل ۳ ثانیه است. اگر یک زمان جاروی طولانیتری بکار رود, ضربانهای بیشتری ضبط می‌شود, و آنها از بالا به پایین متراکم می شوند ولی حرارت جلو

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

و عقب بی تغییر می ماند. عیب واضح این روش زمان کوتاهی است که می تواند ضبط شود. ضبط طویلتر را می توان با جدول نواری ضبط کننده الکترونیک که در عین حال می تواند چندین پارامتر دیگر, از قبیل الکتروکاردیوگرام, را نیز نشان دهد, انجام داد. یک ضبط جدول نواری را می توان به هر طولی که عمل کننده می خواهد گرفت, و این روش شیوعش در اکوکاردیوگرافی, که در آن حالت TM مفیدترین است, روزافزون می‌باشد.

حالت B

سونوگرافی پس از سالیان دراز با ایجاد حالت B به صورت یک روش تصویرسازی درآمد. روشهای دیگر اطلاعات مفیدی می دادند ولی فقط در قلمرو محدودی مفید بودند. حالت B به شدت نقش اولتراسوند را به عنوان یک وسیله تشخیصی, بویژه در بیماریهای شکمی گسترش داد. حالت B تصویر یک برش بافتی را ایجاد می‌کند. اکوها به صورت نقطه ها, شبیه حالت TM نشان داده می شوند, ولی برخلاف حالت TM, ترانسدوسر حرکت می‌کند بطوری که شعاع صوتی یک سطح بدن را سیر می نماید. ترانسدوسر را می توان به دسته شمشیر, و شعاع اولتراسونیک را می توان به تیغه آن تشبیه کرد. تیغه وقتی در طول بدن می برد, یک تصویر سهمی (Sagital) می‌دهد, و وقتی از یک طرف به طرف دیگر بدن کشیده می‌شود, یک تصویر عرضی یا مقطعی ایجاد

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

می‌کند. تصاویر, شبیه مقاطعی است که اگر ما می توانستیم ببریم و از روبروی آنها نگاهشان کنیم.

در روشهای اسکن کردن حالت B, ترانسدوسر روی پوست بدن گذاشته می‌شود, روغن معدنی روی پوست برای خارج کردن هوا و بوجود آوردن یک جفت شدن خوب بین ترانسدوسر و پوست بکار می رود. این را یک اسکن تماسی (Contact Scanning) گویند. ترانسدوسر می تواند در یک نقطه بماند و به جلو و عقب متمایل شود و ایجاد یک اسکن ساده قطاعی (Sector) (شکل A ۲۰-۲۰) کند. ولی بیشتر, ترانسدوسر در عرض بدن درحالیکه دوران هم می‌کند حرکت می‌کند و ایجاد یک اسکن تماسی مرکب (شکل B ۲۰-۲۰) می‌کند. این حرکت مرکب (Compound) در بدن مورد نیاز است زیرا ساختمانهای تشریحی در بدن زوایای مختلفی دارند که از آنجاها امواج اولتراسوند بازتابیده می شوند. اگر زاویه بین خط عمود بر سطح ترانسدوسر و بر سطح حدفاصلی که تصویر می‌شود بیش از ۵ درجه باشد, مقدار اولتراسوند بازتابی به ترانسدوسر کمتر از آن است که بتواند تصویری ایجاد کند. بدین ترتیب, حرکت اسکنی مرکب لازم است که سطح ترانسدوسر را برای زوایای مختلفی که حدفاصلها برای ایجاد تصویر دارند مناسب کند. سوار کردن

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

اکوهایی که بوسیلهٔ اسکن مرکب بدست می آید به یک تصویر معنی دار, نیاز به همزمانی دقیق بین حرکات ترانسدوسر و نمایش تیوب اشعه کاتودیک دارد.

در سوار کردن تصویر, تعیین مکان یک اکو نسبت به دیگری بوسیله یک کامپیوتر کوچک که اطلاعات به آن بوسیله یک بازویی که سه مفصل دارد می رسد انجام می‌گیرد (شکل ۲۱-۲۰). کامپیوتر امتداد خط پایه را با محاسبه درجات سه مفصل حساب می‌کند. ژرفای اکو, مانند حالت A بوسیله وقفه زمانی تعیین می‌شود.

وقتی ترانسدوسر از یک نقطه به نقطهٔ دیگر, در تصویر از نقطه A به نقطهٔ B, حرکت می‌کند کامپیوتر دوباره زوایا و زمان تأخیر را حساب می‌کند تا علائم برگشتی را در جای درست نشان دهد. حتی گرچه اکوها از دو موقعیت کاملاً مختلف ترانسدوسر (A و B) بیایند, کامپیوتر درست تفسیر می‌کند که آنها از یک نقطه آمده اند (P). هزاران از این محاسبات و اکوها در روی صفحه نمایش تصویری را به صورت یک مقطع ایجاد می‌کنند. سازندگان مختلف روشهای مختلفی برای اندازه گیری سه زاویه بکار می برند. زوایای مفصلهای بازو را ممکن است با پتانسیومترها و یا با رمزگشاهای دیژیتال اپتیکال که علائمی ایجاد می‌کنند که با وضعیت و جهت ترانسدوسر تغییر می‌کنند اندازه گرفت.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

برای بازنگری: بازوی اسکن دو کار انجام می‌دهد: (۱) فضایی صوت را تعیین می‌کند, و (۲) حرکت ترانسدوسر را تحت نظم و محدودیت درمی آورد بطوری که تمام اجزای یک مقطع تصویری از یک مقطع بیابند.

روشی که برای نشان دادن تصویری که بوسیله اسکن حالت B گرفته می‌شود باید از روش نشان دادن تصویرهای عادی تیوب اشعه کاتودیک برای نشان دادن تصاویر حالت A مختلف باشد. دو نیاز را باید برطرف کرد. اول, باید تصویر روی صفحه نمایش به مدت کافی بماند تا قابل مطالعه باشد (تصویر در تیوبهای معمولی اشعه کاتودیک فقط در جزئی از یک ثانیه قابل دید است). دوم, بقای تصویر لازم است تا اجازه دهد که یک عکس در اثر حرکت مرکب ترانسدوسر ساخته شود. در ابتدا, این نیازها با نشان دادن اسکن حالت B روی یک تیوب پرتو کاتودیک تعدیل یافته, به نام تیوب «ذخیره ای» پرتو کاتودیک (یا تیوب «با بقای متغیر») تأمین می شد. این تیوبها به امتحان کننده اجازه می دادند که اسکن حالت B را درحالیکه انجام می شد ببینند (یک تصویر می توانست بطور مداوم برای مدت ۱۰ دقیقه دیده شود). طراحی و طرز کار تیوب پرتو کاتودیک با بقای متغیر چندان بمورد بنظر نمی رسد, بنابراین به شما (و به خودمان) زحمت تشریح جزئیات تکنیکی آن را نمی دهیم. همچنین, این نوع نمایش در اسکنرهای فعلی حالت B بکار نمی رود. عیب بزرگ این تیوبهای ذخیره ای دید مستقیم محدودیت قابلیت آنها برای نشان دادن سایه های خاکستری است,

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

و تصویر در روی صفحه فقط از نواحی روشن یا تیره تشکیل شده است. این را تصویر دورنگی (Bistable Image) گویند.

تصویر سازی جدول خاکستری

با بوجود آمدن تصویرسازی جدول خاکستری, اسکن حالت B در ۱۹۷۲ قدم بزرگی به جلو برداشت. منظور از تصویرسازی جدول خاکستری نشان دادن تغییرات زیاد بلندیهای اکوهایی که از بافتها می آیند به صورت سایه های خاکستری بر روی صفحه نمایشگر تلویزیون می‌باشد. این متضاد تصویر دورنگی یا تصویر جدول خاکستری محدود شده است که با تیوبهای اشعه کاتودیک ذخیره ای قابل انجامند. تصویر سازی جدول خاکستری با بوجود آمدن تیوب اسکن تبدیل حافظه (Scan conversion memory tube) ممکن شد (معمولاً آن را مبدل اسکن «Scan Conventer» گویند).

برخلاف تیوبهای پرتوکاتودیک ذخیره ای, تیوبهای مبدل اسکن ایجاد تصویر قابل رؤیت نمی‌کنند. درعوض, مبدل اسکن اطلاعاتی را که از یک ترانسدوسر می رسد ذخیره می‌کند, و سپس, اطلاعات ذخیره شده را برای تولید علائمی که برای ایجاد تصویر قابل رؤیت روی صفحه نمایش تلویزیون بکار می روند, بکار می برد. یک تیوب مبدل اسکن از این جهت که باعث می‌شود که یک شعاع الکترونی یک هدف را که قابلیت ذخیره اطلاعات دریافت شده را دارد

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

اسکن کند شبیه تیوب اشعه کاتودیک است. شعاع الکترونی, بطور متناوب برای «نوشتن» اطلاعات بر روی هدف, «خواندن» اطلاعات, برای تولید علائم که برای تلویزیون فرستاده می‌شود, و پاک کردن هدف برای آماده کردن آن برای دریافت اطلاعات جدید بکار می رود. هدف مبدل اسکن یک وسیله پیچیده ای است که تشکیل شده است از صفحه پشتیبان سیلیکونی به قطر در حدود ۲۵ میلیمتر که بر روی آن بیش از یک میلیون قطعات مربعی ریز (در حدود μm ۱۰) قرار داده شده است. منطقی است که فرض کنیم که وقتی ترانسدوسر برای اسکن بیمار در روش اسکن تماسی مرکب بکار می رود. چندین اکوی برگشتی از یک نقطه بوسیله ترانسدوسر دریافت می‌شود. وقتی هدف مبدل اسکن علائم متعدد از یک نقطه دریافت می‌کند, فقط قویترین علامت را ضبط کرده, بقیه را دور می ریزد.

به این ترتیب, عکس نهایی فقط از قویترین اکو کشف شده از هر نقطه, و نه از جمع اتفاقی چندین علامت تشکیل شده است (این را «فرانویسی» «Overwriting» گویند). این دلیلی است که چرا امتحان کننده قادر است با حرکات مکرر ترانسدوسر در سطح هر تصویر, یک عکس قابل تشخیصتری بسازد. وقتی تصویر در هدف مبدل اسکن ذخیره شود می توان شعاع الکترونی را واداشت تا هدف را جاروب کند و ایجاد علامت قابل نشان دادن روی تلویزیون معمولی بنماید.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

دوگونه تیوب اسکن مبدل حافظه وجود دارد. تیوب مبدل اسکن آنالوگ در ۱۹۷۲ درست شد. بعداً, مبدل اسکن دیژیتال جای آنالوگ را گرفت. اصطلاح های «آنالوگ» و «دیژیتال» نزد بیشتر پزشکان نسبتاً مبهمند. به سبب ورود انفجاری اجزای «دیژیتال» در کارهای تصویری تشخیصی, ما این عنوان را موضوع یک فصل تمام کرده ایم. بطور خلاصه, مبدل اسکن دیژیتال تغییرات بلندی اکوهای دریافتی بوسیله ترانسدوسر را به شماره های دوگانی (Binary) تبدیل می‌کند. این اطلاعات در ١٦ (٤ بیت) یا ٣٢ (٥ بیت) و یا بیشتر از آن سطح خاکستری ذخیره می‌شود که می توان روی نمایشگر تلویزیون نشان داد.

مبدل اسکن آنالوگ در استفاده بالینی قدری اشکال بوجود می آورد زیرا سطوح جدول خاکستری که به هر بلندی اکو منسوب می شوند متمایلند جریان یابند, و باعث اختلال تصویر شود, و مقایسه بین اسکنهای انجام یافته در تاریخهای مختلف را مشکل کند.

همچنین, سوسو زدن نامطبوع تصویر که روی تلویزیون دیده می‌شود وجود دارد. این سوسو زدن مربوط به این واقعیت است که تیوب مبدل اسکن باید در عین حال تصویر را ذخیره کند (بنویسد) و آن را به نمایشگر تلویزیون بفرستد (بخواند). تیوب در زمانی که تصویر دریافت می‌شود متناوباً وضع خود را به حالت خواندن و نوشتن در می‌آورد. یک تیوب مبدل آنالوگ قادر است که این تبادل را با سرعت ده بار برای هر تصویر تلویزیونی انجام دهد. و ایجاد سوسو

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

زدن قابل دید کند. تصویر وقتی بوسیله مبدل آنالوگ ذخیره شد, قبل از اینکه زوال تصویر شروع شود می تواند به مدت ده دقیقه دیده شود.

تیوبهای مبدل اسکن دیژیتال از جاری شدن (Drift) جدول خاکستری آزادند. آنها سرعت نوشتن خیلی سریعتر از واحد آنالوگ دارند, بنابراین سوسو زدن بر صفحه تلویزیون ندارند. تصویر وقتی ذخیره شود, بر تیوب ذخیره دیژیتال می تواند همیشه دیده شود. مبدلهای اسکن دیژیتال برای پردازش پیشرفته کامپیوتر مناسبند و قابل بکاربردن در تصویرسازی ریل تایم هستند. بنابراین به نظر می‌رسد تیوب حافظه ای مبدل اسکن دیژیتال جانشین دستگاه آنالوگ شود.

قادر بودن به خواندن اطلاعات ذخیره شده در تیوب مبدل اسکن بر روی صفحه تلویزیون عادی چندین فایده دارد. چنین نمایشگرهایی گران نیستند و اعضای فرعی از قبیل مولد حروف را می توان به سادگی با آن بکار برد تا اسکن را مشخص کند. قسمت تنظیم نمایشگر تلویزیون را می‌توان بکار برد تا کنتراست و درخشندگی را میزان کند. سایر ملحقات تلویزیون از قبیل رنگ, نوار ویدیو و دیسک ویدیو را می‌توان بطور اختیاری بکار برد. می‌توان بزرگنمایی (Zoom) را نیز با استفاده از فقط قسمتی از تصویر ذخیره شده برای ایجاد تصویر تلویزیونی انجام داد. همچنین, ممکن است چندین تصویر کامل را روی قسمتهای مختلف هدف مبدل اسکن ذخیره کرد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

در اینجا, بطور خلاصه مزایای تیوب مبدل حافظه اسکن دیژیتال را بر تیوبهای دید مستقیم ذخیره پرتو کاتودیک بازنگری می کنیم.

۱- خواندن تصویر بر روی نمایشگر معمولی تلویزیون اجازه به استفاده از وسایل فرعی متعدد و تنظیم اضافی تصویر می‌دهد.

۲- امکان پردازش کامپیوتری اطلاعات وجود دارد.

۳- نمایش جدول خاکستری در دسترس است.

٤- نمایش بزرگنمایی (Zoom) در دسترس است.

۵- بیش از یک تصویر را می توان ذخیره کرد.

٦- قدرت تحلیل (Resolution) بهتر است.

۷- رؤیت طولانی از کیفیت تصویر نمی کاهد.

۸- فرانویسی قابل چشم پوشی وجود دارد (فقط قویترین علامت از هر نقطه ثبت می‌شود).

تنظیمها **(Controls)**

تعداد و شدت اکوها از هر ناحیه بخصوص بسیار متغیر است و تنظیم اسکنر برای اینکه یک ناحیه را خوب نشان دهد اغلب کیفیت تصویر را در سایر نواحی می کاهد. تنظیمهای متعدد در دستگاههای اولتراسوند قرار داده شده اند, و تمام طوری طراحی شده اند که شدت اکوها را از ژرفاهای مختلف تنظیم کنند. معمولاً چندین تنظیم همزمان بکار برده می شوند, بطوری که یک ترتیب

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

منطقی برای بحث از آنها وجود ندارد. تنظیمهای زیر ممکن است در دسترس باشند اگرچه تمام آنها ممکن است بوسیلهٔ یک سازنده بکار نروند.

۱- جبران کننده بهره زمانی ۲- تأخیر

۳- شدت ٤- بهره خشن

٥- رد کننده ٦- بهره نزدیک

۷- بهرهٔ دور ۸- تشدید

اکوها از ساختمانهای ژرف بسیار ضعیفتر از اکوها از ساختمانهای نزدیک است. این دو ممکن است با ضریب میلیون با هم اختلاف داشته باشند. اگر یک اکو از یک شئی نزدیک به سطح ایجاد خار ۱۰ سانتیمتری کند, چنانکه در حالت A نشان داده می‌شود, اکوهایی از ساختمانهای ژرفتر ممکن است فقط ۰/۰۰۱ میلیمتر باشند, که کمتر از ضخامت مو است. مسلماً برای ترمیم این موضوع باید کاری کرد و بیشتر تنظیمها فقط برای این منظور طراحی شده اند. جبران کننده بهره زمانی (TGC یا Time gain compensator) مهمترین تنظیم است. کار آن در شکل ۲۳-۲۰ نشان داده شده است. اکوها از ساختمانهای عمقی به شدت تخفیف یافته اند و ایجاد خارهای کوچک (شکل ۲۲-۲۰ B) می‌کنند. TGC در شکل ۲۲-۲۰ C به صورت یک خط سراشیب نشان داده شده است و بلندی سراشیبی به بلندی ضربانها افزوده می‌شود. نتیجه, که در شکل ۲۲-۲۰ D نشان داده شده است که یک ردیف ضربانها با بلندی

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

مشابه می‌باشد. شیب TGC درجه تقویت را میزان می‌کند. شیب به صورت خط مستقیم نشان داده شده ولی عملاً توانی است, زیرا هرچه اکوها ژرفتر باشند, بیش از آنچه در شکل نشان داده شده نیاز به تقویت دارند. عملاً ممکن است بیش از هزار برابر تقویت شوند. تنظیم تأخیر, ژرفایی را که در آن TGC آغاز به تقویت علائم ضعیفتر می‌کند, نشان می‌دهد.

سه تنظیم بر بلندی در تمام نمایش, بدون تبعیض به نفع یا به ضرر یک عمق بخصوص, حکومت می‌کنند. اولی آن تنظیم شدت است, که اختلاف پتانسیل را در ترانسدوسر تعیین می‌کند (یعنی قدرت ضربان ولتاژ). افزایش شدت ایجاد شعاع پرانرژیتر اولتراسونیک می‌کند و به این ترتیب ایجاد اکوهای قویتر در تمام سطوح می نماید. دومین تنظیم بلندی, بهره خشن است, که بلندی اکو را در تمام ژرفاها تنظیم می‌کند. افزایش تنظیم بهره خشن, تمام اکوها را به نسبت تشدید می‌کند (شکل ۲۳-۲۰). اکوهای ابتدایی (شکل ۲۳-۲۰ A) با افزایش بهره خشن (coarse gain) تماماً به دو برابر بلندی خود تشدید می شوند (شکل ۲۳-۲۰ B). سومین تنظیم کننده بلندی, تنظیم رد کردن (reject control) است, و با دوتای دیگر مختصری اختلاف دارد. اگرچه این تنظیم بین اکوهای ژرفای بخصوص تبعیض نمی گذارد, ولی بر اکوهای پایینتر از حداقل تبعیض می گذارد. (شکل ۲۳-۲۰ C و D). ردکننده تصویر را با زدایش اکوهای کوچک بی

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

مصرف پاک می‌کند. رد کردن انتخابی علائم ضعیفتر وضوح قویترها را بالا می برد.

تنظیم تأخیر (Delay Control) عمقی را که در آن TGC شروع به تقویت علائم ضعیفتر می‌کند تعیین می نماید (شکل ۲٤-۲۰). مسلماً اکوهای قوی سطحی نیاز به تقویت با TGC ندارند. در واقع ممکن است نیاز به تخفیفشان باشد. این بوسیله تنظیم بهره نزدیک (Near gain control) تعیین می‌شود که عمدتاً برای کاهش و نه افزایش اکوهای نزدیک بکار می رود. فاصله ای که در طول آن بهره نزدیک کار می‌کند بوسیله تأخیر تنظیم می‌شود.

دو روش اضافی دیگر را ممکن است برای تکمیل اکوهای دور (یعنی آنهایی که از بافتهای عمقی سرچشمه می گیرند) بکار برد بهره دور (far gain) و تنظیمهای تشدیدی (Enhancement Controls). بهره دور شبیه بهره نزدیک ولی در انتهای دیگر منحنی TGC است و برای تشدید تمام اکوهای دور بکار می رود. تنظیمهای تشدید یک قسمت ناحیه ای منحنی را تقویت می‌کند (شکل ۲٤-۲۰). اینها دروازه ای در ژرفای بخصوص می گشایند و اکوها را در این دروازه تا سطح دلخواه تقویت می‌کنند. مثلاً دروازه را می توان طوری تنظیم کرد که نزدیکترین و دورترین ناحیه حرکت دریچه میترال را دربرگیرد, در اینحال اکوها از این ناحیه بخصوص می توانند تشدید شوند تا دریچه میترال را

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

واضحتر نشان دهند. ترکیب و تداخل بین تمام این تنظیمها بسیار پیچیده است, و غیر ممکن است که اثر آنها را بر تصویر از روی کتاب آموخت.

سرعت ضربانها **(Pulse Rate)**

سرعت ضربانها و فرکانس دو چیز جدا هستند. فرکانس اشاره به اختصاصات صوت دارد, یعنی تعداد دفعاتی که در ثانیه ذرات هدایت کننده صوت به جلو و عقب نوسان پیدا می‌کنند, که معمولاً در سونوگرافی پزشکی بین ۱ و ۲۰ MHz است. سرعت ضربانها یعنی تعداد دستجات کوچک صوتی که در هر ثانیه فرستاده می شوند (شکل ۲۵-۲۰). هر ضربان صوتی کوتاه است (بطور معمول دو یا سه طول موج), و طول آن با عامل Q یِ ترانسدوسر تغییر می‌کند. بین ضربانها ترانسدوسر به عنوان گیرنده کار می‌کند. سرعت بکار رفته شایع ۱۰۰۰ ضربان در ثانیه است (با محدوده ای از ۵۰۰ تا ۳۰۰۰). در این سرعت, زمان کامل موجود برای هر ضربان ۰/۰۰۱ ثانیه است. تقریباً یک میلیونیوم ثانیه برای فرستادن اختصاص داده می‌شود, بنابراین ترانسدوسر هزار برابر اینکه فرستنده است, دریافت کننده می‌باشد.

سرعت ضربان تعداد کل اکوها را که در واحد زمان به ترانسدوسر می رسند تعیین می‌کند. دو برابر کردن سرعت از ۱۰۰۰ به ۲۰۰۰ ضربان در ثانیه, تعداد اکوهایی را که در هر ثانیه به ترانسدوسر برمی گردند دو برابر می‌کند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

مسلماً, یک سرعت زیاد ضربانها مطلوب است, ولی سرعت خیلی زیاد یک مسئله دیگر ایجاد می‌کند. ترانسدوسر در عین حال نمی تواند هم بفرستد و هم بگیرد. در حالیکه سرعت ضربانها افزوده می‌شود, زمان دریافت کاهش می یابد. اگر زمان دریافت خیلی کوتاه باشد, اکوها از قسمتهای دور, ممکن است وقتی ضربان بعدی زده می‌شود هنوز در راه باشند. زمان بین ضربانها, یا سرعت ضربانها باید طوری باشد که با ضخیمترین قسمت مورد امتحان سازگار باشد. این ضخامت نصف فاصله بین دو ضربان است.

بیاد بیاورید, صوت یک مسافرت رفت و برگشت می‌کند, بنابراین ضخامت حداکثر را که می توان امتحان کرد فقط نصف فاصله ای است که صوت می تواند حرکت کند. جدول ۷-۲۰ ضخامت حداکثر عضو را که می توان در سرعتهای مختلف ضربان امتحان کرد نشان می‌دهد. در سرعت شایع ۱۰۰۰ ضربان در ثانیه, یک عضو با ضخامت ۷۵ cm را می توان امتحان کرد. در سرعت ۱۰۰۰۰ ضخیمترین قسمت ۷/۵ cm است که برای افتالمولوژی رضایتبخش است ولی برای تصویرسازی از شکم مناسب نیست.

اصول تصویرسازی

حالت پنج میله سیمی که در فواصل مساوی قرار دارند را با یک ترانسدو سر میزان شده نشان می‌دهد (ترانسدوسر میزان شده بعدا شرح داده خواهد شد). سیمها نسبت به شعاع صوتی قطر کم دارند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

در حالی که شعاع از چپ به راست حرکت می‌کند، وقتی لبه قدامی شعاع به سیم بر می‌خورد اکوها شروع می‌شوند و ادامه پیدا می‌کنند تا اینکه شعاع کاملا از سیم بگذرد. تصاویر منتجه عکسهایی از شعاع صوتی و نه از سیمها هستند. چون پهنای شعاع با عمق تغییر می‌کند، پهنای تصویرها نیز با عمق تغییر می‌کند و آنجا که شعاع از همه جا باریکتر است تصویر به شکل سیم از همه نزدیکتر است. سیم، سوراخ سوزن سونوگرافی کننده است.

حالت پنج میله سیمی که در فواصل مساوی قرار دارند را با یک ترانسدوسر میزان شده نشان می دهد (ترانسدوسر میزان شده بعداً شرح داده خواهد شد). سیمها نسبت به شعاع صوتی قطر کم دارند. در حالیکه شعاع از چپ به راست حرکت می کند، وقتی لبه قدامی شعاع به سیم بر می خورد اکوها شروع می شوند و ادامه پیدا می کندن تا اینکه شعاع کاملاً از سیم بگذرد. تصاویر منتجه عکسهایی از شعاع صوتی و نه از سیمها هستند. چون پهنای شعاع با عمق تغییر می کند، پهنای تصویرها نیز با عمق تغییر می کند و آنجا که شعاع از همه جا باریکتر است تصویر به شکل سیم از همه نزدیکتر است. سیم، سوراخ سوزن سونوگرافی کننده است.

قدرت تحلیل (Resolution)

وقتی ما راجع به قدرت تحلیل حالت A صحبت می کنیم، نظر ما فقط بر قابلیت شعاع به نشان دادن دو شئی در عمقهای مختلف است. ولی در حالت B نظر ما بر تحلیل افقی (horizontal) یا عرضی (lateral) نیز هست: و آن قابلیت جدا کردن دو شیء مجاور هم

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

است. ما اینها را بنام قدرت تحلیل عمقی و عرضی خواهیم خواند. هیچیک از این دو به درستی، حداقل با معیارهای تصویری رادیولوژی، تعریف شده نیستند، بنابراین، بحث ما به صورت اصول کلی، و نه تعداد خط در میلیمتر، خواهد بود.

قدرت تحلیل عمقی (depth) یا محوری (axial)

قدرت تحلیل عمقی قابلیت شعاع به جدا کردن اشیاء نزدیک هم که در امتداد محور شعاع قرار دارند می باشد. شکل ۲۷-۲۰ ترتیب زمانی یک ضربان اولتراسوند را که دو سطح b,a را، که از هم فاصله X دارند، تفکیک می کند، نشان می دهد. در زمانهای ۲و۳، قسمتهایی از شعاع به ترتیب، از سطحهای b,a منعکس شده اند. ضربانهای انعکاسی کاملاً جدا هستند و هر یک علامت خود را ایجاد می کند. جدایی لبه هادی آنها 2X، یا دو برابر جدایی ابتدایی است، زیرا اکوی دوم باید در فاصله X سفر رفت و برگشت کند. طولانی ضربانی صوتی، که به آن «طول فضایی ضربان» (spatial pulse length) گوییم مساوی طول موج صوت ضرب در تعداد طول موج در ضربان است. تعداد طول موج بستگی به عامل Qی ترانسدوسر دارد. مثلاً، در فرکانس ۱/۵ مگاهرتس، طول موج صوت در آب ۱mm (۱۵۰۰۰۰۰cycleo/sec :۱۵۰۰۰۰۰mm/sec =λ). اگر چنین ضربان صوتی شامل سه طول موج باشد، طول فضایی ضربان، ۳mm خواهد بود. دو شیء می توانند تفکیک شوند اگر طول فضایی ضربان کمتر از دو برابر فاصله آنها باشد. شکل ۲۸-۲۰ دو شیء را که فاصله‌شان درست برابر نصف طول فضایی ضربان است نشان می دهد. در زمان ۲، ضربان دو تا شده است، ولی پیش از اینکه دومین ضربان منعکس شده

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

از سطح b برگردد، اولین ضربان منعکس شده سطح a را آزاد نمی کند. ترانسدوسر فقط یک ضربان می بیند و بنابراین دو سطح تفکیک نمی شوند.

اکوهای چند بازتابی (Reverberation Echoes)

ما وقتی درباره توموگرافی صحبت کردیم تصویرهای شبحی (phantom) را به عنوان تصویرهایی تعریف کردیم که به چشم ظاهر می شوند ولی وجود فیزیکی ندارند. تصویر مشابهی، به نام تصویر چند بازتابی، در سونوگرافی پیدا می شود. شکل ۲۹-۲۰ نشان می دهد که چگونه این تصویرهای اضافی ایجاد می شود. وضعیت بحرانی در زمان ٤ اتفاق می افتد، که در این زمان، اکوهای برگشتی از b دوباره از سطح پشتی a منعکس می شوند و سکوی سوم را (زمان ٥) ایجاد می کنند، که ترانسدوسر آن را به عنوان یک شیء دیگر تفسیر می کند. به این ترتیب، سه سطح نشان داده می شود، که سطح سوم تصویر چند بازتابی است. زمان ٦، شروع تصویر چهارم را با وضعیت هندسی که در شکل تصویر شده است می نماید، تعداد تصاویر چند بازتابی فقط بوسیله قدرت نفوذی شعاع و حساسیت آشکارساز محدود می‌شود.

خود ترانسدوسر ممکن است به عنوان سطح منعکس کننده عمل کندو، بویژه در سونوگرافی افتالمولوژی، ایجاد آرتفاکتهای چند بازتابی کند. آرتفکت بوسیله تغییر دستی فاصله ترانسدوسر نسبت به کره چشم تشخیص داده می شود. تصویر ساختگی بطور همزمان با ترانسدوسر حرکت می کند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

قدرت تحلیل عرضی (Lateral) یا افقی (Horizontal)

قدرت تحلیل عرضی قابلیت جدا کردن دو شیء مجاور است. شکل ۳۰-۲۰ دو شیء را که بوسیله فضای باریکی از هم جدا شده اند نشان می دهد. برای تشخیص اشیاء به صورت مجزا، شعاع باید باریکتر از فضای بین اشیاء باشد. در شکل A ۳۰-۲۰، شعاع خیلی پهن است و بنابراین، حتی وقتی که شعاع بر فضا سوار می شود، آن را یک لبه تفسیر می کند و فضا تشخیص داده نشده می ماند. یک راه آشکار برای بهبود قدرت تحلیل و باریک کردن شعاع بکار بردن ترانسدوسر کوچکتر است. این در بعضی از حالات بالینی، مثلاً در افتالمولوژی که ترانسدوسرهای با فرکانس بالا و قطر کوچک برای ایجاد قدرت تحلیل عالی بکار می روند، خوب اثر می کند. ولی امتیاز ترانسدوسر کوچک در شکم که خیلی ضخیمتر است از بین می رود. حتی در فرکانسهای بالا، ناحیه فرنل کوتاهتر از آن است که به قسمتهای عمقی برسد. شکل B ۳۰-۲۰ مسئله را نشان می دهد. شعاع در سطح شیء مورد نظر، بخوبی در ناحیه فرانهوفر قرار دارد، و ممکن است عملاً پهنتر از شعاع یک ترانسدوسر بزرگتر باشد.

ترانسدوسرهای میزان شده (Focused)

حل مسئله تصویری بالا در استفده از ترانسدوسر میزان شده است، همچنانکه در شکل C ۳۰-۲۰ نشان داده شده است. ترانسدوسرهای میزان شده پهنای شعاع را محدود می کند و قدرت تحلیل عرضی را بهبود می بخشند ولی آنها برای میزان شدن در ژرفا یا محدوده ژرفای بخصوصی طراحی شده اند، بنابراین باید برای نمایش مناسب برای

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

ژرفای مورد نظر انتخاب شوند. در شکل C ۳۰-۲۰ شعاع در ژرفای مناسب میزان شده است. بطوری که می تواند از فضای بین اشیاء b,a بگذرد. به این ترتیب آنها را به صورت جدا از هم نشان دهد.

پرتوهای صوتی می توانند یا با بلور پیزوالکتریک منحنی و یا با یک عدسی آکوستیک میزان شوند. ماده عدسی، که معمولاً پولی استیرن (Polystyrene) و با صمغ اپوکسی (Epoxy Resin) است صوت را با سرعت بیشتر از بافتهای بدن هدایت می‌کند، بنابراین صوت به سوی یک نقطه در فضا می شکند یا خم می شود. با دانستن شعاع انحنای عدسی و سرعت صوت در ماده عدسی و بافتهای بدن، نقطه کانونی دقیق را می توان حساب کرد. یک تقریب نزدیک به فاصله کانونی قطر انحنای عدسی می‌باشد (شکل ۳۱-۲۰). میزان کردن، ناحیه انتقالی بین ناحیه نزدیک و دور را از نقطه پیش‌بینی شده آن در X' به نقطه نزدیکتر X'_f به ترانسدوسر منتقل می کند. در نقطه کانونی شعاع از همه جا باریکتر است و بیشترین شدت را دارد، ولی این نقطه خیلی تیز و محدود شده نیست. مانند عدسی اپتیک، عدسی آکوستیک ناحیه کانونی دارد، و آن فاصله ای است که در آن فاصله خواص کانونی نسبتاً خوب برقرار است. ناحیه کانونی با عدسیهای دارای فاصله کانونی کوتاه وقطر بزرگ کوتاهتر است. ترانسدوسرهای میزان شده بسته به عمقی که در آن میزان شده اند به کوتاه، متوسط، و بلند طبقه بندی شده اند، به صورت زیر:

کوتاه ٦-٤ سانتیمتر

متوسط ٨-٦ سانتیمتر

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بلند ۱۱-۸ سانتیمتر

ضخامت توموگرافیک

اصطلاح «ضخامت توموگرافیک» فقط برای اسکن حالت B معنی دار است. منظور از آن ضخامت برش خوب میزان شده یا ضخامتی است که شعاع صوتی می بیند. آن خیلی ارتباط به تحلیل عرضی دارد. ما اسکنر حالت B را به صورت شمشیری تشبیه می کنیم که بریدگی عمقی در بدن ایجاد می کند. تشبیه به دو شمشیر دقیقتر است. دو شمشیر در کنار هم با جدایی برابر پهنای شعاع که یک لایه بافتی را می برند. هرچه برش نازکتر باشد، تصویر سطح بافتی را درست تر نشان می دهد. تصویر نهایی مجموعه تمام اشیاء در لایه برش است. ضخامت و شکل برش توموگرافیک همانند شعاع صوتی است. یک شعاع استوانه ای (میزان نشده) یک برش مانند پنکیک (Pancake) ایجاد می کند که در ناحیه فرنل کناره های موازی و در ناحیه فرانهوفر ته بوقی شکل دارد. برشهای با ترانسدوسرهای میزان شده در بالا و پایین گشاد شده هستند و باریکترین ناحیه آنها در مرکز است. گشادشدگی بالا با پهنای ترانسدوسر محدود می شودولی گشادشدگی پایین با افزایش ژرفا زیاد می گردد.

روشهای داپلر

اثر داپلر عبارت است از تغییر در فرکانس دریافتی صوت که بوسیله منبع متحرک ساطع می شود. این اثر اولین بار بوسیله کریستین داپلر (Christian Dappler) در سال ۱۸۴۳ شرح داده شد. علت تغییر فرکانس در شکل ۳۲-۲۰ نشان داده شده است. در شکل A

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

۳۲-۲۰، یک منبع مرتعش (P) ایجاد یک سری امواج متحدالمرکز می کند، که تماماً از مرکز حرکت می کنند، و قدیمی ترینشان در محیطی ترین موقعیت (زمان ۱) و جدیدترینشان در مرکز (زمان ٦) قرار دارد. سرعت صوت در محیط بخصوص و فرکانس لرزاننده طول موج (λ) یا فاصله بین اوجها را تعیین می کنند. در شکل B ۳۲-۲۰ منبع صوتی در حال ارتعاش به طرف راست حرکت می کند. این منبع یک اوج می فرستد و سپس در یک جهت به دنبال اوج می دود و در جهت دیگر از آن دور می شود. صوت معمولاًاز منبع تندتر حرکت می کند، بنابراین منبع هرگز به اوج نمی رسد. حرکت منبع شکاف بین اوجها را تغییر می دهد، در طرف راست فرکانس را افزوده وطول موج را کم می کند، و در طرف چپ فرکانس را کم و طول موج را زیاد می کند. سرعت صوت با حرکت منبع تغییر نمی کند، بنابراین صوت در تمام جهات با یک سرعت حرکت می کند. تغییر طول موج به سبب حرکت منبع است که فواصل بین اوجها را تغییر می دهد.

مقدار انحراف داپلر در شکل ۳۳-۲۰ نشان داده شده است. یک آمبولانس که با سرعت ۲۷m/sec (در حدود ۹۷ کیلومتر در ساعت) حرکت می کند آژیر خود را با فرکانس ۱۰۰۰Hz به صدا در آورده است. فرکانس در جلوی آژیر ۱۰۸٦Hz، است در حالیکه فرکانس در عقب آژیر ۹۲٦Hz می باشد. یک شخص پیاده در حالیکه آمبولانس می گذرد، انحراف فرکانس ۱٦۰Hz را می شنود. تنها افرادی که فرکانس واقعی ۱۰۰۰Hz را

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

می شنوند مسافرین وسیله می باشند. روشهای داپلر برای مطالعه حرکت، عمدتاً در دستگاه گردش خون، بکار می رود.

دو ترانسدوسر در حالت سمعی (audio mode) بکار می روند که یکی فرستنده و دیگری گیرنده است. هر دو بطور مداوم عمل می کنند. وسایل داپلر ضربانی (Pulsed Doppler) که بوسیله آنها می توان علائم داپلر را از عمقهای مختلف افتراق داد با داپلر با موج مداوم (Continuous Wave Doppler) خیلی اختلاف دارند و جداگانه شرح داده خواهند شد.

داپلر با موج مداوم

حالت داپلر با موج مداوم دو عنصر پیزوالتریک بکار می برد، که هر دو در یک سر قرار دارند (شکل ۳٤-۲۰). یک بلور علائم مداوم صوتی، با فرکانس معلوم، معمولاً بین ۳ و ۸MHz می فرستد. بلور دیگر اکوهای برگشتی را دریافت و فرکانسشان را ثبت می کند. فرکانس علائم ابتدایی بطور جبری از فرکانس اکوهای برگشتی کم می‌شود. اختلاف، انحراف داپلر است، که معمولاً در محدوده فرکانسهای قابل کشف بوسیله گوش انسان است و، پس از تقویت، این انحراف داپلر یک علامت سمعی است. اکوهای برگشتی از عناصر سلولی خون، بویژه گلبولهای قرمز سرچشمه می‌گیرند. شعاع داپلر برای کشف حرکت خون در داخل رگ است و نه حرکت دیواره رگ.

برخلاف سونوگرافی ضربانی که در آن شدت اکوهای برگشتی وقتی که شعاع به سطح منعکس کننده عمود است، حداکثر می باشد، انحراف داپلر وقتی که شعاع به رگ در

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

زاویه کوچکی برخورد می کند حداکثر است. شکل ۳٤-۲۰ بردار حرکت گلبولهای قرمز خون را به طرف ترانسدوسر حتی گرچه ترانسدوسر در مسیر مستقیم جریان نیست، نشان می دهد. هرچه زاویه بین شعاع صوتی و جهت جریان (θ) کوچکتر باشد، بردار حرکت به طرف ترانسدوسر بزرگتر، و انحراف داپلر بیشتر است. از نظر فرضیه ای، وقتی ترانسدوسر عمود بر جهت حرکت خون باشد، حرکت را نمی توان کشف کرد، ولی عملاً این حالت به سبب تباعد شعاع اتفاق نمی افتد (یعنی قسمتی از شعاع همیشه خارج از وضع عمودی است). تغییر فرکانس اکوهای پخش شده برگشتی را می توان با رابطه انحراف داپلر حساب کرد، به شرح زیر:

$$\Delta\nu = \frac{2\nu S}{V}\text{Cos}\theta$$

$\Delta\nu$ = تغییر فرکانس (انحراف داپلر- Hz)

ν = فرکانس شعاع ابتدایی (Hz)

S= سرعت حرکت خون (m/s)

V= سرعت صوت (۱۵٤۰m/s)

θ = زاویه بین شعاع صوتی و جهت حرکت خون (شکل ۳٤-۲۰)

بردار حرکت سلول خونی به طرف ترانسدوسر بوسیله Cosθ در رابطه نشان داده می شود. اگر زاویه افزایش یابد، بردار حرکتی به طرف ترانسدوسر کوچکتر است و متناسباً Cosθ بزرگتر می شود و هنگامی که مستقیماً به داخل جریان خون نگاه می کند به ۱ نزدیک می گردد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

چرا شماره ۲ در معادله انحراف داپلر ظاهر شده است؟ وقتی که یک انحراف داپلر بوسیله گلبولهای قرمز متحرک خون ایجاد شود دو انحراف پیاپی داپلر برقرار می‌گردد. اول، صورت از ترانسدوسر ثابت بوسیله گلبول قرمز متحرک دریافت می گردد. دوم، گلبولهای قرمز متحرک، وقتی دوباره صوت را به طرف ترانسدوسر بر می گردانند، به صورت یک منبع صوتی متحرک عمل می کنند. یک انحراف داپلر وقتی که گلبولهای متحرک موج اولتراسوند را دریافت می کنند پیدا می شود، و انحراف دوم داپلر وقتی که گلبولهای متحرک اولتراسوند را به طرف ترانسدوسر ثابت بازتاب می دهند، تولید می شود. دو انحراف داپلر تقریباً مساویند و با هم جمع می شوند. انحراف دوگانه داپلر علت ضریب ۲ است که در رابطه انحراف داپلر ظاهر شده است.

در فرکانسهای بین ۲ و ۱۰MHz انحراف داپلر برای بیشتر حرکات فیزیولوژیک در دامنه صوت قابل شنیدن قرار می گیرد. یک گوش دهنده با تجربه می تواند با وسیله داپلر مقدار زیادی درباره دستگاه گردش خون بیاموزد. آن را می توان برای کشف جریان خون یا فقدان آن در شریانها و وریدها بکار برد، می توان برای تشخیص تنگی عروقی با جریانهای گردابی و جهش ونتوری (Venturi Jet) همراه آن، و کشف حرکت قلب جنین زودتر از هر روش دیگری بکار برد. باید دانسته شود که علامت انحراف داپلر را می توان بطور الکترونیکی پردازش کرد تا طیف توان علائم (یعنی دامنه فرکانس و قدرت هر فرکانس) را بدهد. این علائم پردازش یافته را می توان دید و ثبت کرد تا بتوان تحلیل عینی علائم انحراف داپلر را انجام داد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بگذارید انحراف داپلر را که ممکن است در یک امتحان نمونه جریان خون شریانی با آن برخورد کنیم حساب کنیم. فرض کنید جریان خون با سرعت متوسط ۲۰cm/s (S=۰/۲m/s)، فرکانس کاری ترانسدوسر ۵MHz (ν=۵/۰۰۰/۰۰۰Hz)، و زاویه θ که شعاع صوتی با مجرای رگ می سازد ۶۰ درجه (Cos۶۰°=۰/۵) باشد:

$$\Delta\nu = \frac{2(5{,}000{,}000)(0.2)}{1540}(0.5)$$

$$\Delta\nu \approx 650\text{Hz}$$

به این ترتیب برای ساختمانهای با حرکت نسبتاً آهسته، علائم انحراف داپلر در محدوده قابل شنیدن قرار می گیرد. ملاحظه کنید که معادله انحراف داپلر به ما می‌گوید که تغییر فرکانس علائم اولتراسوند که بوسیله ترانسدوسر دریافت می شود ۶۵۰Hz خواهد بود، ولی تعیین نمی کند که آیا این تغییر مثبت و یا منفی خواهد بود (یعنی ما ممکن است ۵۰۰۰۶۵۰Hz یا ۴۹۹۹۳۵۰Hz دریافت کنیم). اگر جریان خون به طرف ترانسدوسر باشد، فرکانس بالاتر دریافت می شود، اگر جریان خون به سوی دور از ترانسدوسر باشد، انحراف داپلر منفی خواهد بود. به این ترتیب، علامت تغییر فرکانس اطلاعاتی درباره جهت جریان خون می دهد. بعضی از دستگاههای داپلری قادرند این اطلاعات را برای تعیین جهت جریان بکار برند. بیشتر دستگاههای داپلری فقط نشان می دهند که جریان وجود دارد و جهت آن را نشان نمی دهند.

یک بازنگری معادله انحراف داپلر معلوم می کند که انحراف (Δν) با سرعت جریان خون و فرکانس شعاع صوتی منتقل شده تغییر می کند. برای فرکانسهای اولتراسوند در

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

محدود ۲ تا ۱۰MHz، برای سرعتهای در حدود ۰ تا ۱۰۰cm/sec، Δv دامنه ای از ۰ تا ۱۰KHz خواهد داشت.

پخش اولتراسوند بوسیله خون

ترکیب خون باعث اختلافات مهمی بین علائم داپلر که بوسیله خون تولید می شود و علائمی که بوسیله یک ساختمان متحرک جامد بوجود می آید می گردد. انعکاس صوت از یک ساختمان جامد را عموماً انعکاس آینه ای (specular reffection) گویند. انعکاس آینه ای نشانگر سطح هموار منظمی است به عنوان مثال، نور منعکس شده از یک آینه هموار و یک سطح خیلی خشن را در نظر بگیرید. نور از آینه به صورت منظم منعکس می شود و در نتیجه یک تصویر واضح خوب بوجود می آورد. از طرف دیگر، نور از سطح خشن در جهات بسیار مختلف منعکس می شود و باعث می شود که نور پراکنده و پخش گردد. به همین ترتیب، دیواره رگ خونی نسبتاً هموار است، در حالیکه گلبولهای قرمز پیوسته نیستند و به صورت یک سطح خشن عمل می کنند. اولتراسوند که به خون برخورد می کند منعکس نمی شود، بلکه در تمام جهات پخش می گردد. این پخش را پخش رالی تیندال (Rayleigh - Tyndall scattering) گویند، و بوسیله گلبولهای قرمز خون ایجاد می شود. گلبولهای قرمز خون اجزای ذره ای خون هستند که با اولتراسوند واکنش نشان می دهند (پلاکتها خیلی کوچک و گلبولهای سفید تعدادشان خیلی کم است). اگر طول موج اولیه اولتراسوند خیلی بیش از اندازه شیء برخورد کننده باشد، موج ابتدایی اولتراسوند در تمام جهات پخش می گردد. قطر متوسط گلبول قرمز

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

$$= 0/007\text{mm}0/000007\text{m} = \frac{7}{1000000}\text{m} = 7\mu\text{m})7\mu\text{m}$$

طول موج اولتراسوند در ۳/۵ MHz در حدود ۰/٤٤mm و در ۱۰ MHz در حـدود mm ۰/۱٥٤ است، بنابراین، گلبولهای قرمز (اریتروسیتها) به صورت یک پخش کننده عمل می کنند. اندازه اکو از خون در مقایسه با اکوی ایجاد شده در اثر انعکاس آینه ای بازتابیده از حد فاصلهای جاد بافتی کوچک است. یک سونوگرام نمونه رگهای خونی را به صـورت ساختمانهای بدون اکو (echo-free) به سبب پخش اولتراسوند بوسیله اریتروسیتها، نشان می دهد.

شدت موج اولتراسوند پخش شده در پخش رالی تیندال با توان چهارم فرکـانس افـزایش می یابد. دوبرابر کردن فرکانس اولتراسوند باعث می شود که اکو از خون ١٦ برابر قـویتر شود (١٦=$٢^{٤}$) وقتی آلات داپلر با فرکانسهای مختلف مقایسـه شـوند، تصـاویر مجـاری رگ خیلی مختلف خواهند بود.

ترانسدوسرها برای داپلر با موج پیوسته:

ترانسدوسر نمونه که برای دستگاههای موج پیوسته داپلر بکار می رود، دو عنصر مجزای پیزوالکتریک دارد، یکی برای فرستادن و دیگری برای دریافت امـواج اولتراسـوند. شـعاع صوتی منتقل شده و نمای دریافتی گیرنده خیلی وابسـته بـه جهـت اسـت. بـرای ایجـاد حساسیت حداکثر جهت کشف علائم برگشتی، نواحی شعاعی فرستنده و گیرنده تـداخل داده می شوند. این تداخل با تمایل عناصر ترانسدوسر حاصل می شود (شکل ۳٥-۲۰) و

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

یا با استفاده از عناصر (بلورهای) میزان شده بدست می آید. ناحیه تداخل حساسترین قسمت ترانسدوسر را تعیین می کند.

چندین ملاحظهٔ تکنیکی در طراحی ترانسدوسرها برای استفاده از داپلر پیوسته بکار می رود. چون نکته مورد نظر، انحراف فرکانس داپلر است، مهم است که علائم انتقالی ایجاد کرد که دارای حداقل فرکانسهای خارج از فرکانس تشدید شده انتقالی ترانسدوسر باشد. این کار با استفاده از ماده ترانسدوسری دارای Q ی بالا انجام می شود، و آن به این معنی است که ترانسدوسر محدوده باریک فرکانسهای صوتی را تولید می کند. با بکاربردن داپلر پیوسته تا آنجا که ممکن است توان ایجاد شده باید به داخل بیمار هدایت شود. دو نیاز برای این کار وجوددارد: تمام انرژی که به رویه پشتی ترانسدوسر منتقل می شود باید به رویه جلویی ترانسدوسر منعکس شود؛ و تمام توان از رویه پیشین ترانسدوسر باید به بیمار منتقل شود. انعکاس انرژی از رویه پشتی ترانسدوسر با سازگار نگذاشتن امپدانس اکوستیک جنس ترانسدوسر و ماده پشت آن حاصل می شود. این را ممکن است با وجود هوا پشت ترانسدوسر انجام داد که امپدانس اکوستیک خیلی کمتر از ترانسدوسر پیزوالکتریک (معمولا PZT) دارد. انتقال اکوستیک از رویه ترانسدوسر به داخل بیمار اکنون اغلب با تطابق یک چهارم موج (قبلا شرح داده شده است) اغلب انجام میشود.

واحدهای داپلر که برای کشف حرکات قلب جنین طراحی شده اند باید شعاع تا آنجا که می توانند پهن داشته باشند، بطوریکه تغییرات مختصر در وضعیت جنین باعث وقفه

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

علائم نشود. ترانسدوسرها برای این مقصود چندین فرستنده پهن زاویه دارند که بوسیله ردیفی از گیرنده های مشابه احاطه شده اند.

شکل ۳۶-۲۰ یک نمای عناصر اساسی دستگاه داپلر با موج پیوسته است. نوسان کننده ولتاژ الکتریکی متغییر همساز فرکانس تشدید ترانسدوسر بوجود می آورد. اولتراسوند بطور پیوسته بوسیله ترانسدوسر فرستنده وارد می شودو بطور پیوسته بوسیله ترانسدوسر گیرنده دریافت می گردد. پس از تقویت، اکوهای دریافتی به دمدولاتور داده می شود که علائمی از نوسان کننده نیز دریافت می کند. کار دمدولاتور (demodulator) مقایسه فرکانس اکوهای دریافت شده با فرکانس نوسان کننده و ایجاد علائمی مساوی اختلاف فرکانسهای است. مسلماً اختلاف فرکانس اکوهای دریافتی با فرکانس نوسان کننده علائم انحراف داپلر است. حد فاصلهای ثابت علائمی بوجود می آورند که فرکانسشان مشابه نوسان کننده است و دمدولاتور آنها را رد می کند. بیشتر دمودولاتورها همچنین قادر به تشخیص بین علائمی هستندکه فرکانسشان بالاتر یا پایینتر از علائم فرستاده شده است (اینکه چگونه این کار انجام می شود نیاز به مقدار زیادی مکانیک دارد که وارد آن نمی شویم). این روشی است که وسایل داپلر ایجاد اطلاعات دربارهٔ جهت جریان خون می کنند (یعنی به سوی یا به دور از ترانسدوسر).

یک مسئله اضافی را باید در نظر گرفت. ترانسدوسر دریافت کننده و دمدولاتور هر ساختمان متحرک را داخل حجم حساس شعاع نشان می دهند. ساختمانهای جامد دارای حرکت آهسته در داخل حجم حساس، از قبیل دیواره آئورت ، ایجاد علائم انحراف داپلر

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

با فرکانس پایین خیلی قویتر از انحرافی که بوسیله پخش در خون ایجاد می شود می کند. این علائم خیلی قوی از منعکس کننده های جامد، ممکن است ظرفیت دمدولاتور را اشغال کنند، و باعث از دست رفتن مقداری از علائم جریان خون شوند. به این جهت، بیشتر وسایل دارای مدارهای هستند که علائم داپلر را در کمتر از حد بخصوصی غربال می کنند (بطور معمول ۱۰۰ تا ۲۵۰Hz در دستگاه ۱۰MHz).

انتخاب فرکانس عامل: بیاد بیاورید که فرکانس فرستاده شده داپلر یک طیف است و نه یک فرکانس تنهای نوک تیز، ولی ما برای ساده کردن تحلیل خویش به این فرض که یک فرکانس فرستاده می شود ادامه می دهیم.

انتخاب فرکانس داپلر فرستاده شده با نیاز به بدست آوردن علائم با قدرت کافی در ترانسدوسر دریافت کننده تعیین می شود. به عنوان یک قاعده کلی، کاهش قدرت علائم شعاع صوتی حرکت کننده در بافتهای نرم در حدود ۱dB در سانتیمتر برای هر MHz است بنابراین ، یک موج ٤MHz که در ٥cm بافت حرکت کند ۲۰dB فقدان خواهد داشت. اکنون، آیا ۲۰dB چه معنی می دهد؟ جواب پیچیده است و ما باید با یک پاسخ نسبی خرسند شویم. تعریف دسیبل که قبلاً در این فصل آورده شد یک نسبتی بین شدتهای صوت است:

یک اختلاف در نسبت شدت ۲۰dB مطابق ۱۰۰ برابر اختلاف در شدت نسبی بین دو شعاع صوتی است:

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

در اینجا اشکال پیدا می شود. دستگاه دسی بل همچنین اغلب برای بیان بلندی (amplitude) نسبی بازتابهای صوتی بکار می رود. شما می توانید بلندی را به صورت مقدار جابجا شدن شعاع صوتی در بعضی نواحی (از قبیل رویه بلور پیزوالکتریک) تصور کنید. شدت و بلندی به صورت زیر با هم رابطه دارند.

$I=A^{۲}$(log I=۲logA)

I= شدت

A= بلندی

بنابراین معادله ای که نسبت بلندی را در دستگاه دسیبل تعیین می کند چنین می شود:

نسبت بلندی بر حسب دسیبل = ؟؟

وقتی که درباره تخفیف شعاع صوتی در بافت نرم صحبت می کنیم، ما نسبت بلندی را بکار می بریم. بنابراین، یک فقدان ۲۰ در نسبت بلندی نماینده فقدانی با ضریب ۱۰ می باشد.

$$20\text{dB} = 20\log_{10}\frac{10}{1} = 20(1) = 20$$

به همین ترتیب، فقدان ٤٠ dB در بلندی مطابق ضریب ۱۰۰، و ٦٠ dB تخفیف نماینده ضریب ۱۰۰۰ است. وقتی درباره تخفیف صورت در بدن صحبت می کنیم، ما دستگاه دسیبل را برای ارتباط دادن تغییرات نسبی بلندی بکار می بریم. پاسخ به پرسش ابتدایی که فقدان ۲۰ dB در بلندی نسبی چیست؟ این است که آن فقدان بلندی نسبی با ضریب ۱: ۱۰ می باشد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

چون صورت با فرکانس بالاتر سریعتر بوسیله بافت تخفیف می یابد، چرا برای امتحان داپلر فرکانس پایینتر استفاده نکنیم؟ استفاده از فرکانس بالاتر چندین امتیاز دارد: یک ترانسدوسر با فرکانس بالاتر علائم پخش شده قویتر ایجاد می کند زیرا شدت موج پخش شده با توان چهارم فرکانس زیاد می شود. شعاعهای با فرکانس بالاتر دو اثر مطلوب دیگردارند. شعاعهای با فرکانس بالاتر را می توان محدودتر کرد، و وارد کردن فرکانس بالاتر همچنین باعث انحراف داپلر بزرگتری می گردد که حساسیت دستگاه را می افزاید.

داپلر با موج پیوسته به علائم ضعیف خیلی حساس است. وقتی چندین رگ خونی در ناحیه حساس شعاع تداخل کنند، یک درهم رفتن گیج کننده چندین علامت داپلر می تواند نتیجه شود. در شکم معمولا تعداد رگها بیش از آن است که بگذارد دستگاه با موج پیوسته خیلی مفید واقع شود. روش موج پیوسته معمولا محدود به امتحان ساختمانهای سطحی از قبیل شریان کاروتید، و عروق اندامها است. این کارها را ممکن است با ترانسدوسرهای ۷ تا ۱۰ MHz انجام داد. فرکانس بالا نفوذ موج را محدود می کند و بدان وسیله تداخل قسمت حساس شعاع را محدود به ساختمانهای سطحی می کند. بخاطر حساسیت شدیدش ، داپلر با موج پیوسته برای امتحان شرائین داخل چشم و پستان زنانه مفید است. یک استثنا بر فرکانس بالا در ابستتریک است. داپلر موج پیوسته با فرکانس ۳ MHz برای بررسی صدای قلب جنین بکار می رود.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بطور خلاصه، انتخاب فرکانس کاری داپلر موج پیوسته یک مصالحه ای است بین (۱) فرکانس بالا ، که یک علائم برگشتی قویتر، یک انحراف داپلر بیشتر و شعاع محدودتر می دهد و (۲) فرکانس پائینتر که تخفیف بلندی شعاع را در بافتهای نرم بدن می دهد.

داپلر ضربانی (Pulsed Doppler)

با داپلر موج پیوسته، منعکس کننده ها و پخش کننده ها هر جا در داخل شعاع ترانسدوسر در ایجاد علائم داپلر شرکت می کنند. داپلر با موج پیوسته هیچگونه تحلیل عمقی ندارد و این در قلب که در آن همه چیز در حرکت دائم است کاربرد ندارد. داپلر ضربانی وسیله کشف عمقی را که از آن علائم برگشتی منشأ گرفته است دارد. عمق را می توان در هر نقطه در امتداد محور شعاع اولتراسوند ضربانی داپلر قرار داد.

داپلر ضربانی از این نظر که ضربانهای اولتراسوند بطور مکرر با سرعت از قبل تنظیم شده به داخل بافتها فرستاده می شوند، شبیه اکوی ضربانی معمولی است. یک ضربان جدید، تا آنکه اکوی ضربان قبلی کشف نشده است فرستاده نمی شود. عمقی را که علائم برگشتی از آن منشأ گرفته است می توان با دانستن زمان انتقال علامت و زمان برگشت آن (یعنی «زمان پرواز» به طرف حد فاصل و برگشت بعدی آن) تعیین کرد. ضربانهای کوتاه اولتراسوند، در حدود ۰/۵ تا ۱ میکروثانیه، می تواند ایجاد تحلیل محوری خوب با جدایی حدفاصلها تا حدود ۱mm بکند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بطور خلاصه، وسایل داپلر موج پیوسته اطلاعات راجع به سرعت بدست می دهند و وسایل داپلر ضربانی بطور همزمان هم اطلاعات راجع به سرعت و هم راجع به عمق بدست می آورند.

برای تعیین انحراف داپلر یک اکو در عمق بخصوص لازم است که ترانسدوسر اولتراسونیک ضربانهای خیلی کوتاه (در حدود $1\mu sec$) با سرعت تکرار دقیق ایجاد کند. پس از فرستادن این ضربان کوتاه اولتراسوند، ترانسدوسر دریافت کننده را در زمان بخصوص برای مدت کوتاه بکار می اندازیم. بنابراین فقط علائمی که از عمق بخصوص بافتی می آیند برای کشف شدن در دسترسند. وضعیت عمق را امتحان کننده که می تواند علائم داپلر را از هر عمقی در امتداد محور ترانسدوسر برگزیند تعیین می کند. معمولا یک ترانسدوسر هم برای فرستادن موج و هم دریافت آن بکار می رود.

امتحان کننده عمقی را که از آن انحراف داپلر دریافت می شود با تغییر طول زمانی که، پس از فرستادن موج، دستگاه صبر می کند تا دروازه را باز کند و اجازه دهد ترانسدوسر علائم را دریافت کند تنظیم می کند. همچنین در اختیار امتحان کننده طول محوری در امتداد شعاع است که از آن علائم خوانده می شود. طول محوری با طول زمانی که دروازه باز است تعیین می شود. طول محوری با طول زمانی که دروازه باز است تعیین می شود. طول محوری که از آن علائم کشف می شوند معمولاً در حدود ۱/۵ تا ۱۵ میلیمتر است. پهنای شعاع تابع ترانسدوسر است و اغلب در اختیار امتحان کننده نیست. بعضی از اسکنرها می توانند قدری امکان میزان کردن عرضی داشته باشند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

یک بازنگری خلاصه بر دو نکته اخیر تأکید دارد، و آن راهی است که در ترانسدوسر ضربانی داپلر برای تنظیم عمق و طول محوری علائم انحراف دریافتی داپلر بکار می رود. عمقی که از آن علائم منشأ می گیرند با طول زمانی که پس از فرستادن ضربان ترانسدوسر صبر می کند تا علائم برگشتی را دریافت کند تعیین می شود (زمانی که در آن دروازه باز می گردد). طول محوری که در آن طول علائم منشأ می گیرند با طول زمانی که دروازه باز است تعیین می گردد. بعضی از واحدها اجازه به تنظیم بیشتر حجم بافت در ناحیه حساس با میزان شدن عرضی ترانسدوسر می دهند.

واقعیتهای اساسی داپلر ضربانی اکنون ارائه شده است. یک ضربان خیلی کوتاه اولتراسوند که در بافتهای نرم حرکت می کند ایجاد علائم انحراف داپلر از تمام ساختمانهای متحرک در مسیر شعاع می کند. با دروازه گذاشتن (gating) بر ترانسدوسر دریافت کننده برای مدت کوتاه در زمان بخصوص پس از انتقال ضربان، فقط علائم داپلر که از عمق بخصوص می آیند دریافت می شوند. همانطور که می توانید انتظار داشته باشید، بعضی ملاحظات تکنیکی موضوع ساده ای را پیچیده می کنند.

بیایید اول حساب کنیم که «زمان پرواز» (time of flight) چقدر است. بیاد بیاورید که سرعت صوت در بافت ۱۵٤۰۰۰ سانتیمتر در ثانیه است. یک محاسبه ساده (مثلا ۱۵٤۰۰۰: ۱) معلوم می کند که صورت در بافت نرم ۱ سانتیمتر در حدود ۰/۰۰۰۰۰٦۵ ثانیه می پیماید، که معمولا آن را ٦/۵ μsec گویند. بنابراین یک سفر رفت و برگشت ۱ سانتیمتر نیاز به ۱۳ μsec دارد. این یک محدودیت زمانی بر سرعت تکرار زمانها می

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

گذارد زمان لازم بین ضربانهای دنبال هم لااقل ۱۳ میکروثانیه برای هرسانتیمتر عمق حجم نمونه است. مثلا یک زمان μsec ۸۰ بین ضربانهای اولتراسوند اجازه به کشف جریان خون در یک رگ به عمق ٦ cm را می دهد زیرا ٦* μsec /cm ۱۳= μsec ۷۸. یک ضربان جدید نمی تواند فرستاده شود تا اینکه اکوهای مورد نظر از ضربان قبلی ضبط شود.

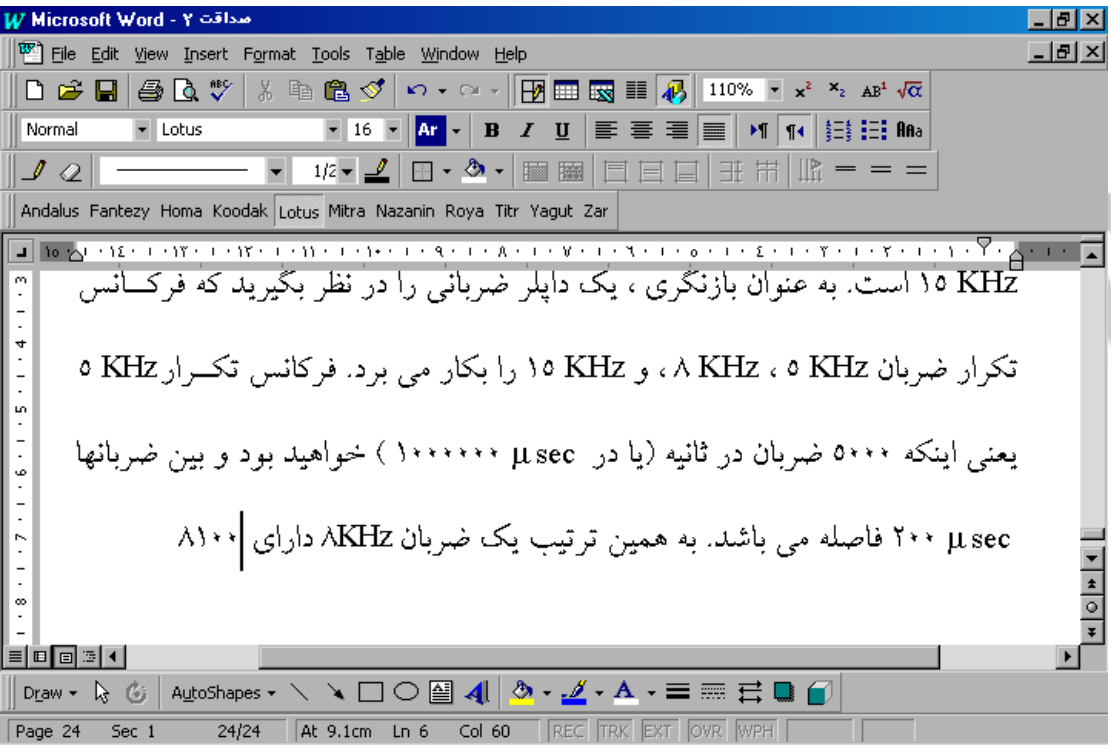
برای تعیین اینکه انحراف داپلر از عمق بخصوصی آمده است نیاز به این دارد که ضربانهای صوتی با سرعت خیلی دقیق تکرار شوند. برای مثال بیایید در نظر بگیریم که چگونه یک ضربان μsec ۱ ممکن است هر μsec ۸۰ تولید شود «ساعتی» که برای زمانگذاری حوادث بکار می رود یک نوسان کننده اصلی است که در حالت پیوسته کار می کند. سرعتی که در آن ساعت اصلی نوسان کننده ضربانهای تکراری را می فرستد با اصطلاح کیلوهرتس بیان می شود، که ممکن است گیج کننده باشد. به عنوان مثال، فرض کنید که ما یک نوسان کننده اصلی ۲MHz داریم که باید یک ضربان μsec ۱ هر μsec ۸۰ ایجاد کند (این یعنی یک ضربان μsec ۱ با μsec ۷۹ وقفه بین ضربانها) برای اینکه وسایل الکترونیک به این نحو جواب دهند باید یک مدار شمارنده وجود داشته باشد تا سیکلها را در نوسان کننده اصلی بشمارد. چون نوسان کننده اصلی ۲MHz است پس دو نوسان در μsec ۱ اتفاق می افتد. در μsec ۸۰ ، تعداد ۱٦۰ نوسان (سیکل) اتفاق می افتد. تمام آنچه که مورد نیاز است این است که شمارنده به تقویت کننده فرستنده بگوید ترانسدوسر را برای ۲ سیکل بحرکت درآورد و برای ۱۵۸ سیکل خاموش کند (طرح این

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

مدارهای شمارنده برای مهندسین خیلی آسان است و حتی فیزیکدانها می توانند آنها را فقط با قدری کوشش بسازند).

بنابراین،ترانسدوسر برای ۱ µsec به کار در می آید و برای ۷۹ µsec کار نمی کند (در این حال قادر است علائم برگشتی را کشف کند) چون ما هر ۸۰ µsec یک ضربان داریم، در هر ثانیه مجموعاً ۱۲۵۰۰ ضربان خواهیم داشت (۱۰۰۰۰۰۰ µsec /sec تقسیم بر ۸۰ µsec = ۱۲۵۰۰ µsec) . این مثال دو محدودیت مهم بر داپلر می گذارد. اول، عمق حداکثر که از آنجا می توان علائم انحراف داپلر را کشف کرد ٦cm است. دوم ، تعداد حداکثر علائم که می توان در یک ثانیه کشف کرد ۱۲۵۰۰ است. این ترتیب ضربانی را معمولا به صورت فرکانس تکرار ضربانی ۱۲/۵KHz بیان می کنند و هر ضربان درست با نوسان کننده اصلی همراه است بطوریکه اندازه گیری دقیق عمق امکان دارد. ممکن است یک نوسان کننده اصلی فرکانس بالاتر بکار برد، مانند ۵ MHz، که در این مورد یک ضربان ۱µsec نیاز به این دارد که شمارنده ۵ سیکل برای ضربان µsec ۱ و ٤۰۰ سیکل برای سرعت ۱۲/۵KHz بشمارد (۵ سیکل روشن، ۳۹۵ سیکل خاموش) چون زمان بین ضربانها باید لااقل ۱۳ µsec برای هر cm بافت مورد امتحان باشد، فرکانس تکرار حداکثر ضربان مجاز در محدوده ۸ تا ۱۵ KHz است. به عنوان بازنگری ، یک داپلر ضربانی را در نظر بگیرید که فرکانس تکرار ضربان ۵ KHz ، ۸ KHz ، و ۱۵ KHz را بکار می برد. فرکانس تکرار ۵ KHz یعنی اینکه ۵۰۰۰ ضربان در ثانیه (یا در ۱۰۰۰۰۰۰ µsec) خواهید بود و بین ضربانها ۲۰۰ µsec فاصله می باشد. به همین

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید



ترتیب یک ضربان KHz۸ دارای ۸۰۰۰ ضربان در ثانیه با فواصل µsec ۱۲۵ می باشد. یک ضربانKHz۵ می تواند انحراف داپلری را که از عمق حداکثر ۱۵cm منشأ گرفته است، تشخیص دهد، همینطور ضربان KHzv ۸ از عمق حدود ۹/۵cm و KHz ۱۵ از عمق حدود cm ۵ را می توانند کشف کنند.

دلیلی وجود دارد که فرکانس تکرار ضربان در دستگاه اولتراسوند داپلر ضربانی باید متغییر باشد. با ریاضی می توان نشان داد (ولی نه بوسیله یکی از ما) که حداکثر فرکانس انحراف داپلر که می تواند بوسیله دستگاه داپلر ضربانی کشف شود مساوی نصف فرکانس تکرار ضربان است. با فرکانس تکرار ضربان KHz۱۲/۵ ، که در مثال پیشین ذکر شد، حداکثر فرکانس انحراف داپلر که می تواند کشف شود KHz۶/۲۵ است. برای تمرین شما اکنون با فرض ترانسدوسر MHz۵ و زاویه θ برابر ۰ باید سرعت مطابق با

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

انحراف ٦/٢٥KHz را حساب کنید (پاسخ در حدود ٩٦cm بر ثانیه است). همانطور که قبلاً توضیح داده شد، حداکثر ژرفایی که این سرعت را در آن می توان کشف کرد. در حدود ٦cm است. ژرفای حداکثر برای فرکانس تکرار ضربان ٥KHz ، در حدود ١٥cm می باشد (٢٠٠ μsec تقسیم بر ١٣ میکروثانیه بر سانتیمتر)، و برای ضربان ١٥ KHz، در حدود ٥cm (٦٦ تقسیم بر ١٣) می باشد. در این محاسبات ما ٠/٥ تا ١ μsec را که برای تولید هر ضربان اولتراسوند فرستاده شده صرف می شود، نادیده گرفتیم بیاد بیاورید که پیش از اینکه اکوی ایجاد شده بوسیله ضربان اولتراسوند قبلی دریافت شود، ضربان اولتراسوند جدید نمی تواند ساطع شود. به این ترتیب، یک فرکانس بالای تکرار ضربان ژرفایی را که از آن ترانسدوسر داپلر ضربانی می تواند اکو را دریافت کند محدود می کند. فرکانس تکرار ضربان همچنین حداکثر فرکانس انحراف داپلر را که می تواند کشف شود تعیین می کند. یک فرکانس تکرار ضربان ٥KHz ، اجازه به بدست آوردن نمونه از عمق ١٥ سانتیمتر می دهد، ولی علائم انحراف داپلر بیش از ٢/٥KHz را نمی تواند کشف کند. وقتی عروق ژرف مورد امتحان قرار می گیرند، مواردی پیدا می شود که فرکانس انحراف داپلر خون جاری بیش از فرکانس قابل کشف می باشد. این باعث می شود که دستگاه فرکانس انحراف داپلر نادرست تولید کند، که به آن پدیده ایجاد استعاره (aliasing) گویند. کوشش برای تصحیح ایجاد استعاره با افزایش فرکانس تکرار ضربان ممکن است موفقیت آمیز باشد (بیاد بیاورید که انحراف داپلر قابل کشف مساوی نصف فرکانس تکرار ضربان است) با اینهمه، فرکانس بالاتر تکرار ضربان ممکن است امکان

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

کشف علائم را اعمق کافی بافتها ایجاد نکند. اقدام دوم در برخورد با پدیده ایجاداستعاره، کم کردن فرکانس اولتراسوند است زیرا این کار ممکن است فرکانس انحراف داپلر را که باید کشف شود پایین آورد. همچنین ممکن است تابش صورت بسوی رگ با زاویه شیبدارتری که مقدار $\cos\theta$ را در معادله انحراف داپلر پایین آورد فرکانس انحراف داپلر را کم کرد. آشکار است که استفاده بالینی از داپلر اولتراسوند ضربانی نیاز به این دارد که امتحان کننده دستگاه را بطور تفضیلی بشناسد. با بازنگری به تکنیکهای اولتراسوند داپلر ضربانی ما نتایج زیر را بیان می کنیم.

فرکانس تکرار ضربان عمقی را که در آن علائم انحراف داپلر می تواند کشف شود و نیز حداکثر انحراف که بدون ایجاد استعاره می تواند کشف شود تعیین می کند.

فرکانس انحراف داپلر مستقیماً مربوط به فرکانس شعاع منتقل شونده ابتدایی اولتراسوند است.

فرکانس انحراف داپلر مستقیماً مربوط به کسینوس زاویه بین ترانسدوسر و رگ خونی مورد امتحان است.

وقتی که یک شعاع صوتی از رگ خونی می گذرد، علائم پخش به عقب شامل تمام انحرافهای داپلری است که بوسیله تمام گلبولهای قرمز خون که از داخل شعاع صوتی عبور می کنند بوجود می آید. چون سرعت گلبولهای خونی تقریباً از صفر در دیواره رگ تا حداکثر در نزدیک مرکز رگ تغییر می کند، یک طیف فرکانسهای انحراف داپلر نیز وجود خواهد داشت. این طیف با جریان ضربانی خون ممکن است خیلی پیچیده باشد،

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بخصوص وقتی که نواحیی از تنگی عروقی ایجاد وضعیتهای جریان خون سریع و گردابی کند. یک مشاهده کننده مجرب می تواند انحرافات فرکانس داپلر معمولی را که با تنگی عروقی ایجاد می شوند بشنود. اطلاعات فرکانسی معمولا بر تصویر داپلر ضربانی به صورت نمایش طیفی که فرکانسهای انحراف داپلر را در عروق خونی در حالیکه با زمان تغییر می کنند نشان می دهد تصویر می شود . طیف با تحلیل طیف برگشتی انحراف داپلر تعیین می شود. تحلیل ریاضی طیف (معمولا با بکار بردن روشی به نام «انتقال سریع فوریه») علائم پیچیده می تواند علائم را تبدیل به نمودارهایی کند که بلندی نسبی هر یک از اجزای فرکانس را در علامت نشان می دهد. تجزیه و تحلیل را می توان با سرعت زیادی انجام داد. سه متغییر (زمان، فرکانس و بلندی) سپس در دسترسند تا نمایش طیفی را انجام دهند. نمایش طیفی روی نمایشگر تلویزیون در ریل تایم در زمان امتحان بالینی انجام می شود.

دستگاه اسکن دو گانه: ما روشی را که بوسیله آن محل و حجم شعاع داپلر ضربانی را می توان تنظیم کرد بازنگری کردیم. برای اینکه چنین تنظیمی مفید باشد، لازم است که امتحان کننده بداند این حجم حساس در کجای بدن بیمار قرار دارد. این بوسیله باهم کردن دستگاه داپلر با تصویر ریل تایم اولتراسوند انجام می شود. بیشتر دستگاهها داپلر ضربانی را با تصویر سازی ریل تایم قطاعی همراه کرده اند (تصویر سازی ریل تایم مبحث بعدی ما است) عموماً، یک تصویر ریل تایم از وضع تشریحی مورد نظر تهیه می شود و تصویر روی صفحه نمایش منجمد می شود. سپس حالت داپلر برقرار می شود ،

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

و امتحان کننده با قراردادن مناسب نشانگر (cursor) روی تصویر منجمد شده، محل و طول محوری ناحیه ای که علائم داپلر بدست می آید را تعیین می کند. به این ترتیب، شخص می تواند به دقت ناحیه مورد نظر را با دید مستقیم تعیین کند. معمولا ، ترانسدوسرهای مختلف ، که اغلب با فرکانسهای مختلف کار می کنند، تصویرسازی و قسمتهای داپلر امتحان را انجام می دهند (مثالها ممکن است تصویر ۷MHz و داپلر ۵MHz در کاروتید و یا تصویرسازی ۵MHz و داپلر ۳MHz در شکم باشند)

بسیاری از دستگاههای دوگانه را می توان برای تخمین سرعت خون در عروق خونی بکار برد. اول، فرکانس انحراف داپلر خون که در ناحیه حساس شعاع حرکت می کند محاسبه می شود. این محاسبه یک تحلیل پیچیده ریاضی است که با کامپیوتر دستگاه انجام می شود، و ما آن را بطور تفصیلی شرح می دهیم. دوم، زاویه بین شعاع و محور طولی رگ خونی باید از تصویر اولتراسوند اندازه گیری شود. با این دو اندازه گیری در دست، به اضافه اطلاع از فرکانس شعاع اولیه و سعرت صوت در بافت نرم، یک محاسبه ساده جبری معادله انحراف داپلر را برای سرعت جریان خون در ناحیه حساس شعاع داپلر ضربانی حل خواهد کرد. کاربرد بالینی این نظر ممکن است مشکل باشد، زیرا شرائین همیشه مرتب و مستقیم نیستند و جریان خون ممکن است درست به موازات دیواره رگ نباشد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تصویر سازی داپلر رنگی جریان

یک محدودیت تصویر سازی اوالترسوند دو گانه این است که اطلاعات فقط از ناحیه کوچکی که برای آن علائم داپلر در نظر گرفته شده است می آید، و جریان خون در بقیه تصویر ارزیابی نمی شود. برای این موضوع لازم است که امتحان کننده نواحی مناسب را در داخل مجرای رگ امتحان کند. تصویر سازی داپلر رنگی جریان برای این تعبیه شده است که تصویر جریان خون را در تمام قسمتهای تصویر ریل تایم ایجاد کند، و امکان دیدن عروق خونی و اختصاصات جریان خون در آنها به اضافه بافتهای اطراف عروق را بوجود آورد. کاربردهای بالینی شامل کاروتید، قلبی، و تصویر سازی شریانها و وریدهای محیطی، ارزیابی عروق عمقی شکم، لگن و جنین، و ارزیابی انتشار خونی اعضا و تومورها می باشد.

ما در اینجا اصول تصویر سازی داپلر رنگی جریان را ارائه می دهیم و حزئیات فنی را برای مهندسان می گذاریم. اول، داپلر دو گانه را در نظر بگیرید. اطلاعات انحراف داپلر در امتداد یک شعاع، یا خط اولتراسونیک، با ایجاد دروازه بر ترانسدوسر دریافت کننده، برای دریافت علائم انحراف داپلر از یک نقطه (عمق بافتی) در امتداد خط، بدست می آید. چنین دستگاهی را دستگه یک دروازه ای (Single range gate) گویند. همچنین، ممکن است تعداد زیادی علائم داپلر بطور همزمان از نواحی انتخابی در امتداد شجاع بدست آورد. این کار با داشتن دروازه های متعدد در مدار ترانسدوسر، که هر یک با زمان تاخیری مختلفی تنظیم می شود، انجام می گردد. دروازه ها را می توان طری

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

ترتیب داد که نزدیک یکدیگر باشند طوری که همزمان بتوانند اطلاعات انحراف داپلری (بلندی، سرعت، و جهت) را در عرض تمام مجرای رگ بزرگی نمونه برداری کنند. ترتیب این روش را دستگاه چند دروازه ای گویند. یک دستگاه نمونه دروازه ای، ۱۶ تا ۳۲ دروازه، هر یک با طول محوری در حدود 1mm خواهد داشت.

یک دستگاه چند دروازه ای به ما اجازه می دهد که اطلاعات انحراف داپلر را از نقاط بسیاری در امتداد یک خط، یا شعاع اوالتراسوند بدست آوریم. همانطور که در قسمت بعدی شرح خواهیم داد، یک تصویر اولتراسوند ریل تایم از خطوط اطلاعاتی بسیاری که با سرعت زیاد بدست آمده اند ساخته شده است. شماره های نمونه خطوط یک تصویر ریل تایم از حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ می باشد (و تعداد تصویر ۱۵ تا ۳۰ در ثانیه می باشد). تصور اینکه چگونه یک دستگاه چند دروازه ای (Multigate) می تواند با دستگاه ریل تایم همراه شود تا علائم داپلر در تمام تصویر اولتراسوند را بدست آورد، آسان است. چنین اقدامی نیاز به مقدار فراوان مدارهای الکتریکی دارد و بسیار گران است. ولی این روش اصول تصویر سازی داپلر رنگی را نشان می دهد. در عمل، اطلاعات لازم داپلر، در هر نقطه در امتداد یک خط، با مقایسه تغییرات اطلاعاتی انحراف داپلر (عملاً انحراف فاز، که آن را بحث نمی کنیم) که در مدت چهار تا هشت ضربان تکراری سریع در امتداد خط اتفاق می افتد، بدست می آید. نقشه برداری رنگی جریان نیاز به این دارد که شعاع در یک خط برای مدت کوتاهی ثابت بماند و سپس به خط دیگر برود، و همین وضع ادامه یابد. یک ترانسدوسر با ردیف هدایت شده الکترونیک (یا ردیف فازدار)

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

برای بدست آوردن این گونه اسکن بکار می رود. مادرباره ترانسدوسرهای ردیف هدایت شده در بخش اوالتراسوند ریل تایم بحث خواهیم کرد.

داپلر رنگی اطلاعات جریان خونی را با منطبق کردن تصویر رنگی بر روی تصویر جداول خاکستری ریل تایم بدست می دهد. این ارائه دهنده یک تصویر ریل تایم هم از وضع تشریحی و هم جریان خونی می باشد. به حرکت کشف شده یک رنگی می دهند، که معمولاً قرمز یا آبی است. انتخاب رنگ یک موضوع تصنعی و معمولاً در اختیار امتحان کننده است. معمولاً وبه شریانها رنگ قرمز و به وریدها رنگ آبی می دهند. سایه روشنها و شدت رنگ متناسب با تغییرات فرکانس انحراف داپلر است. برای سرعت بالا، معمولاً رنگ تیره اختصاص داده می شود.

دستگاه داپلر رنگ دو عیب فنی دارد. اول، سرعت میانگین، و نه حداکثر را در هر نقطه نمونه حساب می کند. دوم، فرکانس تکرار ضربان محدود است که فرکانس انحراف داپلر را که می تواند کشف شود محدود می کند. داپلر رنگی می تواند برای تشخیص سریع نواحی جریان غیر طبیعی در عروق خونی مفید باشد، ولی برای امتحان تفصیلی تر این اختلالات لازم است روشهای استاندارد داپلر دروازه ای بکار برد. تا این زمان (۱۹۸۹) مورد استفاده واقعی روشهای داپلر رنگی کاملاً ارزیابی نشده است.

اوالرتاسوند ریل تایم

دستگاه های تصویر سازی ریل تایم آنهایی هستند که تعداد تصاویرشان در واحد زمان به انمدازه کافی سریع است که باعث می شود حرکات را بتوان دنبال کرد. با

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

دستگاه عادی حالت B امتحان کننده یک تصویر یگانه با ترانسدوسر ایجاد می کند. این تصویر یگانه را می توان دید تا وقتی که پاک شود و تصویر دیگری تولید گردد. یک اوالتراسوند ریل تایم می تواند تصاویر در ثانیه ایجاد کند. این تصاویر سریع باعث می شوند که حرکت در آن واقع (real time) در حالیکه تصاویر تولید می شوند، دیده شود.

تراکم خط و سرعت تصویر

تراکم خط یعنی تعداد خطهای عمودی در میدان دید. خطها می توانند، مانند ریدف خطی (Linear arcay) موازی یکدیگر، یا مانند اسکنرهای قطاعی (Sector) ساطع از یک نقطه باشند. هر چه تعداد خطوط در هر تصویر بیشتر باشد، قدرت تحلیل تصویر بیشتر است (شکل۳۷-۲۰). مسلماً، ما فرض می کنیم که هر تصویر اطلاعات تازه دارد.

در بعضی از دستگاه های ابتدائی تعداد خطوط در تصویر، با دو برابر کردن آنها زیاد می شد، و این یک روشی بود که تصویر مطبوعتری ایجاد می کرد ولی بر اطلاعات نمی افزود. حداکثر سرعت تکرار ضربان، یا تعداد تصاویر در ثانیه با سرعت اولتراسوند در بافت محدود می شود. یک ساختمانی را در بدن بیمار در عمق ۲۰ سانتیمتری تصور کنید. زمانی که لازم است اولتراسوند به این ساختمان برود و برگردد (یک سفر رفت و برگشت ٤۰ سانیمتر) در حدود ۲٦۰ میلیونیم ثانیه می باشد که معمولاً به صورت μsec ۲٦۰ ابراز می شود. چون یک ضربان جدید نمی تواند تولید شود تا اینکه تمام پژواکها از اولین ضربان برگشته باشند، حداکثر خطهایی که در مثال ما می توانند ایجاد شوند ۳۸٤٦ در ثانیه (۲٦۰: ۱۰۰۰۰۰۰) است. اگر برای هر تصویر ۱۱۳ خط وجود داشته باشد (که

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

این یم وضعیت معمول است)، شرایط مثال ما حداکثر اجازه به ۳٤ تصاویر در ثانیه می دهد. معهذا، با ۲۲۵ خط برای هر تصویر، ما محدود به ۱۷ تصویر در ثانیه ایم.

منظور از مثال قبلی نشان دادن مصالحه ممکنی است که با تصویر سازی ریل تایم باید در نظر داشت. دیدن ساختمانهای عمقی نیاز به سرزعت تصاویر (سرعت تکرار ضربانهای) آهسته تری دارد. با اینهمه، وقتی ساختمانهای سریع حرکت کننده مانند قللب مشاهده می شوند، تصاویر سریع مطلوب است. تراکم بالای خطی برای بهبود کیفیت تصویر مورد نظر است، ولی خطوط بیشتر در تصویر نیاز به تعدا کمتر تصویر در ثانیه دارد. مانند رادیوگرافی با فیلم صفحه افزاینده، مقداری مصالحه ضروری است.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

گونه های وسایل ریل تایم

دو تکنیک اساسی برای ایجاد تصاویر اولتراسونیک ری تایم وجود دارد. در یک نوع یک ترانسدوسر معمولی یک عنصری، یا گروه ترانسدوسرهای یک عنصری بطور مکانیکی حرکت می کند تا ایجاد تصاویر ریل تایم کند. این گروه اسکنرهای مکانیکی هستند. تکنیک دیگر، یک ردیف از ترانسدوسرها را بکار می برد، ترانسدوسرها حرکت نمی کنند ولی بطور الکترونیکی فعال می شوند بطوری که باعث می شوند شعاع الوتراسونیک در عرض بیمار جاروب شود. این را اسکن کردن ریل تایم ردیف الکترونیکی (Electronicarray) گویند.

اسکن کردن مکانیکی: اساساً سه گونه وسایل اسکن کردن ریل تایم مکانیکی وجود دارد. دو تا از اینها یک ترانسدوسر یگانه ای را بکار می برند که باعث نوسان آن می شوند، در حالیکه روش سوم، دو، سه، یا چهار ترانسدوسر را که روی یک چرخ دوار نصب شده اند بکار می برد. تمام اینها یک تصویری با هیئت قطاعی ایجاد می کنند که معمولاً زاویه بین ٤٥ و ٩٠ درجه دارد. این طرح یک ترانسدوسر نسبتاً زمخت ایجاد می کند که حداقل الکترونیک را دارد و در مقایسه پیچیدگی کمتری دارد. در بعضی از دستگاه ها سرعت تصاویر و زاویه قطاع را می توان تغییر داد. کاهش زاویه قطاع قدرت تحلیل بیشتری بوجود می آورد، زیرا همان تعداد خطوط عمودی را می توان در مساحت کوچکتری فشرده کرد. قطاعهای با زاویه باز قدرت تحلیل کمتر ولی زاویه دید باز دارند. یک عیب اسکنرهای قطاعی این است که شکل اسکن نسبتاً برای هر ترانسدوسر ثابت

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

است و اگر تصویر ویژه ای مورد نیاز باشد، (مانند تصویر حالت M قلب) نیاز به تعویض ترانسدوسر دارد. بیایید بطور خلاصه به سه نوع ترانسدوسر ریل تایم مکانیکی نظر بیفکنیم.

ترانسدوسر نوسانی، بلور بسته نشده: یک بلور ترانسدوسر در یک زاویه ای نواسان می کند. تعداد تصاویر بستگی به سرعت نوسان دارد و می تواند تغییر کند. موتوری که ترانسدوسر را حرکت مید دهد بوسیله دنده ها یا اهرم به ترانسدوسر نوسان کننده با پوست بیمار در تماس است (یعنی اینکه کیسه آب بین آنها نیست)، که امتحان کننده و هم بیمار برزشهایی را که بوسیله بلوز نوسان کننده ه ایجاد می شود حس می کنند. یک تصویر قطاعی شکل ایجاد می شود. زاویه نوسان بین 150̊ و 60̊ درجه می تواند متغیر باشد و سرعت تصویرها عموماً در حدود ۱۵ تا ۳۰ ثانیه است.

با اسکنرهای مکانیکی شعاع اولتراسوند ممکن است از آینه منعکس شود و این امکان را بدهد که بجای بلور ترانسدوسر اینه را نوسان داد. درباره وسیله با آینه بیش از این بحص نمی کنیم.

ترانسدوسر نوسانی، بلور بسته: در این گونه اسکنر قطاعی، ترانسدوسر در محفظه ای پر از آب یا روغن محصور است. اغلب از روغن کرچک به عنوان مایع استفاده می کنند. ترانسدوسر ممکن است با ارتباط مکانیکی با موتور حرکت کند. یک طرح دیگر این است که یک مغناطیس دائمی به پشت ترانسدوسر وصل می کنند و مجموعه را بین قطبهای یک الکترومغناطیس قرار می دهند. تغییر جهت جریان از سیم پیچ

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

الکترومغناطیس باعث می شود که مغناطیس و ترانسدوسر نوسان کنند. نوع تصویری که با این وسیله ساخته می شود بستگی به فاصله بین ترانسدوسر و سطح پیشین محفظه ای دارد که در تماس با پوست بیمار است. اگر ترانسدوسر نزدیک سطح باشد، یک تصویر قطاعی (شبیه به تصویر شکل B ۳۸-۲۰) ایجاد می شود. وقتی که ترانسدوسر چندین سانتیمتر در پشت سطح پیشین نصب شود، یک تصویر ذوزنقه ای ایجاد می شود (شکل ۳۹-۲۰). با این گونه دستگاه، بیمار لرزش احساس نمی کند، زیرا ترانسدوسر متحرک در تماس با پوست بیمار نیست. پنجره اولتراسونیک یا آکوستیک که از آن شعاع اولتراسونیک ظاهر می شود از یک غشاء قابل انعطاف ساخته شده، و این پنجره ای است که با پوست بیمار در تماس است.

ترانسدوسرهای با چرخ دوار: این گونه معمولاً سه یا چهار ترانسدوسر را بکار می برند که با فواصل 120° با 90° درجه روی یا چرخ نصب شده اند (شکل ٤٠-۲۰) قطر چرخ معمولاً بین ۲ و ۵ سانتیمتر است. چندین روش مختلف برای اتصال چرخ به موتور بکار می رود، که چرخ را با سرعت ثابت فقط در یک جهت حرکت می دهد. شعاع ترانسدوسری که در پشت پنجره آکوستیک استاجازه دارد امواج اولتراسوند را بفرستد و دریافت کند. بسته به نوع طرح ممکن است تصویر قطاعی یا ذوزنقه ای شکل ایجاد شود.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

دستگاه ترانسدوسر دوار همچنین می تواند از آینه منعکس کننده استفاده کند. میدان قطاعی یا ذوزنقه ای می توانند با زوایه باز تا ۹۰ درجه مورد استفاده قرار گیرند. اگر فقط دو ترانسدوسر بکار رود، امکان استفاده از زاویه قطاعی تا ۱۸۰ درجه وجود دارد.

انجام اسکن یا ردیف الکترونیک: اساساً دو نوع اسکنر ریل تایم الکترونیک وجود دارد. هر دو نوع ردیفهای ترانسدوسری شامل عنصر کوچک و بسیار مستطیل شکل ترانسدوسری (در حدود ۲* ۱۰ میلیمتر) هستند که مجاور هم قرار گرفته اند. یان دو گونه عبارتند از ردیف خطی (Linear array) (که ایجاد اسکن به شکل مستطیلی می کند. و ردیف هدایت شده (Steered array) یا ردیف مرحله ای (Plased array) (که ایجاد اسکن قطاعی می کند). بر خلاف دستگاه مکانیکی، ترانسدوسرهای دستگاه ریل تایم الکترونیک حرکت نمی کنند. شعاع اولتراسوند با تنظیم الکترونیکی به حرکت در می آید. ما سعی می کنیم طراحی این ترانسدوسرها را توصیف کنیم و شرح دهیم که چگونه الکترونیک باعث می شود که اولتراسوند حرکت کند و میزان شود.

ردیف خطی (Lmear Array): این گونه شامل است بر تعدادی عناصر ترانسدوسر کوچک مستطیلی (در حدود ۲* mm ۱۰) که در یک خط قرار گرفته اند بطوری که ابعاد باریکشان با هم در تماس است. ممکن است ٦٤ تا ۲۰۰ ترانسدوسر یک مجموعه را که از ٤ تا cm ۱۰ طول داشته باشد تشکیل دهند. در مثالهای ما، یک مجموعه ٦٤ ترانسدوسری را فرض کرده ایم. از بحث پیشین ما بیاد می آورید که یک تصویر خوب اولتراسوند نیاز به تعداد رضایتبخشی خطوط عمودی برای هر تصویر دارد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

دستگاه های ردیف خطی اولیه ۲۰ عنصر ترانسدوسری داشتند بطوری که هر ترانسدوسر بزرگتر از ترانسدوسرهای دستگاه های جدیدتر بود. تصویرهای منتجه فقط ۲۰ خط داشتند که باعث تصویر خیلی رپایتبخشی نمی شدند.

افزایش تعداد خط در تصویر بدون افزایش طول کلی ترانسدوسر بنظر می آید که راه حل ساده باید داشته باشد:

ترانسدوسرهای کوچک ولی بیشتر بکار ببرید. این درست راهی است که باعث حل مسئله شده ولی مسئله تازه ای خلق کرد. لطفاً به شکل های ۱۳-۲۰ و ۱٤-۲۰ برگردید تا بیاد بیاورید که طول ناحیه فرنل (نزدیک، یا غیر متباعد) شعاع اولتراسوند با قطر ترانسدوسر و طول موج الوتراسوند تعیین می شود.

$$x' = \frac{r^2}{\lambda}$$

X' = طول ناحیه فرنل

r = شعاع ترانسدوسر

λ = طول موج

به این ترتیب، برای یک طول موج ثابت، کاهش اندازه ترانسدوسر ناحیه فرنل را کوتاه و زاویه تباعد را زیاد می کند. اگر هر ترانسدوسر در مجموعه ٦٤ واحدی جداگانه فعال می شد، طرح شعاع منتجه به سرعت پراکنده می شد و ارزش تشخیصی نداشت (شکل ٤١A-٢٠).

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

مسئله تعداد کافی خط در تصویر در مقابل نیاز برای میزان کردن رضایتبخش شعاع (یعنی ناحیه فرنل طویل) منجر به دو راه حل شده است: اول، با استفاده از یک ردیف دارای عناصر ترانسدوسری بسیار که ایجاد تراکم خطی زیاد بکند، و دوم، با فعال شدن ترانسدوسرها به صورت گروهی، که باعث می شود گروه به شکل یک ترانسدوسر بزرگتر عمل کند و به این ترتیب قدرت تحلیل بهتری ایجاد کند (شکل B ٤١-٢٠). ترتیب ضربانی فعال شدن گروه های ترانسدوسر در ردیف خطی در شکل ١٤-٢٠ نشان داده شده است. ما فرض می کنیم که چهار عنصر ترانسدوسری به صورت یک گروه کار می کنند. در شکل، ضربان ١ با زدن همزمان عناصر ١،٢، ٣، ٤ تولید می شود. پس از اینکه اکوها به این گروه اول برگشت، خط بعدی تصویر (ضربان ٢)، با زدن عناصر ٢،٣، ٤، ٥ تولید می شود. این ترتیب ادامه پیدا می کند تا اینکه عناصر ٦١، ٦٢، ٦٣، ٦٤ با هم بزنند و آخرین خط در تصویر را ایجاد کنند. با این مکانیسم، یک ردیف خطی ٦٤ عنصری در گروه های چهارتایی ضربان می کند وبا فاصله یک عنصر بین خطها یک تصویر با این مکانیسم، یک ردیف خطی ٦٤ عنصری در گروه های چهارتایی ضربان می کند و با فاصله یک عنصر بین خطها یک تصویر با ٦١ خط ایجاد می کند. این منشا تصویر ٦١ خطی است که ما در ابتدای این فصل ذکر کردیم. تمام ردیف در تقریباً یک سیستم تا یک پنجاهم ثانیه ضربان می کنند، و ایجاد ٢٠ تا ٥٠ ضربان در ثانیه می کنند. تعداد خطوط در تصویر بسته به تعداد ترانسدوسرها در ردیف، تعداد ترانسدوسرهایی که با هم فعال می شوند، و ترتیب ضربانی دارد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

ما اکنون باید به این پرسش برگردیم که چگونه شعاعی که بوسیله ردیف خطی تولید می شود میزان می گردد. این کار را در یک بعد بوسیله الکترونیک و در بعد دیگر بوسیله عدسی پلاستیکی انجام می دهند.

بیاد می آورید که شعاع اوالتراسوند را می توان به روشی شبیه به اثر عدسیها و اینه ها در نور مرئی میزان کرد. میزان کردن می تواند شدت یک اوالتراسوند را تا بیش از ضریب ۱۰۰ افزایش دهد. پلاستیکها به عنوان ماده عدسی بکار می روند. چون سرعت صوت در پلاستیک بیش از سرعت در آب و بافتهای نرم است، سک عدسی مقعر برای میزان کردن شعاع اوالتراسونیک لازم است (ملاحظه کنید که این برعکس اثر عدسیهای اپتیک در نور مرئی است). برای مثال ما، فرض می کنیم که ردیف خطی از یک ردیف ترانسدوسرهای (عناصر) ۱۰mm ٭ ۲ mm درست شده است. میزان کردن در امتداد بعد ۱۰ میلیمتری با گذاشتن یک عدسی مقعر طویل در طول عناصر ایجاد می شود (شکل ٤۲-۲۰). بیاد بیاورید که عدسی مقعر شعاع را در یک نقطه میزان نمی کند بلکه یک ناحیه کانونی ایجاد می کند (عنی ناحیه که در طول آن اختصاصات کانونی بخوبی برقرار است). این عدسی میزان کننده پهنای شعاع اولتراسوند را در سطح عمود بر سطح تصویر تعیین می کند و ضخامت برش تصویر را تعیین می کند.

یک عدسی ثابت برای میزان کردن شعاع در سطح موازی سطح تصویر نمی تواند بکار رود زیرا محل شعاع در حالیکه عناصر خاموش و روشن می شوند بطور دائم در امتداد ردیف در حال حرکت است. میزان کردن برای بهبود قدرت تحلیل در این سطح را

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بهبود قدرت تحلیل طرفی گویند و بطور الکترونیکی ایجاد می شود (شکل ۴۳-۲۰). چگونه یک شعاع اولتراسوند که بوسیله یک گروه ترانسدوسر ایجاد می شود می تواند به صورت الکترونیکی میزان شود؟ ما این موضوع را با قدری تفصیل ذکر می کنیم زیرا همین اصل بر اسکنرهای ریل تایم ردیف هدایت شده حاکم است. دانشجویی که به جزئیات درباره میزان کردن الکترونیکی علاقمند است باید به مقاله بسیار خوب و تصویرهای ولز(Wells) مراجعه کند.

برای بهبود قدرت تحلیل عرضی(Azimuthal)، روش به ضربان درآمدن هر عنصر ترانسدوسری داخل هر گروه تغییر می کند. شکل ٤٤-۲۰ نشان می دهد که چگونه یک گره چهار عنصر ترانسدوسری می توانند بطور الکرونیکی میزان شوند. اول، دوباره به شکل ۱۱-۲۰ مراجعه کنید، که نشان می دهد که حلقه های صوتی که از نقاط مختلف داخل یک بلور پیزوالکتریک منشا می گیرند، یکدیگر را تقویت می کنند تا ایجاد یک جبهه موجی در جلوی بلور می نمایند. به همین ترتیب، هر عنصر در گروه را می توان چنین تصور کرد که وقتی تحریک شود یک موجچه مدور ایجاد می کند. وقتی هر عنصر ترانسدوسری در گروه در یک لحظه، همزان با دیگران.، تحریک شود موجچه ها یکدیگر را تقویت می کنند و ایجاد جبهه موجی می کنند که به موازات سطح ردیف حرکت می کند (شکل A ٤٤-۲۰). اگر تمام عناصر در یک لحظه تحریک شوند، جبهه موجی نتیجه شده مانند یک عنصر ترانسدوسری میزان شنده که قطر آن مساوی پهنای تمام عناصر گروه است عمل خواهد کرد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بوجود آوردن شعاع میزان شده را با استفاده از یک گروه عناصر ترانسدوسری را می توان با تحریک هر عنصر در زمان مختصر متفاوتی انجام داد (شکل B ٤٤-٢٠). اگر دو عنصر مرکزی چند نانو ثانیه (یک نانو ثانیه = 10^{-9} ثانیه) پس از دو عنصر خارجی به ضربان درآیند، موجچه ها از عناصر منفرد با هم یکی شده ایجاد شعاع میزان شده می کنند. وقتی صحبت از انتشار اولتراسوند دریافت می شود نانو ثانیه زمان خیلی کوتاهی است. بیاد بیاورید که اولتراسوند در بافت، یک سانتیمتر را در حدود ٦/٥ میکرو ثانیه (میکرو ثانیه = 10^{-6} ثانیه) طی می کند، و زمان بین ضربانها معمولاً کندتر از ٨٠ μsec (زمانی که لازم است موج سفر رفت و برگشت ٦cm بکند) است. ممکن است که تیزی کانتون (طول ناحیه کانونی)، و عمق کانون را با تغییر تاخیر زمان بین ضربان عناصر مرکزی و محیطی گروه تغییر داد. در بعضی از دستگاه ها، امتحان کننده مقداری کنترل بر تیزی و عمق کانون دارد. در حالیکه گروه عناصر فعال شونده در امتداد کل ردیف روشن می شوند، علائم تاخیری ملازم (یعنی میزان کردن) باید بطور درست در امتداد ردیف کار کند تا کار میزان کردن را برقرار نگاه دارد.

یک ترانسدوسر اسکن کننده ریل تایم ردیف خطی نمونه که در امتحان شکمی فرد بالغ بکار می رود ردیف ترانسدوسر ١٢٠ میلیمتر طول در ١٠ ملیمتر عرض دارد و فرکانس بین ٢ تا ٣ MHz بکار می برد. گفته می شود که اصول اساسی ساخت دستگاه نسبتاً ساده است، بطوری که می توان دستگاه های قابل حمل (Portable) کار کننده با باطری را طرح ریزی کرد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

ردیف هدایت شده یا مرحله ای: اصطلاح ردیف هدایت شده یا ردیف مرحلـه ای را ممکن است برای این نوع اسکن ریل تایم بکار برد.

با ترانسدوسر ردیف هدایت شده یک اسکن قطاعی بدست می آید، ولی ترانسدوسـر در زمانی که اسکن انجام می شود حرکت نمی کند. در این نوع، با هدایت و تنظیم کردن الکترونیکی باعث می شوند که شعاع اولتراسوند مقطع بیمار را به جلو و عقـب جـاروب کند.

برای اسکن کردن ردیف خطی ما شرح دادیم که چگونه شعاع اولتراسوند کـه بوسـیله گروه ترانسدوسرها ایجاد می شود می تواند با انتخاب مناسب تاخیز زمانی میـزان شـود. به همین ترتیب شعاع را می توان با مکانیسم تاخیرهای زمانی مشابه به زاویه مـورد نظـر هدایت یا منحرف کرد. با انتخاب تاخیر مناسب بین تحریک عناصـر منفـرد ترانسدوسـر امکان دارد که شعاع را هدایت کرد و یا بطور همزمان هدایت و میزان کرد. ایـن فکـر بـا یک نمای ساده در شکل ٤٥-٢٠ نشان داده شده است. ملاحظه کنید که برای هـر عنصـر در ردیف لازم است که ترتیب ضربانها بطور مداوم تغییر کند.

یک ترانسدوسر با ردیف هدایت شده از نظر انـدازه شـبیه بـه یـک ترانسدوسـر یـک عنصری است که برای اسکن کردن معمولی حالـت B بکـار مـی رود. یـک ترانسدوسـر نمونه ۳۲ عنصر دارد و در فرکانس ۲ تا ۳ MHz کار می کند. با یک ترانسدوسـر ردیـف هدایت شده برای تشکیل هر خط تصویر تمام عناصر ضربان می کننـد در مقابـل ریـدف خطی که فقط چند عنصر (معمولاً چهار) ایجاد هر خط تصویر را می کنند. شکل تصویر

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

قطاعی است و راس آن در مرکز ردیف است. شعاع اولرتاسوند در زاویه قطاع با سرعت کافی که ایجاد تصویر ریل تایم کند جاروب می کند. یک چنین طرح تاخیری در مورد علائم دریافتی نیز تعبیه شده است که باعث می شود که ترانسدوسر فقط به اکوهایی که در امتداد همان مسیر فرستاده شده می باشند حساس باشد.

دستگاه ردیف هدایت شده را می توان برای رسم کردن حرکت برحسب زمان از یک خط بکار برد در حالیکه بطور همزمان تمام تصویر قطاعی را هم نشان دهد. کاربرد اصلی آن در تصویر سازی قلبی و در ارزیابی ضربان عروقی در تصویرگیری از شکم می باشد. در حال حاضر دو مسئله استفاده کلی تر از این روش را محدود کرده است. اول کیفیت تصویر در تمام قسمتها که شعاع می رود بکنواخت نیست و قدرت تحلیل در لبه های قطاع بخوبی مرکز آن نیست. دوم به سبب پیچیدگی الکترونیک تنظیم شده با کامپیوتر که برای هدایت و میزان کردن شعاع مورد لزوم است بسیار گران می باشد.

خلاصه

اولتراسوند صوتی است با فرکانس بیش از ۲۰۰۰ سیکل بر ثانیه (هرتس Hz). سونوگرافی پزشکی فرکانسهای بین ۱ مگاهرتس (MHz) و ۲۰ MHz بکار می برد. این فرکانسهای بالا قرار دادن یک ماه سفالی ویژه با بلور پیزوالکتریک در معرض ضربان کوتاه ولتاژ بدست می آید. یک گروه مواد پیزوالکتریک ساختگی به نام فروالکتریکهای سفالین جایگزین مواد بلورین پیزوالکتریک که قبلاً بکار می رفته اند شده اند. اگر چه در حال حاضر PZT پر استفاده ترین ماده است پژوهشها پیشنهاد می کنند که پلیمرهای

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

پلاستیک ویـژه ای جـای ایـن سـفالینه هـای سـاختگی را در سـاختن ترانسدوسـرهای اولتراسوند بگیرد. میدان الکتریکی که با ضربان ولتـاژ ایجـاد مـی شـود عناصـر بلـورین (دو قطبها) را در سفال تغییر جهت می دهد و به این وسـیله ناگهـانی ضـخامت بلـور را تغییر می دهد. این تغییر ناگهانی در ضخامت یک سری لرزشهایی را ایجاد مـی کنـد کـه مولد امواج صوتی است. بلور پیزوالکتریم در جلوی ترانسدوسر یک جعبه پلاستیکی کـه بلور را از ضربات مکانیکی حفظ می کند و ایجاد عایق بودن صوتی و الکتریکی می کنـد قرار داده شدده است. الکترودها بر سطح بلور پهن شده انـد و الکتـرود خـارجی اتصـال زمینی دارد تا بیمار را از شوک الکتریکی حفظ کند. یک قطعه پشـتی (Backing block) نوسانها را در بین ضربانهای ولتاژ خفه می کند بنابراین ترانسدوسر را مـی تـوان طـوری بکار برد که ایجاد ضربانهای متعدد کوتاه صوتی بکند. اگر وضعیت بالینی نیاز به فرکانس دیگری داشته باشد باید ترانسدوسر دیگری انتخاب شود که با فرکانس مورد نظر طراحی شده است. بلورهای پیزوالکتریک با گرمـا مـی تواننـد آسـیب ببیننـد. در بـالای گرمـای بحرانی که گرمای کوری نامیده می شود یک بلور خاصیت پیزوالکتریک خود را از دست می دهد و یک تکه سفالین بی مصرف می شود. عامل Q یک نشانه ای از خلوص آهنگ (باریک بودن محدوده فرکانس) است. زمان نزول (Ring down time) زمانی است کـه طول می کشد تا ترانسدوسر از ارتعاش بیفتد.

یک شعاع اولتراسونیک یک ردیفهای امواج طولی هستند که انرژی منتقـل مـی کننـد. این امواج از بافتهای معمولی بدن با سرعت ۱۵۴۰ متر بر ثانیه عبور می کنند. سرعت آنها

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

متسقل از فرکانس است. سرعت صورت بستگی بـه چگـالی و قابلیـت انقبـاض محـیط هدایت کننده دارد و برابر است با فرکانس ضرب در طول مـوج در حالیکـه یـک شـعاع صوتی از بدن عبور می کند به سبب پخش- انعکاس - انکسار- و جذاب تخفیـف پیـدا می کند. شعاع صوتی در نایحه نزدیک یـا فرنـل نسـبتاً همگـرا (Coh erent) اسـت. در واری یک فاصله بحرانی بنام نقطه انتقالی شعاع به ناحیـه دور بـا فرانهـوفر مـی رسـد و شروع به تفرق و پراکندگی می کند. طول ناحیه نزدیک متناسب است بـا مربـع صـورت می باشد. شعاع با پراکندگی در ناحیه دور به سرعت تخفیف پیدا مـی کنـد. انعکـاس در حد فاصلهای بافتی پیدا می شود. زاویه تابش و بازتاب برابرند. مقدار انعکاس بستگی بـه اختلاف امپدانس آکوستیک دو سطح و نیز بستگی به زاویه تـابش شـعاع دارد. امپـدانس آکوستیک حاصل ضرب چگالی در سرعت صـوت در محـیط منتقـل کننـده مـی باشـد. انعکاس با اختلاف زیاد بین امپدانس آکوستیک دو محیط و با زاویه کم تابش به بیشترین حد می رسد. در زاویه تابش 90° درجه انعکاس از همـه کمتـر و انتقـال از همـه بیشـتر است.[1]

وقتی سرعت صوت در رفتن از یک محیط به محیط دیگر تغییر می کند فرکانس ثابت می ماند ولی طول موج تغییر می کند. اگر جبهه موج به محیط دوم با یک زاویه برخـورد

[illegible]

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

کند صوت خم می شود یا می شکند. درجه شکست بستگی به زاویه تابش و اختلاف سرعت صوت در دو محیط دارد. جذب که عبارت است از تبدیل صوت به حرارت بستگی به فرکانس صوت و هم به ویسکوزیته و هم به زمان استراحت محیط هدایت کننده دارد. جذب در بافت متناسب با فرکانس است به این معنی بود که افزایش از ۱ به ۲ MHz جذب دو برابر و قدرت نفوذ پرتو را نصف می کند. بنابراین صوت با فرکانس بالا را نمی توان برای امتحان قسمتهای ضخیم بدن بکار برد.

یک موج طولی بوسیله ذرات (ملکولهای) متعدد که در جهت طول نوسان می کنند و در نتیجه ایجاد نوارهای انقباض و انبساط در محیط هادی می کنند منتشر می شود. وقتی این نوارها به عقب به صورت اکوها بسوی بلور پیزوالکتریک پخش شوند ضخامت بلور را تغییر می دهند که ایجاد علائم الکتریکی می کند. این علائم پایه تصویر اولتراسونیک می باشد. صوت به صورت ضربانات کوچک معمولاً ۱۰۰۰ در ثانیه منتقل می شود. ضربانها کوتاه با زمان معمولاص در حدود ۰/۰۰۰۰۰۱ ثانیه می باشند. بین ضربانها ترانسدوسر به صورت گیرنده عمل می کند و اکوهای دریافت شده را ثبت می کند. تاخیر بین شروع ضربان و برگشت اکو در تمام حالات تصویری تبدیل به عمق می شود. تصویرها را می توان با چندین حالت نشان داد. تنظیمهای متعدد برای تقویت اکوهای ضعیف تعبیه شده اند. مهمترین تنظیم عبارت بهره جبرانی زمانی است که بطور لگاریتمی اکوها را از ژرفاهای انتخابی پس از تاخیر قابل تنظیم تشدید می کند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

قدرت تحلیل عمقی یا قابلیت جدا کردن دو شئی پشت سرهم بستگی به طول فضائی ضربان دارد که عبارت از طول موج ضرب در تعداد موجها در ضربان است. بهترین تحلیل عمقی با ترانسدوسرهایی است که طول فضایی ضربانی کوتاه دارند. قدرت تحلیل عرضی با قابلیت جدا کردن دو سئی مجاور بستگی به پهنای شعاع صوتی دارد. شعاع را می توان با عدسی آکوستیک که صوت را به طرف نقطه کانونی خم می کند باریک کرد.

اثر داپلر عبارت از تغییر فرکانس دریافت شده صوت که از ساختمانهای متحرک منشاء می گیرند می باشد. وسایل داپلر برای کشف حرکت بکار می روند. آنها این کار را با فرستادن شعاع صوتی و ثبت و دموله کردن اکوهای برگشتی انجام می دهند. اختلاف بین دو فرکانس معمولاً در محدوده صوت قابل شنیدن در بیشتر حرکات فیزیولوژیک قرار می گیرد. پس از تقویت این اختلاف یک علامت قابل شنیدن می شود. دستگاه های داپلر با موج پیوسته می توانند اطلاعات مربوط به سرعت را بدهند ولی هیچ گونه قدرت تحلیل عمقی ندارند. دستگاه های داپلر ضربانی بطور همزمان هم اطلاعات مربوط به سرسعت و هم مربوط به عمق می دهند. یک وسیله داپلر ضربانی را معمولاً با نوهی دستگاه تصویری اولتراسوند همراه می کنند. تجزیه و تحلیل طیفی علائم داپلر با ارزیابی طیف فرکانسهایی که علائم داپلر را می سازند اجازه به ارزیابی طبیعت جریان خون در عروق خونی طبیعی و تنگ شده می دهد.

تصویر سازی ریل تایم تصاویر متعدد با سرعت کافی ایجاد می کند که باعث می شود حرکات را بتوان دنبال کرد. یک مصالحه ای بین تراکم خطی در هر تصویر و تعداد

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تصویر در ثانیه مورد نیاز است. تعداد تصاویر لااقل ۱۶ در ثانیه است. تصویر ریل تایم را می توان با اسکنر مکانیکی و یا با ترتیب دادن ردیف الکترونیکی تهیه کرد. دستگاه های اسکن مکانیکی یک تصویر قطاعی با ترانسدوسر نوسان کننده یا ترانسدوسر با چرخ دوار تولید می کنند. دستگاه های اسکن با ردیف الکترونیک ممکن است ترانسدوسر ردیف خطی بکار ببرند که اسکن به شکل مستطیل ایجاد می کند یا از ترانسدوسر ریدف هدایت شده استفاده کنند که اسکن قطاعی ایجاد می کند. میزان کردن شعاع اولتراسوند ردیفی الکترونیکی نیاز به هم عدسی مقعر پلاستیکی و هم میزان کردن الکترونیکی دارد. وضعیت رضایتبخش هندسی شعاع نیاز به این دارد که عناصر در ردیف خطی به صورت گروهی معمولاً چهار عنصر در هر لحظه ضربان کنند که هر گروه ایجاد یک خط در تصویر می کند. با ترانسدوسر ردیف هدایت شده تمام عناصر ترانسدوسر ضربان می کنند تا ایجاد هر خط تصویر را بنمایند.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

Filename: Document

Directory:
Template: C:\Documents and Settings\hadi tahaghoghi\Application Data\Microsoft\Templates\Normal.dotm
Title:
Subject:
Author: H.H
Keywords:
Comments:
Creation Date: /// AM

Change Number:

Last Saved On:
Last Saved By: hadi tahaghoghi
Total Editing Time: Minutes

Last Printed On: /// AM

As of Last Complete Printing
Number of Pages:

Number of Words: (approx.)

Number of Characters: (approx.)

www.kandoocn.com
www.kandoocn.com
www.kandoocn.com