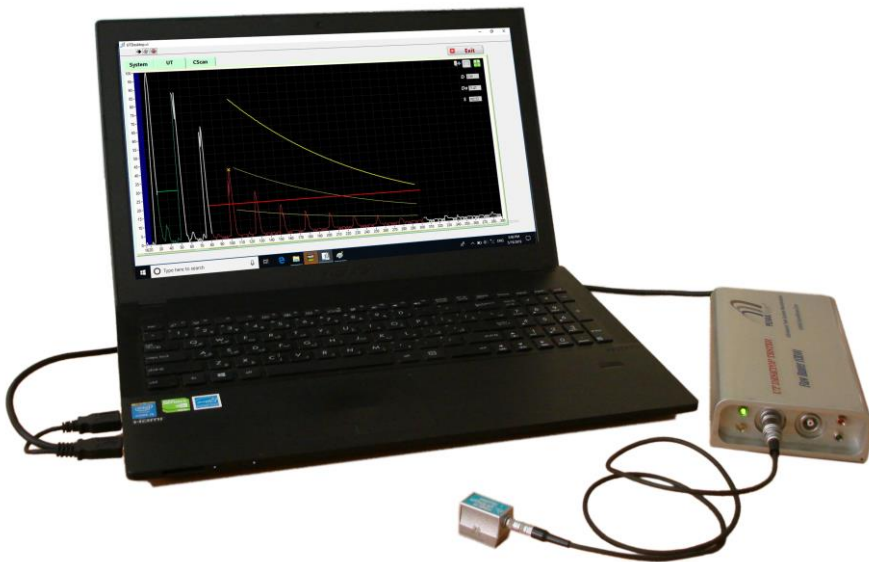


FLAW HUNTER 1CH 101 Instruction Book

2019



PEJVAK RAYAN COMPANY

12/5/2019



شرکت پژواک رایان



(سهامی خاص)

سازنده دستگاه ها و سیستم های تست آلتراسونیک

نویسنده:

مهندس محمد دلیریان

ASNT NDT Level III

PT, MT, ET, UT

فهرست مطالب

۹	 پیشگفتار
	فصل ۱
	آشنایی با تست التراسونیک
۱۲	 مقدمه
۱۲	 تعریف التراسونیک
۱۳	 فرکانس و طول موج
۱۴	 سرعت صوت و طول موج
۱۵	 انشار امواج در یک ماده
۱۷	 تست التراسونیک
۱۹	 پیزوالکتریک
۱۹	 امیدانس آکوستیک
۱۹	 رفتار صوت در برخورد به مرز مشترک دو محیط
۲۳	 استهلاک صوت
۲۳	 پرتو صوتی
۲۴	 ناحیه نزدیک و دور پرتو صوتی
۲۶	 واگرایی پرتو صوتی
۲۶	 طول پالس پرتو صوتی
۲۸	 باند فرکانسی
۳۰	 انواع پروب های تست التراسونیک
۳۳	 دستگاه های تست التراسونیک
۳۷	 انواع تکنیک های تست التراسونیک
۴۳	 انواع روش های نمایش
۴۵	 تنظیمات و کالیبراسیون دستگاه التراسونیک
۵۱	 تفسیر و ارزیابی و ثبت نتایج تست

فصل ۲

معرفی تجهیز

۵۴	.....	مقدمه
۵۴	.....	معرفی تجهیز
۵۷	.....	نحوه روشن و خاموش نمودن دستگاه

فصل ۳

آموزش نرم افزار دستگاه

۵۹	.....	مقدمه
۶۰	.....	تشریح پنجره های مختلف نرم افزار
		تنظیمات مربوط به پنجره SYSTEM
۶۱	.....	USB Setting
۶۱	.....	Privacy Setting
۶۲	.....	Batch Setting
۶۳	.....	General Setting
۶۳	.....	PRF
۶۵	.....	Probe Delay
۶۵	.....	Strip Time
۶۵	.....	Thickness
۶۶	.....	Probe Diameter
۶۶	.....	Line Speed
۶۷	.....	Shape
۶۷	.....	Pipe Diameter
۶۸	.....	Unit
۶۸	.....	Alarm Setting

۶۹	تنظیمات مربوط به پنجره UT
۷۰	Pulse Amplitude
۷۰	Gain
۷۲	Display Delay
۷۲	Range
۷۳	Digital Filter
۷۴	Velocity
۷۴	Rejection
۷۵	Polarity
۷۶	Damp
۷۷	Single/Dual
۷۸	Zoom
۷۹	Freeze
۷۹	Envelope
۸۰	Probe Type
۸۱	Full Screen
۸۱	Color
۸۲	Grid
۸۳	Gates
۸۶	Auto CAL/ Evaluation
۸۷	Calibration
۸۹	DAC
۹۱	TCG
۹۲	AWS

۹۴	Probe Index
۹۵	Probe Angle
۹۵	Peak/ Flank/ J-Flank
۹۶	Strip Chart
۹۸	 Start/Stop Save
۹۹	 Clear Chart

تنظیمات مربوط به پنجره C-Scan

۱۰۰	C-Scan Type
۱۰۱	Pipe Diameter, Pipe Length /Plate Width, Plate Length
۱۰۲	Color Box

فصل ۴

ثبت نتایج و گزارش گیری

۱۰۴	مقدمه
۱۰۴	سیستم ثبت نتایج تست

فصل ۵

تعیین جنس ماده

۱۰۷	مقدمه
۱۰۷	شرح کارکرد

پیشگفتار

دستگاه آلتراسونیک دسکتاپ مدل Flaw Hunter 1CH، یک دستگاه کاربردی و PC Base می باشد، که به منظور عیب یابی و ضخامت سنجی در قطعات صنعتی و ذخیره و مستندسازی نتایج تست استفاده می گردد.

این دستگاه به منظور استفاده در کلاس های آموزشی، واحدهای تحقیقاتی، آزمایشگاه ها و کارگاههای ساخت و تولید، طراحی گردیده است.

جهت استفاده صحیح و بهینه از این دستگاه، این دفترچه راهنما به صورت یک لوح فشرده، داخل پکیج دستگاه، به خریدار ارائه می گردد.

اما با وجود این، برای انجام تنظیمات صحیح دستگاه، و استفاده درست از کلیه کارایی های آن، کاربر علاوه بر این دفترچه راهنما، نیاز به یک آشنایی کامل با دانش تست التراسونیک (در حد Level II)، و فاکتورهای موثر در تست دارد.

لذا برای پرهیز از خطا و اشکال در نتایج تست، اپراتور می بایست از فاکتورهای موثر در تست آگاهی کافی داشته باشد. فاکتورهای موثر در تست می تواند موارد ذیل باشد:

- دارا بودن دانش کافی اپراتور از تست التراسونیک
- انتخاب کابل و پروب مناسب
- انتخاب و ساخت صحیح بلوک کالیبراسیون یا بلوک مرجع
- آگاهی از مشخصات و ساختار محصول مورد تست
- آشنایی با استانداردها
- نحوه انجام تنظیمات اولیه دستگاه مطابق استاندارد
- توانایی کارکرد با نرم افزار دستگاه
- اطلاع از اختلالات و آسیب های الکتریکی و حرارتی در سیستم تست
- توانایی تفسیر سیگنال های حاصل در حین تست

آموزش نحوه کارکرد و استفاده از این دستگاه، بر عهده نماینده شرکت پژواک رایان بوده، که در محل شرکت پژواک رایان و یا نمایندگی مجاز این شرکت، ارائه می گردد.

⚠ نکات احتیاطی

این دستگاه صرفاً برای تست و ارزیابی قطعات صنعتی بوده و از استفاده آن در مصارف پزشکی، جدا خودداری گردد.

نکات احتیاطی قبل و در حین استفاده از این دستگاه به شرح ذیل می باشد:

- عدم استفاده یا بکارگیری دستگاه در دمای بالاتر از ۴۵ درجه سانتیگراد
- عدم اتصال کابل یا سیم برق دیگری به دستگاه، به غیر از کابل پاور همراه دستگاه و کابل پروب ها
- عدم قرار دادن دستگاه در محیط در معرض آب و مایعات دیگر
- عدم اصابت ضربه های شدید به دستگاه
- عدم باز نمودن درب پشت دستگاه

⚠ در صورت جداسازی برچسب گارانتی نصب شده بر روی درب پشتی دستگاه، دستگاه به طور کامل از گارانتی خارج می گردد.

فصل ۱

آشنایی با تست التراسونیک

۱.۱. مقدمه:

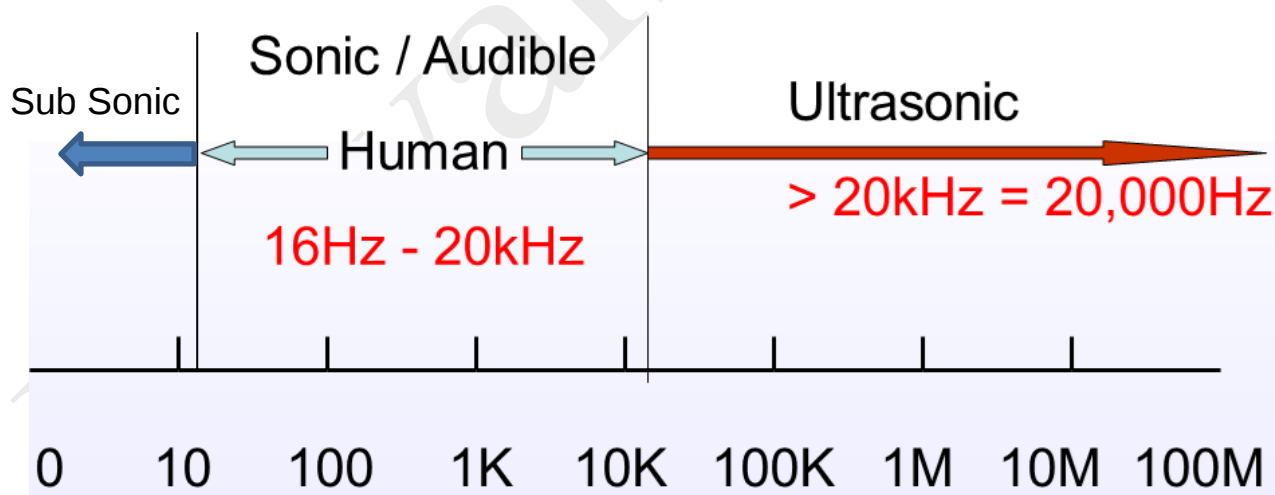
به دلیل ضرورت و اهمیت آشنایی و تخصص در زمینه تست التراسونیک، قبل از استفاده از هر دستگاه تست التراسونیک، در این فصل، مروری کوتاه اما مفید، بر تست التراسونیک شده است.

بدیهی است که جهت آشنایی بیشتر و کسب تخصص در این زمینه، نیاز به شرکت در کلاس های آموزشی و انجام فعالیت های عملی تست التراسونیک می باشد.

۱.۲. تعریف التراسونیک:

امواج صوتی در واقع به ارتعاشات یا نوسانات مکانیکی ذرات یک ماده یا یک محیط مانند یک گاز اطلاق می گردد. نوسانات مکانیکی ذرات ماده، دارای یک فرکانس مشخص می باشد که با واحد هرتز مشخص می گردد، که می تواند از چند هرتز تا چندین مگاهرتز متفاوت باشد. به عنوان مثال، گوش انسان قادر به شنیدن امواج صوتی در بازه 16 Hz – 20 KHz می باشد که به آن محدوده شنیداری یا Audible می گویند.

شکل زیر، طیف آکوستیک را به سه دسته تقسیم می کند.



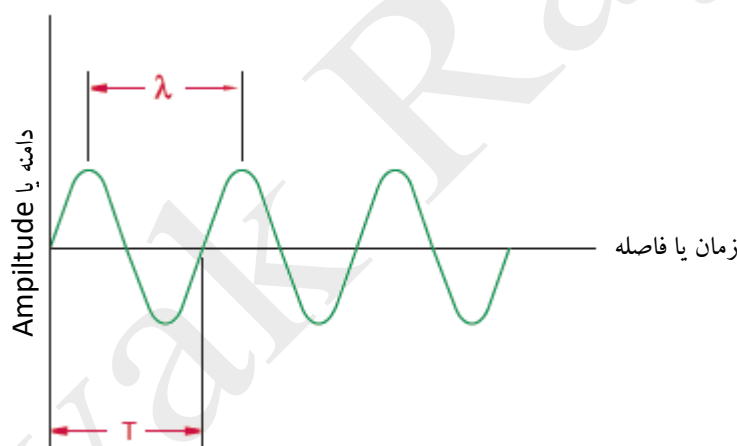
امواج صوتی تولید شده در بالای محدوده شنوایی انسان (بالای ۲۰ کیلوهرتز) آلتراسونیک نامیده می شود. با این حال، دامنه فرکانسی که به طور معمول در تست غیرمخرب و ضخامت سنجی التراسونیک استفاده می شود بین ۵۰۰ کیلو هرتز تا ۵۰ مگاهرتز می باشد.

اگرچه امواج آلتراسونیک، همانند صوت شنیداری رفتار می کنند، اما دارای فرکانس بالاتر و نتیجتاً طول موج بسیار کوتاهتر است. این بدان معنی است که می تواند از سطوح بسیار کوچک مانند عیوب داخلی مواد منعکس شود. این ویژگی است که باعث می شود آلتراسونیک برای آزمایش غیرمخرب مواد مفید باشد.

۳.۱. فرکانس و طول موج

ارتعاشات التراسونیک، شبیه نور، به شکل موج حرکت می کند، با این حال، برخلاف امواج نوری، که می توانند در خلاء حرکت کنند، اولتراسوند نیاز به ذرات الاستیک مانند اتم های مایع، جامد یا گاز برای حرکت دارد.

در شکل (۲) پارامترهای اصلی یک موج پیوسته نشان داده شده است. این پارامترها شامل طول موج (λ) و دوره تناوب (T) از یک سیکل کامل موج می باشند.



تعداد سیکل های کامل در زمان یک ثانیه فرکانس (f) نامیده می شود و در واحد هرتز (Hz)، تعریف می گردد که با ضرب آن در اعداد ذیل به واحدهای دیگر تبدیل می گردد:

$$1000 \text{ Hz} = 1 \text{ KHz}$$

$$1,000,000 \text{ Hz} = 1 \text{ MHz}$$

زمان لازم برای تکمیل یک سیکل کامل، دوره تناوب (T) نامیده می شود که در واحد ثانیه بیان می گردد. رابطه بین فرکانس و دوره تناوب یک موج پیوسته در معادله زیر نمایش داده می شود.

$$F = 1 / T$$

T = دوره تناوب

F = فرکانس

۴.۱. سرعت صوت و طول موج

سرعت امواج صوتی در یک ماده، به نسبت مدول الاستیسته و چگالی آن ماده بستگی دارد.

در فرمول زیر، نحوه محاسبه طول موج با استفاده از سرعت امواج فراصوتی (V) و فرکانس موج صوتی، در یک ماده الاستیک در دما و فشار ثابت داده شده است.

$$\lambda = V/F$$

سرعت صوت در ماده = V فرکانس پروب = F طول موج = λ

طول موج صوتی، فاکتور اصلی و تعیین کننده حساسیت یک پروب و به عبارت دیگر، حساسیت تست است. **حساسیت** یا Sensivity عبارت است از **کوچکترین عیبی** که بوسیله یک روش یا تکنیک، قابل شناسایی می باشد. در تست التراسونیک، حساسیت تست برابر نصف طول موج یا $\lambda/2$ می باشد.

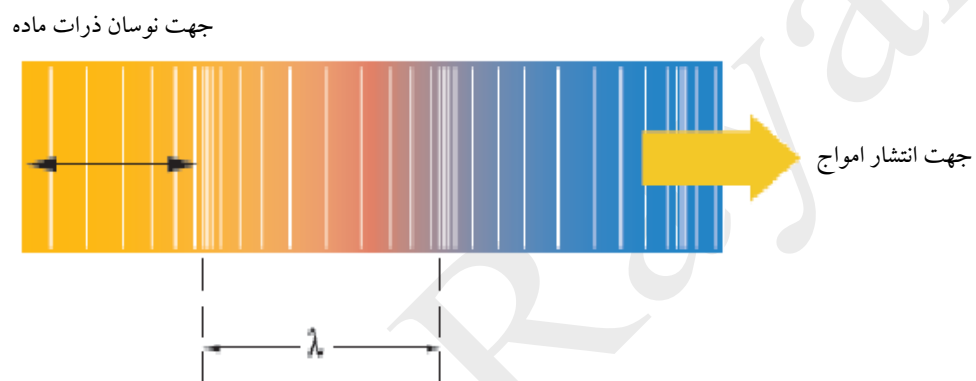
در جدول ذیل، خواص آکوستیک برخی از مواد معمول لیست شده است.

نوع ماده	سرعت امواج طولی m/s	سرعت امواج عرضی m/s	امپدانس آکوستیک $\text{Kg/m}^2\text{s} \times 10^6$
آب	1480	.....	1.48
آلومینیوم	6300	3130	17
برنج	4430	2120	37.3
پرسپکس	2730	1430	3.2
تنگستن	5180	2870	99.7
زیر کونیم	4650	2250	30.13
طلا	3240	1200	62.6
فولاد آستنیتی 347	5740	3090	45.4
فولاد 1020	5890	3240	45.6
گلیسرین	1920	....	2.4
مس	4660	2260	41.6
نقره	3600	1590	37.7
نیکل	5630	2960	50
هوا	330	.....	0.0041

۱, ۵. انتشار امواج در یک ماده:

در بیشتر روش های معمول تست اولتراسونیک، از دو نوع موج طولی و برشی استفاده می شود. اما انواع دیگر امواج صوتی از جمله امواج سطحی و امواج لمب نیز وجود دارند، که در اینجا مختصراً هریک توضیح داده شده است

- در امواج طولی یا فشاری، جهت نوسان ذرات ماده، با جهت انتشار امواج صوتی، یکسان می باشد. این نوع موج در تمام حالت های ماده، جامد، مایع و گاز منتشر می گردد.



سرعت امواج طولی در یک ماده، از فرمول ذیل قابل محاسبه می باشد.

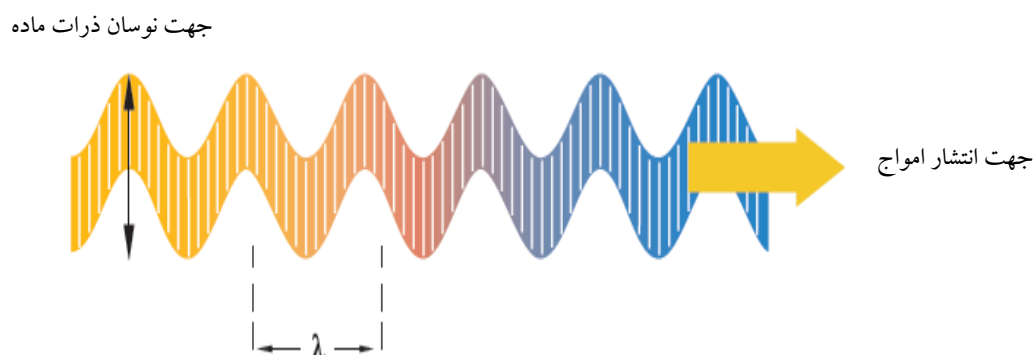
$$V_L = \sqrt{E / \rho}$$

E = مدول الاستیسیته ماده

ρ = چگالی ماده

V_L = سرعت امواج طولی

- در امواج عرضی یا برشی، جهت نوسان ذرات ماده، عمود بر جهت انتشار امواج صوتی می باشد. این نوع موج فقط در جامدات منتشر می گردد زیرا که فقط جامدات دارای صلیبیت هستند. سرعت امواج برشی تقریباً نصف سرعت امواج طولی می باشد.



سرعت امواج عرضی در یک ماده، از فرمول ذیل قابل محاسبه می باشد.

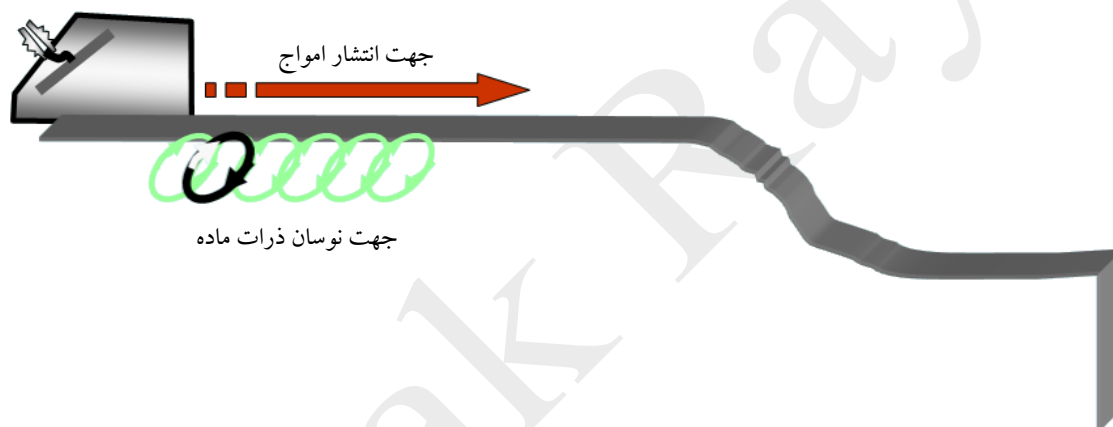
$$V_T = \sqrt{G / p}$$

G = مدول صلیبیت ماده

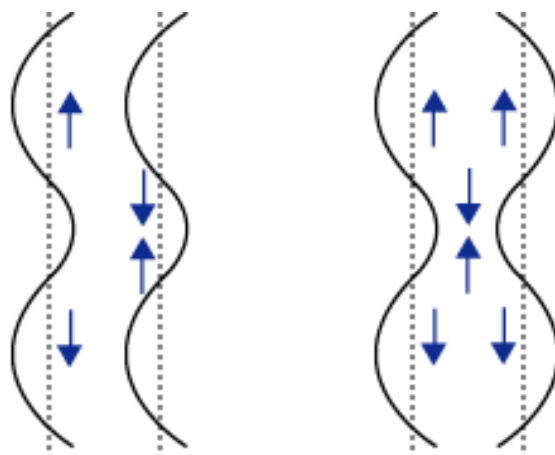
p = چگالی ماده

V_T = سرعت امواج عرضی

- در امواج سطحی، ذرات ماده بصورت بیضی هایی که محور بزرگ بیضی، عمود بر سطح قطعه می باشد، نوسان نموده، اما امواج صوتی، در سطح قطعه حرکت می کند. این نوع امواج سطوح دارای انحنا را طی می کنند و از گوشه های تیز، مانند ترک های سطحی منعکس می گردند. سرعت این امواج تقریباً 90% امواج برشی می باشد، و عمق نفوذ آن حدود یک طول موج زیر سطح قطعه می باشد.



- در امواج لمب، الگوی نوسانات ذرات ماده پیچیده بوده و در قطعات نازکی که ضخامت آنها چند طول موج یا کمتر است، قابل انتشار می باشند. دو نوع از این امواج وجود دارند که با نام های Symmetrical, Asymmetrical شناسایی می گردند. سرعت این امواج علاوه بر مدول الاستیسیته و چگالی، به ضخامت قطعه و فرکانس موج صوتی نیز بستگی دارد.



Asymmetric Symmetric

7.1. تست التراسونیک

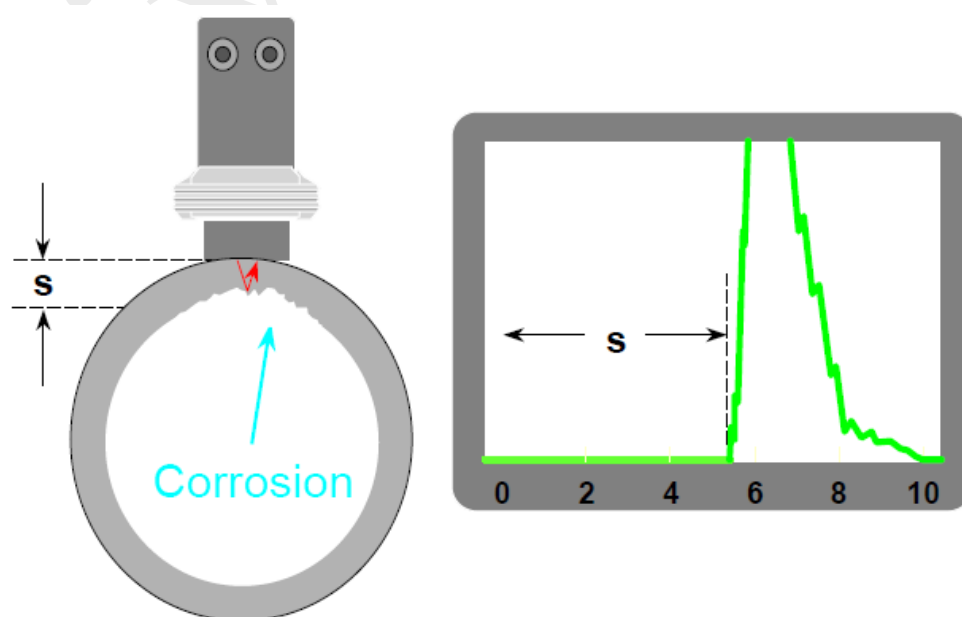
تست التراسونیک، یکی از روش های تست غیرمخرب (NDT) محسوب می گردد. تست غیرمخرب به تستی اطلاق می گردد، که بدون تخریب قطعه، قطعه مورد تست قرار گرفته، و خواص و عیوب داخل آن تعیین گردد. در تست غیرمخرب التراسونیک، امواج صوتی با فرکانس بالا (بین 0.5 – 25 MHz)، بوسیله یک پروب با کریستال پیزوالکتریک تولید شده و وارد قطعه می گردد. در اثر برخورد این امواج به یک فصل مشترک داخل قطعه، مانند عیوب داخلی قطعه و یا دیواره پشت قطعه، این امواج انعکاس یافته، به پروب برگشته و بدون تخریب قطعه، اطلاعاتی از داخل قطعه فراهم می آورد. اطلاعات حاصله از طریق تحلیل دو پارامتر حاصل می گردد، که این دو پارامتر شامل زمان پرواز موج داخل قطعه (Sound Path) در مسیر رفت و برگشت، و دامنه موج دریافتی (Amplitude) می باشد.

از جمله اطلاعاتی که در این تست می توان بدست آورد، ضخامت سنجی و شناسایی عیوب داخلی در قطعات می باشد.

در ضخامت سنجی، با داشتن سرعت صوت داخل قطعه، و زمان پرواز موج داخل قطعه (که شامل مسیر رفت و برگشت موج می باشد) می توان از طریق رابطه ذیل، ضخامت قطعه را محاسبه نمود.

$$T = Vt/2$$

T = ضخامت قطعه **t** = زمان پرواز موج **V** = سرعت صوت داخل قطعه



در فرآیند عیب یابی، از طریق اندازه گیری تغییرات نسبی در دامنه سیگنال های دریافتی از عیوب، می توان اندازه عیوب را بدست آورده و یا مقدار استهلاک صوت داخل قطعات را محاسبه نمود. میزان تغییرات نسبی در دامنه سیگنال، معمولاً بصورت دسی بل (dB) بیان می گردد. دسی بل در واقع مقدار لگاریتم نسبت دامنه دو سیگنال می باشد که از طریق رابطه زیر قابل محاسبه می باشد:

$$dB = 20 \log_{10} A_1/A_2$$

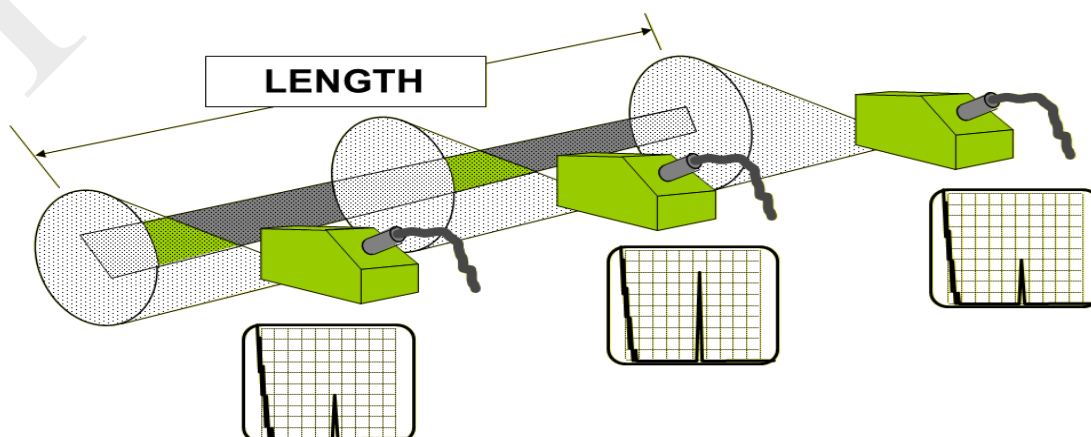
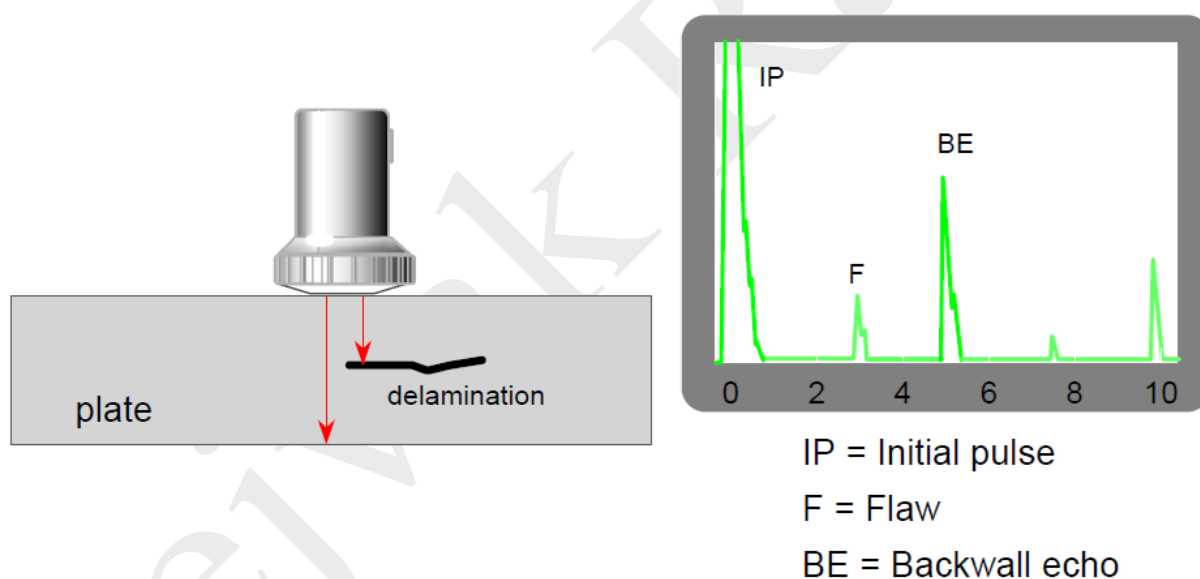
dB = Desibels

A₁ = دامنه سیگنال اول

A₂ = دامنه سیگنال دوم

بعنوان مثال، اگر دو سیگنال یکی با دامنه 80% صفحه و دیگری با دامنه 40% صفحه داشته باشیم، اختلاف دسی بل بین این دو سیگنال عبارت است از:

$$dB = 20 \log_{10} A_1/A_2 \quad \longrightarrow \quad dB = 20 \log_{10} 80/40 \quad \longrightarrow \quad dB = 6$$



۷,۱. پیزوالکتریک

پیزوالکتریک در واقع خاصیتی از ماده است، که انرژی الکتریکی را به مکانیکی، و انرژی مکانیکی را به الکتریکی تبدیل می کند. کریستال های پیزوالکتریک، در اثر اعمال ولتاژ الکتریکی، شروع به نوسان نموده و تولید موج صوتی می نمایند. از طرفی در اثر برخورد موج صوتی بازگشته از عیوب، دچار نوسان شده و این بار ولتاژ الکتریکی تولید می نمایند.

در گذشته از پیزوالکتریک های طبیعی، مانند کوارتز و سولفات لیتیوم در پروب ها استفاده می گردید. اما امروزه از کریستال های پیزوالکتریک مصنوعی مانند تیتانات زیرکونات سرب، متانیوبات سرب، تیتانات باریم و نوع جدیدتر آنها که کریستال های کامپوزیتی هستند استفاده می گردد.

۸,۱. امپدانس آکوستیک:

امپدانس آکوستیک در واقع مقاومت ذرات ماده در برابر عبور امواج صوتی می باشد. مقدار آن در یک ماده مشخص، متناسب با چگالی و سرعت صوت در آن ماده است. امپدانس آکوستیک از طریق رابطه ذیل محاسبه گردیده و واحد آن $\text{Kg/m}^2\text{s}$ می باشد. امپدانس آکوستیک برخی از مواد معمول، در جدول صفحه ۱۴ داده شده است.

$$Z = p \times V$$

Z = امپدانس آکوستیک

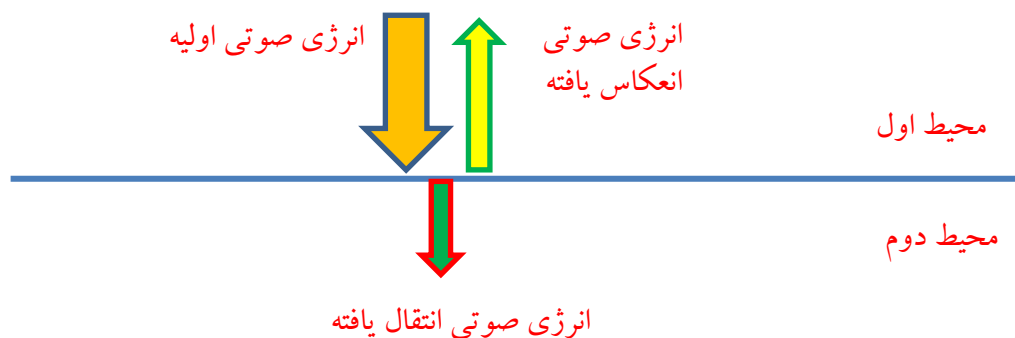
p = چگالی ماده

V = سرعت امواج صوتی داخل قطعه

۹,۱. رفتار صوت در برخورد به مرز مشترک دو محیط:

در تست التراسونیک، امواج صوتی ممکن است بصورت نرمال با زاویه صفر درجه و یا بصورت زاویه ای به داخل قطعه هدایت گردند. هر دو نوع تکنیک در تست التراسونیک، مورد استفاده قرار می گیرند.

در برخورد امواج صوتی به یک مرز مشترک بین دو ماده متفاوت به صورت نرمال، مقداری از انرژی صوتی منعکس شده و مقداری از انرژی صوتی منتقل می گردد. مقدار انرژی صوتی منعکس شده و منتقل شده به نسبت امپدانس آکوستیک بین دو ماده بستگی دارد.



مقدار انرژی منتقل شده و منعکس شده در مرز مشترک بین دو ماده از فرمول های زیر بدست می آید.

$$R = \left[\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right]^2 \times 100 = \% \text{ reflected}$$

$$T = 1 - R$$

درصد انرژی صوتی انتقال یافته = T امپدانس آکوستیک محیط دوم = Z_2 امپدانس آکوستیک محیط اول = Z_1

به عنوان مثال، می توانیم انرژی صوتی منعکس شده در مرز مشترک هوا و فولاد را محاسبه کنیم:

$$Z_{Air} = 0.0041$$

$$Z_{Steel} = 46.7$$

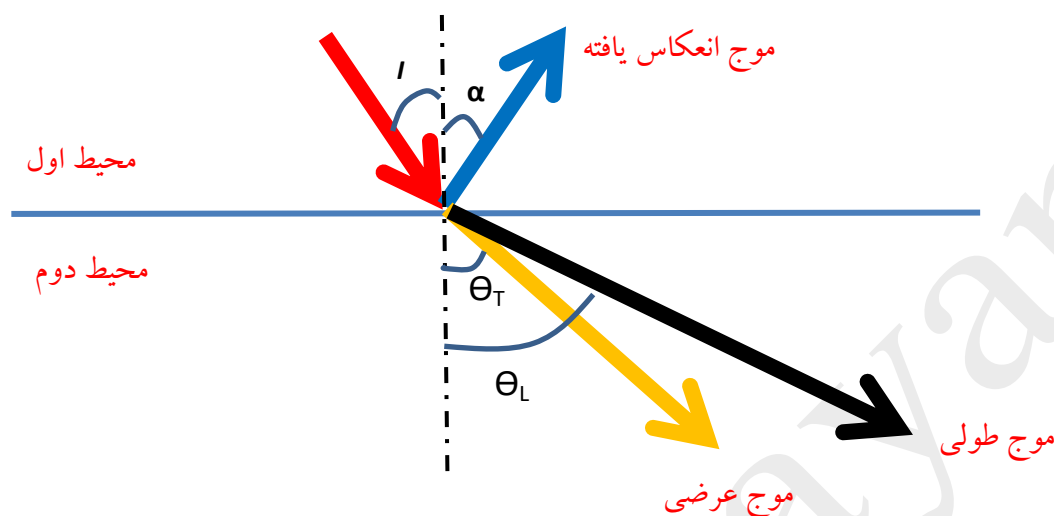
$$\text{درصد انرژی منعکس شده} = (0.0041 + 46.7)^2 / (0.0041 - 46.7)^2 = 99.96\%$$

لذا در مرز مشترک هوا و فولاد 99.96 درصد انرژی صوتی منعکس می گردد. بنابراین می بایست از ماده ای واسط به نام کوپلنت بین پروب و قطعه استفاده نمود. این ماده واسط می تواند آب، روغن، گریس، چسب کاغذ دیواری و یا غیره باشد.

در برخورد زاویه ای موج به مرز مشترک دو ماده، علاوه بر پدیده های انعکاس و انتقال، دو پدیده تبدیل امواج (Mode Conversion) و شکست موج (Refraction) نیز اتفاق می افتد. اگر مرز مشترک دو سطح، صاف و هموار باشد، زاویه برخورد با زاویه انعکاس برابر است.

در پدیده تبدیل امواج (Mode Conversion)، موج صوتی در ماده دوم به دو نوع موج طولی و عرضی تبدیل می گردد.

در پدیده شکست موج (Refraction)، زاویه موج صوتی در محیط دوم بدلیل اختلاف سرعت صوت دو محیط تغییر می کند.

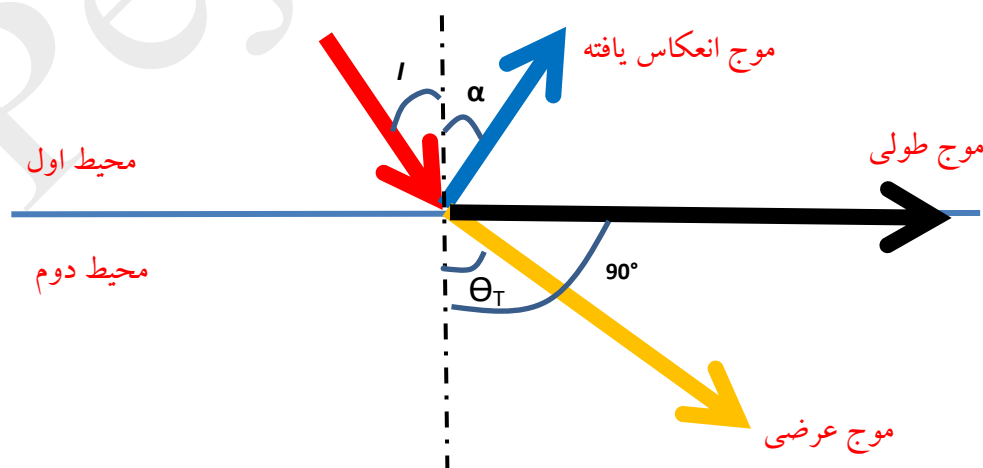


از طریق رابطه اسنل، می توان زاویه موج طولی و عرضی به وجود آمده در محیط دوم را محاسبه نمود.

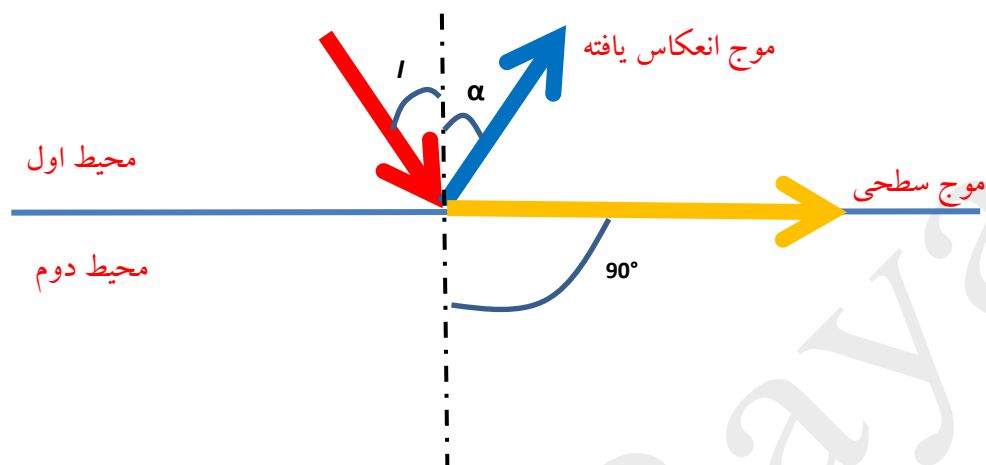
$$V_{L1} / \sin I = V_{L2} / \sin \theta_L = V_{T2} / \sin \theta_T$$

تبدیل امواج، داخل محیط دوم، سبب می گردد که همزمان دو نوع موج صوتی داخل قطعه وجود داشته باشد، که موجب تداخل در تفسیر سیگنال های حاصل از عیوب داخل قطعه شده و بازرس را دچار سردرگمی در تفسیر سیگنال ها می کند.

اگر زاویه موج ورودی I را طوری در نظر بگیریم، که موج طولی در محیط دوم دارای زاویه 90° باشد، موج صوتی در سطح قطعه شروع به حرکت می نماید. این زاویه را **زاویه بحرانی اول** (First Critical Angle) می نامند.

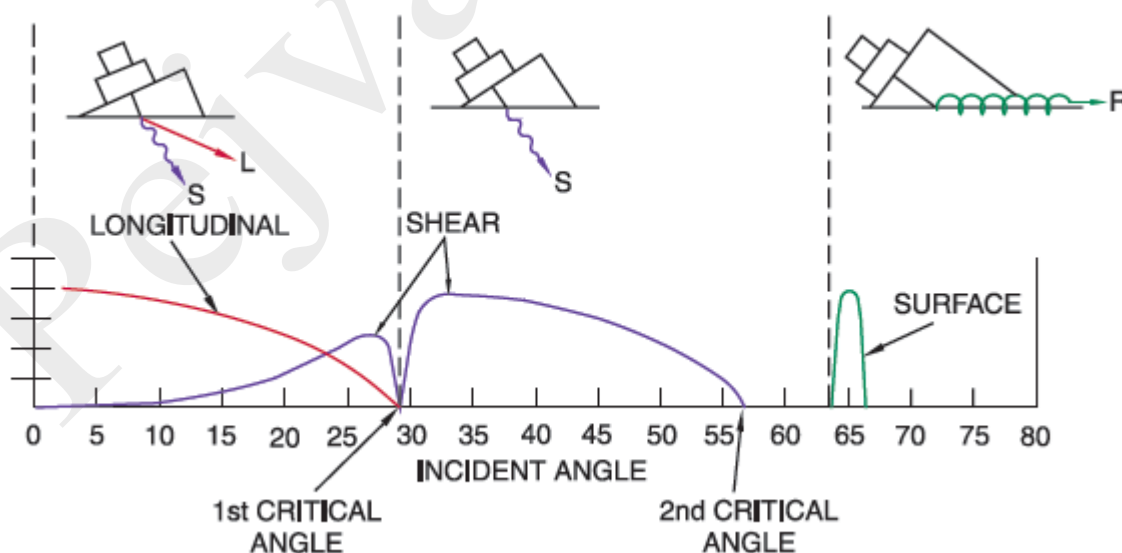


حال اگر زاویه موج ورودی I را طوری در نظر بگیریم، که موج عرضی در محیط دوم دارای زاویه 90° باشد، موج صوتی عرضی نیز در سطح قطعه شروع به حرکت می نماید، و نوع دیگری از موج به نام موج سطحی تشکیل می گردد. این زاویه را **زاویه بحرانی دوم** (Second Critical Angle) می نامند.



بنابراین در پروب های زاویه ای، زاویه موج ورودی را بین زاویه بحرانی اول و دوم در نظر می گیرند که تنها موج صوتی عرضی یا برشی داخل محیط دوم وجود داشته باشد. لذا پروب های زاویه ای بین 35° تا 80° می باشند، که بین زاویه بحرانی اول و دوم باشند.

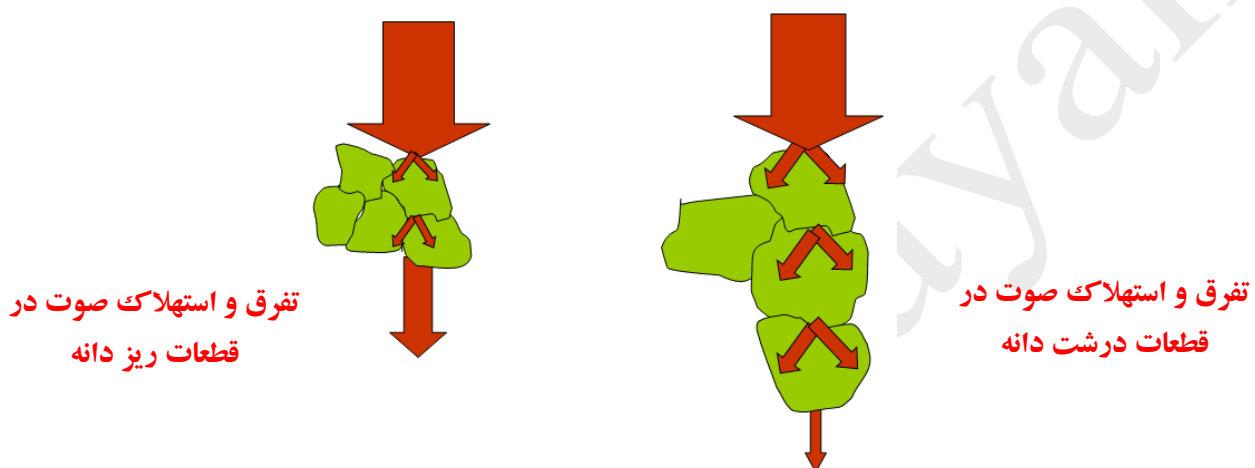
در شکل زیر، ارتباط بین زاویه موج ورودی Incident و دامنه موج طولی، برشی و سطحی نمایش داده شده است.



۱۰,۱. استهلاک صوت

هنگامی که پرتو صوتی داخل یک ماده منتشر می گردد، دچار استهلاک می شود. سه دلیل اصلی استهلاک صوت داخل قطعه عبارتند از

- **تفرق صوت (Scatter):** که شامل انعکاس موج از مرز دانه ها می باشد، که با افزایش اندازه دانه و فرکانس پروب افزایش می یابد. این نوع استهلاک در قطعات درشت دانه مانند قطعات ریختگی بیشتر می باشد.



- **پراش صوت (Diffraction):** تولید امواج صوتی از نوک عیوب داخلی و لبه های قطعه در اثر برخورد موج صوتی با آنها، که با موج اصلی هم فاز نبوده و موجب تداخل با آن می گردند.

- **جذب صوت (Absorbption):** تبدیل امواج صوتی به گرما در داخل قطعه، که با افزایش دما بیشتر می شود.

البته دلایل دیگری نیز مانند واگرایی موج، سبب استهلاک صوت می گردد. استهلاک صوت در یک قطعه، پارامتر مهمی در انتخاب نوع و فرکانس پروب، در تست آن قطعه می باشد.

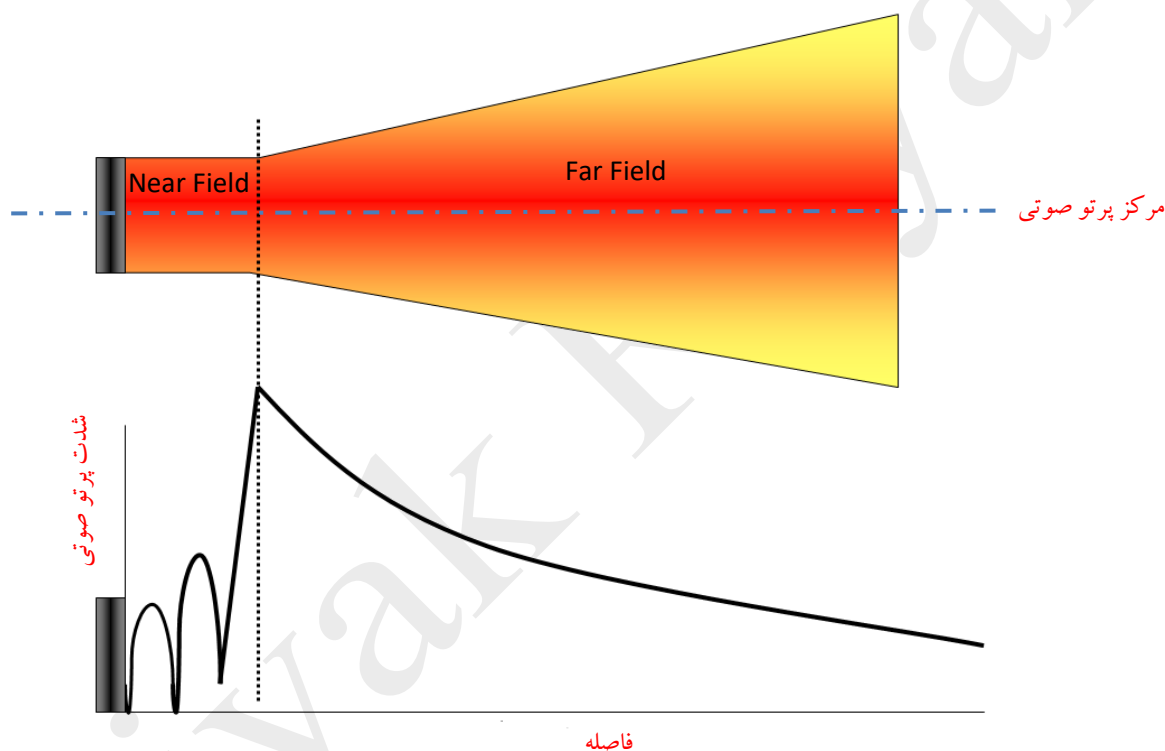
۱۱,۱. پرتو صوتی

موج صوتی از یک دسته پرتو صوتی تشکیل شده است، که شکل هندسی این پرتو صوتی به پارامترهای مختلفی از جمله شکل کریستال، فرکانس پروب و سرعت صوت در ماده مورد تست وابسته می باشد. به عنوان مثال اگر شکل هندسی کریستال گرد باشد، پرتو صوتی تولید شده به صورت مخروطی شکل بوده و اگر مربع باشد، به صورت هرم می باشد.

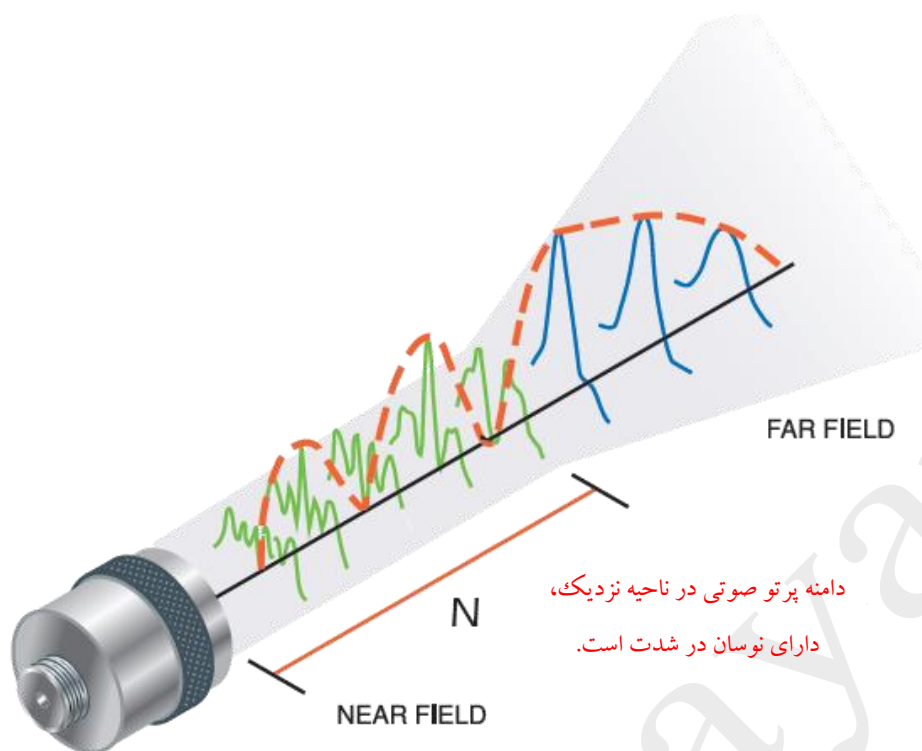
حساسیت پروب، از قطر پرتو صوتی، در نقطه هدف تاثیر زیادی می بیند. هرچه قطر پرتو صوتی در نقطه هدف، کوچکتر باشد، انرژی صوتی بیشتری از آن نقطه انعکاس می یابد.

۱۲,۱. ناحیه نزدیک و دور پرتو صوتی

پرتو صوتی یک پروب، به دو ناحیه نزدیک و دور تقسیم می گردد که با نام های Near Field, Far Field نام گذاری می گردند. ناحیه نزدیک، درست در قسمت جلوی کیستال پروب واقع شده است، که در این ناحیه شدت پرتو صوتی مدام در حال افزایش و کاهش می باشد. لذا معمولاً ارزیابی سیگنال های دریافتی در این منطقه انجام نمی گیرد. بیشترین شدت پرتو صوتی، درست در مرز مشترک ناحیه نزدیک و دور قرار گرفته است.



در ناحیه دور، شدت پرتو صوتی به صورت نمایی کاهش می یابد. لذا در ناحیه نزدیک، بدلیل نوسان در شدت پرتو صوتی، فقط عیب یابی و ضخامت سنجی و سائزینگ عیوب بزرگتر از پرتو صوتی صورت می پذیرد، اما در ناحیه دور، عیب یابی، ضخامت سنجی و سائزینگ کلیه عیوب کوچک و بزرگ قابل انجام می باشد. بیشترین شدت پرتو صوتی، در مرکز پرتو صوتی می باشد.



طول ناحیه نزدیک پروب بستگی به فرکانس پروب، قطر کریستال پروب و سرعت صوت در ماده مورد تست دارد و از رابطه ذیل قابل محاسبه می باشد.

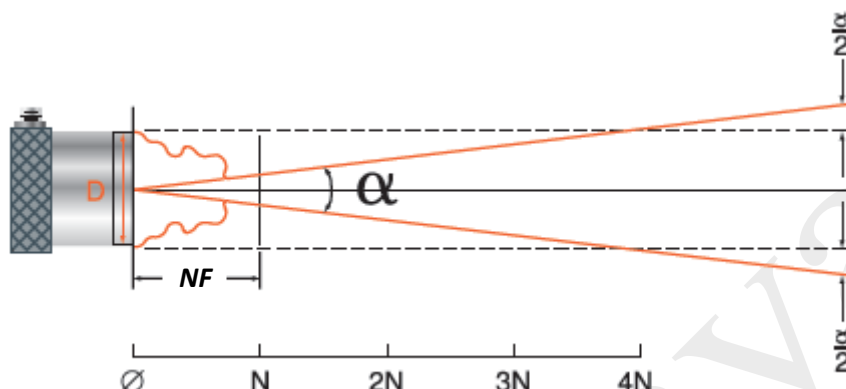
$$NF = D^2/4\lambda \longrightarrow NF = D^2F/4V$$

NF = طول ناحیه نزدیک D = قطر کریستال F = فرکانس پروب λ = طول موج

در تست های التراسونیک تلاش می گردد که قطر کریستال و فرکانس طوری انتخاب گردند، که طول این ناحیه در حد امکان، کوتاه گردد. اما چون این پارامترها در موارد دیگر، مانند واگرایی موج صوتی، حساسیت و رزولوشن نیز تاثیرگذار هستند، لذا گاهی اوقات نمی توان تنها برای غلبه بر ناحیه نزدیک، آنها را تغییر داد، لذا به سراغ گزینه های دیگر مانند استفاده از پروب های با Delay Line در جلوی کریستال و یا تکنیک Immersion می روند، تا مقدار زیادی از Near Field را داخل بلوک Delay Line و یا آب گنجاند.

۱۳,۱. واگرایی پرتو صوتی

پرتو صوتی در حین انتشار در یک محیط، دچار واگرایی می شود که این پدیده را Beam Spread می نامند. در شکل زیر، واگرایی موج صوتی در یک پروب نرمال با کریستال تخت نمایش داده شده است.



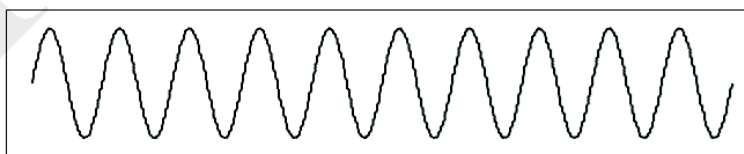
مقدار واگرایی موج صوتی یا α نیز مانند ناحیه نزدیک، به فرکانس پروب، قطر کریستال پروب و سرعت صوت در ماده مورد تست بستگی داشته و از فرمول زیر قابل محاسبه است که بیانگر نصف زاویه واگرایی یا $\alpha/2$ می باشد:

$$\sin \alpha/2 = 1.22 \lambda/D$$

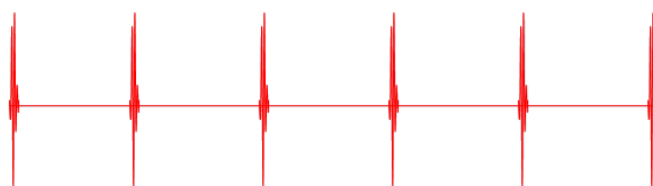
طول موج = λ فرکانس پروب = F قطر کریستال = D زاویه واگرایی = α

۱۴,۱. طول پالس پرتو صوتی

امواج صوتی به دو صورت پیوسته (Continuous Wave) و ضربانی (Pulsed Wave) می باشند. در تست التراسونیک معمولاً از تکنیک موج ضربانی استفاده می گردد. در این تکنیک از یک Backing پشت کریستال پیزوالکتریک در پروب استفاده می گردد، که ارتعاشات کریستال را سریعاً مستهلک نموده، و اجازه ارتعاش طولانی مدت را به کریستال نمی دهد.

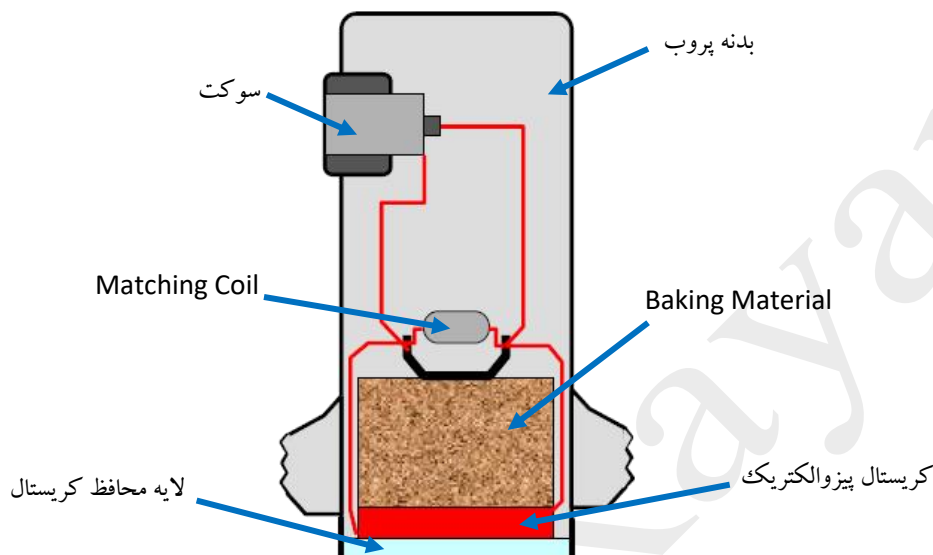


صوت پیوسته

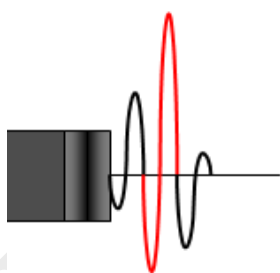


صوت ضربانی

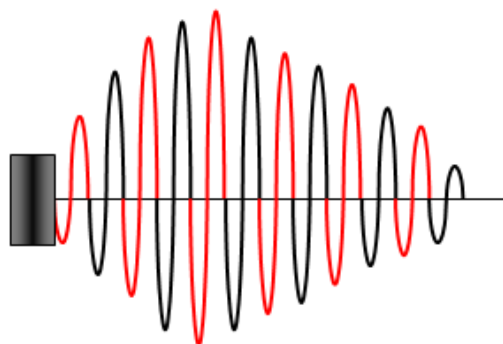
این امر سبب می گردد که با هر بار تحریک کریستال توسط دستگاه تست التراسونیک، کریستال تنها به مقدار چند طول موج ارتعاش نموده، سریعاً متوقف شده، و منتظر دریافت موج برگشتی شود. وجود این Backing و جنس و ضخامت آن، فاکتور بسیار مهمی در پروب های تست التراسونیک می باشد. در شکل ذیل، ساختار داخلی یک پروب نرمال نشان داده شده است.



زمانی که کریستال پیزوالکتریک، با ولتاژ ارسالی از دستگاه التراسونیک، تحریک می گردد، شروع به نوسان با فرکانس اسمی خود می کند. بسته به نوع Backing پروب، این ارتعاشات ممکن است به طور معمول، از یک پالس کوتاه یک یا دو سیکل تا یک پالس بلند ۶ الی ۱۲ سیکل متفاوت باشند.



پالس کوتاه حدود دو سیکل

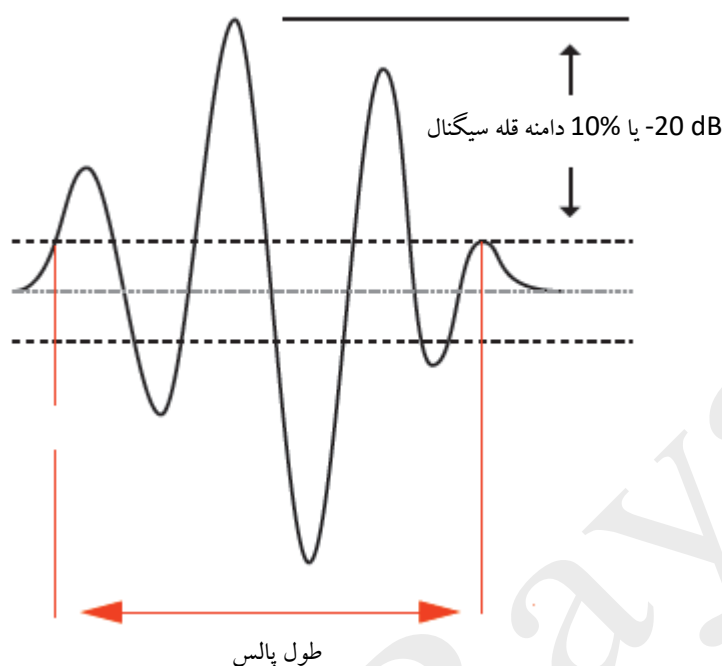


پالس بلند حدود دوازده سیکل

لذا پالس صوتی می تواند متشکل از یک تا چند سیکل نوسان باشد. تعداد سیکل های نوسان، و فرکانس پروب، تعیین کننده طول پالس موج صوتی می باشند، و با رابطه ذیل قابل محاسبه است:

$$\text{Pulse Length} = n \times (V/F) = n \times \lambda$$

طول موج = λ فرکانس پروب = F سرعت صوت در ماده مورد تست = V تعداد سیکل های نوسان = n



هر چقدر **طول پالس صوتی کوتاهتر** باشد، **تفکیک پذیری یا Resolution** پروب بیشتر خواهد بود. تفکیک پذیری در واقع توانایی سیستم در نمایش سیگنال های جدا از هم و قابل تفکیک از عیوب نزدیک به هم می باشد. از طرفی موج صوتی تولید شده با پروب های با طول پالس کوتاه، دارای **نفوذ پذیری یا Penetration کمی** هستند.

لذا زمانی که تفکیک پذیری پارامتر مهمی باشد، مانند تست ورق های ضخامت کم، از پروب های با طول پالس کوتاه استفاده می گردد، و زمانی که عمق نفوذ موج صوتی در اولویت باشد، مانند تست قطعات ریختگی، و درشت دانه، از پروب های با طول پالس بلند استفاده می گردد.

در واقع طول پالس پروب، مستقیماً بیانگر Resolution پروب می باشد.

۱۵,۱. باند فرکانسی

پارامتر دیگر در پروب ها، دامنه فرکانسی پروب ها می باشد. هر پروب دارای یک فرکانس اسمی می باشد، که زمانی که توسط ولتاژ الکتریکی ارسالی از دستگاه تحریک می گردد، با آن فرکانس شروع به نوسان می کند. فرکانس اسمی یا Fundamental پروب، بستگی به ضخامت کریستال پیزوالکتریک، و سرعت صوت در کریستال داشته و از رابطه ذیل قابل محاسبه می باشد.

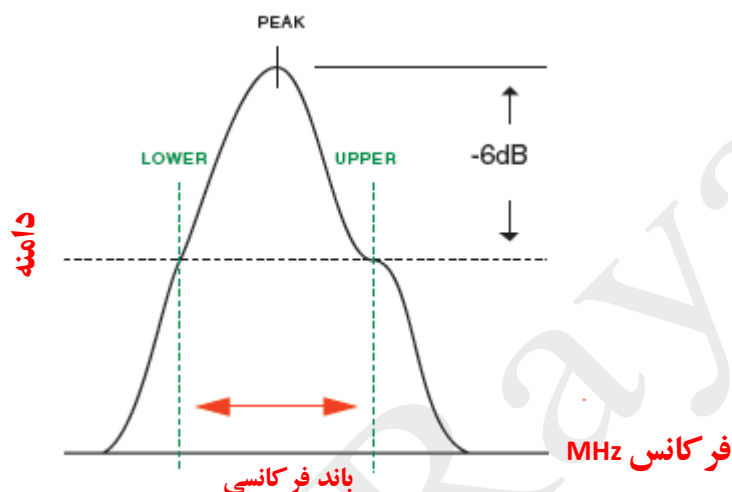
$$T = V/2F$$

T = ضخامت کریستال

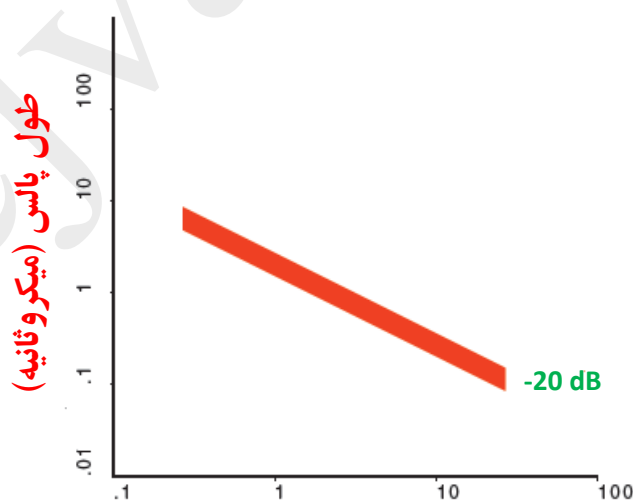
F = فرکانس اسمی پروب

V = سرعت صوت در کریستال

اما در هر بار تحریک پروب، کریستال علاوه بر نوسان و تولید موج صوتی با فرکانس اسمی یا Fundamental فرکانس های متفرقه دیگر نیز تولید می نماید. لذا هر پروب دارای یک باند فرکانسی می باشد.



هر چقدر طول پالس پروب کوتاهتر باشد، دامنه فرکانسی پروب پهن تر خواهد بود، و یا به عبارت دیگر پروب Broadband می باشد. لذا پروب های Broadband دارای تفکیک پذیری بالاتری هستند. لذا برای انتخاب پروب، می توانیم از باند فرکانسی که معمولاً در گواهینامه یا Data Sheet پروب ها موجود می باشد، استفاده نماییم. در نمودار زیر ارتباط تقریبی بین طول پالس پروب یا تفکیک پذیری مورد نیاز، و دامنه فرکانسی آورده شده است.



باند فرکانسی با احتساب -6dB بر حسب (MHz)

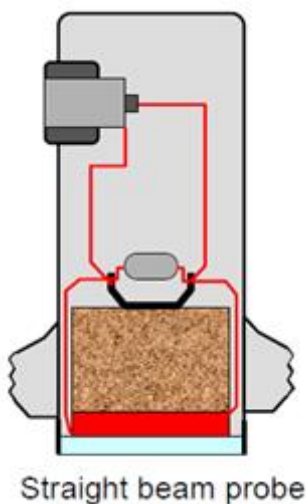
طبق نمودار فوق، اگر به عنوان مثال بخواهیم در یک قطعه فولادی، با یک پروب نرمال معمولی، دو سیگنال تفکیک شده از دو عیبی که فاصله بین آنها حدود ۳ میلیمتر است داشته باشیم، و یا اینکه اگر بخواهیم، سیگنال های Backwall تفکیک شده از یک ورق با ضخامت حدود ۳ میلیمتر بدست آوریم، باید از پروب با باند فرکانسی حدود 0.9 – 1 MHz استفاده نماییم.

۱.۶.۱. انواع پروب های تست التراسونیک:

در تست التراسونیک، معمولاً از سه نوع پروب نرمال، زاویه ای و دو کریستال (T/R) استفاده می گردد. که در ادامه ساختار هر سه پروب و کاربرد آنها توضیح داده شده است:

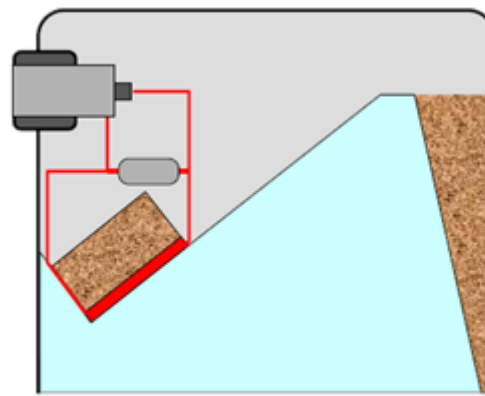
• پروب های نرمال

پروب های نرمال یا Stright Beam Probe معمولاً برای شناسایی عیوب موازی باسطح، مانند دوپوستگی یا تورق در ورق ها، عیوب حجمی مانند حفره های هوایی و آخال ها در قطعات ریختگی، و ضخامت سنجی در پلیت های با ضخامت بالاتر از ۱۵ میلیمتر استفاده می گردد.



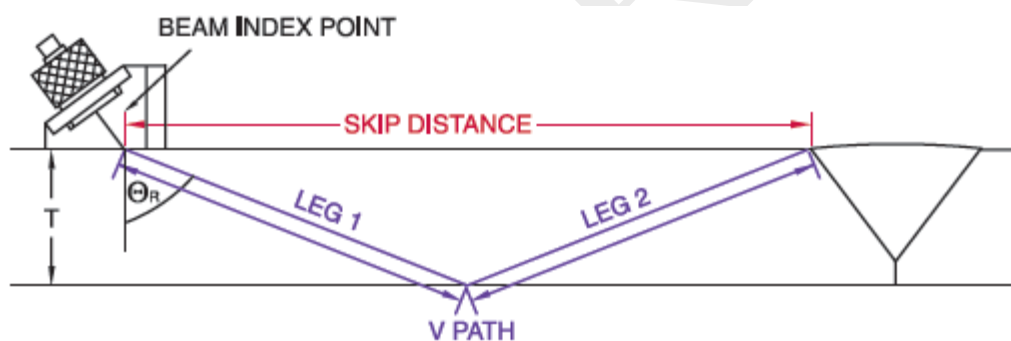
• پروب های زاویه ای

این نوع پروب ها که Angle Beam Probe هم نامیده می شوند، برای شناسایی عیوبی که نسبت به سطح موازی نبوده و دارای زاویه می باشند مورد استفاده قرار می گیرند.



Angle beam probe

در تست جوش، از پروب های زاویه ای، با زوایای بین ۴۵ تا ۷۰ درجه استفاده می گردد. این پروب ها دارای یک نقطه ایندکس می باشند، که محل خروج مرکز پرتو صوتی از داخل پروب می باشد. در پروب های زاویه ای، عمق عیوب و موقعیت آنها نسبت به پروب، از طریق فرمول های خاصی محاسبه می گردد. در شکل ذیل اصلاحات و فرمول های مورد استفاده در پروب های زاویه ای نمایش داده شده است.



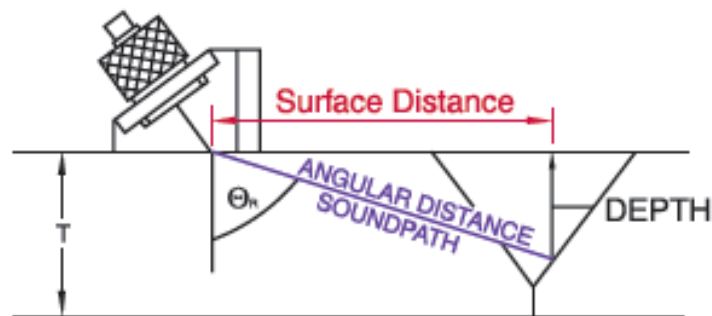
Θ_r = Refracted Angle

T = Thickness

$$\text{Leg} = \frac{T}{\cos \Theta_r}$$

$$\text{V-PATH} = \frac{2T}{\cos \Theta_r}$$

$$\text{Skip Distance} = 2T \times \tan \Theta_r$$



$$\text{Surface Distance} = \sin \Theta_R \times \text{Soundpath}$$

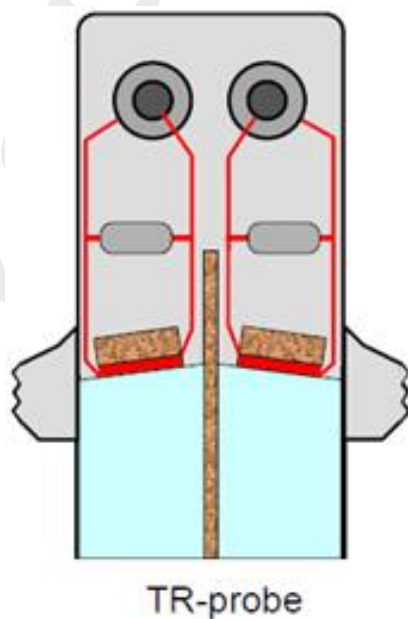
$$\text{Depth (Leg 2, 4, 6)} = nT - \text{Sound Path} \times \cos \Theta_R$$

$$\text{Depth (Leg 3, 5, 7)} = (n-1)T - \text{Sound Path} \times \cos \alpha$$

$$n = \text{تعداد Leg}$$

• پروب های دو کریستال T/R:

این مدل پروب ها دارای دو کریستال فرستنده و گیرنده مجزا می باشند، که توسط یک دیواره آکوستیک از هم جدا شده اند. کریستال این پروب ها دارای یک زاویه سقف یا Roof Angle می باشند، که نسبت به ضخامت مورد تست، این زاویه متغیر است. به عنوان مثال برای تست ضخامت های کم، از زاویه سقف بیشتر و برای ضخامت های بیشتر از زاویه سقف بزرگتر استفاده می گردد.



این پروب ها برای شناسایی عیوب نزدیک به سطح که با پروب های نرمال معمولی، بسیار مشکل است، مورد استفاده قرار می گیرند. در واقع تفکیک پذیری نزدیک به سطح (Near Surface Resolution) این پروب ها بالا می باشد.

جهت ضخامت سنجی و یا شناسایی عیوب دوپوستگی یا تورق در ورق های نازک پایین تر از ۱۵ میلیمتر نیز، این پروب ها دارای کاربرد بهتری نسبت به پروب های نرمال معمولی دارند.

۱۷,۱. دستگاه های تست التراسونیک:

دستگاه های تست التراسونیک، معمولاً دو دسته آنالوگ و دیجیتال هستند، که نوع آنالوگ آنها که دارای صفحات CRT بودند، امروزه به طور کامل منسوخ شده و دستگاههای دیجیتال با نرم افزار با قابلیت بالا، جایگزین آنها شده اند. لذا در این قسمت دستگاههای دیجیتال توضیح داده می شود.

اصولاً دستگاههای دیجیتال التراسونیک از سه قسمت زیر تشکیل شده اند:

✓ فرستنده یا Transmitter

✓ گیرنده یا Reciver

✓ نرم افزار و صفحه نمایش

• فرستنده یا Transmitter

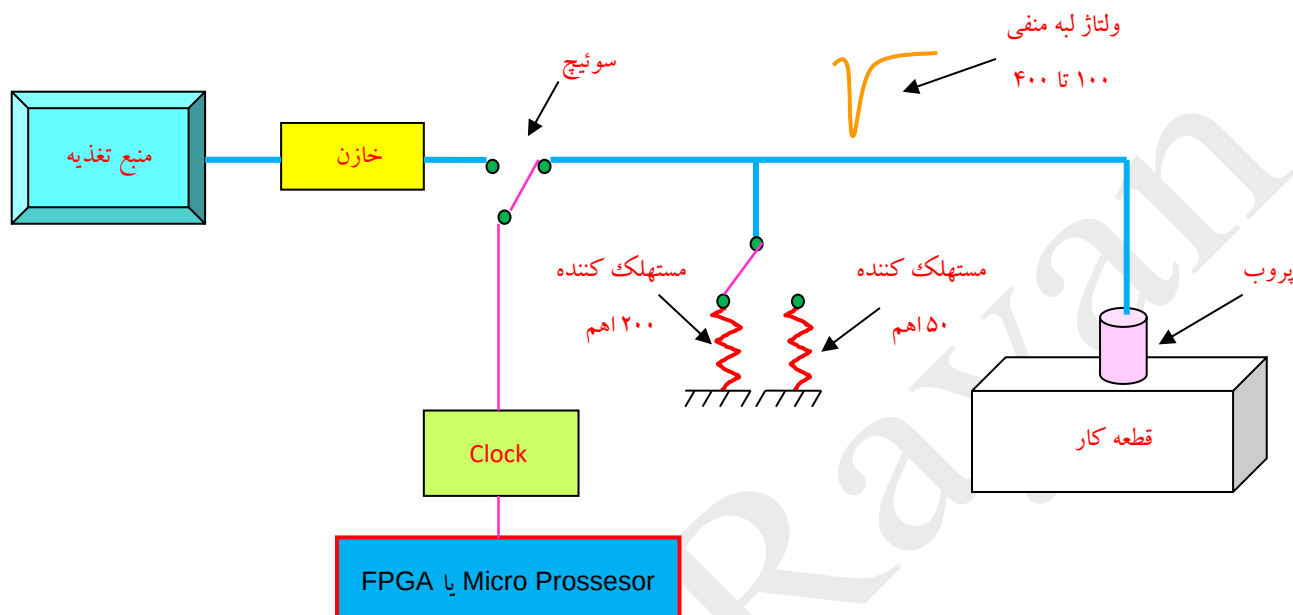
فرستنده دستگاه توسط یک منبع تغذیه DC، تغذیه گردیده و خازنی که در این قسمت قرار دارند، این ولتاژ را تا ۱۰۰۰ ولت ذخیره می کند. یک سوئیچ که از Clock یا Synchronizer دستگاه فرمان می گیرد، این ولتاژ را به صورت لبه منفی ۵۰ تا ۴۰۰ ولت به صورت ناگهانی و در مدت زمان بسیار کمی در حد ۱۰۰ نانوثانیه تخلیه می نماید.

این سوئیچ که از Clock فرمان می گیرد، قادر است در هر ثانیه ۱۰۰ تا ۲۰۰۰۰ بار عمل تخلیه ولتاژ الکتریکی را انجام دهد. تعداد دفعاتی که این ولتاژ الکتریکی در واحد زمان ثانیه تخلیه می گردد، فرکانس تکرار پالس یا PRF نامیده می شود، که مخفف کلمه Pulse Repetition Frequency می باشد.

سپس این ولتاژ تخلیه شده ۵۰ تا ۴۰۰ به پروب ارسال می گردد. در قسمت فرستنده، تعدادی مستهلک کننده (Damping) که در دستگاههای با برندهای مختلف، تعداد و مشخصات آنها متفاوت بوده و توسط کاربر قابل انتخاب می باشند، در مسیر این ولتاژ قرار داده شده است، که با پروب موازی شده اند. به طور معمول اکثر سازنده ها، مستهلک کننده های 50, 200, 400, 500 Ohm را در دستگاههای خود قرار می دهند.

چنانچه مستهلک کننده های با اهم بالاتر مانند ۵۰۰ اهم انتخاب شود، پروب با ولتاژ قوی تری تحریک شده و موج صوتی با دامنه بیشتری تولید می گردد که برای تست قطعات ضخامت بالا و یا قطعاتی که دارای استهلاک صوت بالایی هستند مورد استفاده قرار می گیرد.

اما برعکس چنانچه مستهلک کننده های با اهم پایین تر مانند ۵۰ اهم انتخاب گردد، پروب با ولتاژ ضعیف تری تحریک می گردد، اما تفکیک پذیری آن بالاتر خواهد بود.



پس از ارسال این ولتاژ الکتریکی از دستگاه به پروب، کریستال پروب که یک کریستال پیزوالکتریک می باشد، شروع به نوسان نموده، و امواج صوتی با فرکانس مشخص تولید نموده و به داخل قطعه ارسال می نماید.

• گیرنده یا Reciver

امواج صوتی ارسال شده توسط پروب به داخل قطعه، پس از برخورد با ناپیوستگی های داخل قطعه منعکس شده، و بخشی از انرژی آن به پروب بر می گردد. در اثر برخورد امواج صوتی به کریستال پروب، کریستال شروع به انقباض و انقباض نموده، و در اثر خاصیت پیزوالکتریک خود، این بار این کریستال پروب است که ولتاژ الکتریکی تولید نموده و به دستگاه ارسال می کند.

ولتاژ الکتریکی تولید شده توسط پروب، دارای دامنه بسیار کمی در حد 0.001 ولت تا 1 ولت می باشند. از طرفی نویز محیط اطراف، مانند نویز حاصل از دستگاه های جوش، موتورهای الکتریکی و غیره که در مجاورت دستگاه تراسونیک قرار دارند، بر روی این ولتاژها سوار شده، و موجب اختلال در نحوه نمایش آنها می گردند.

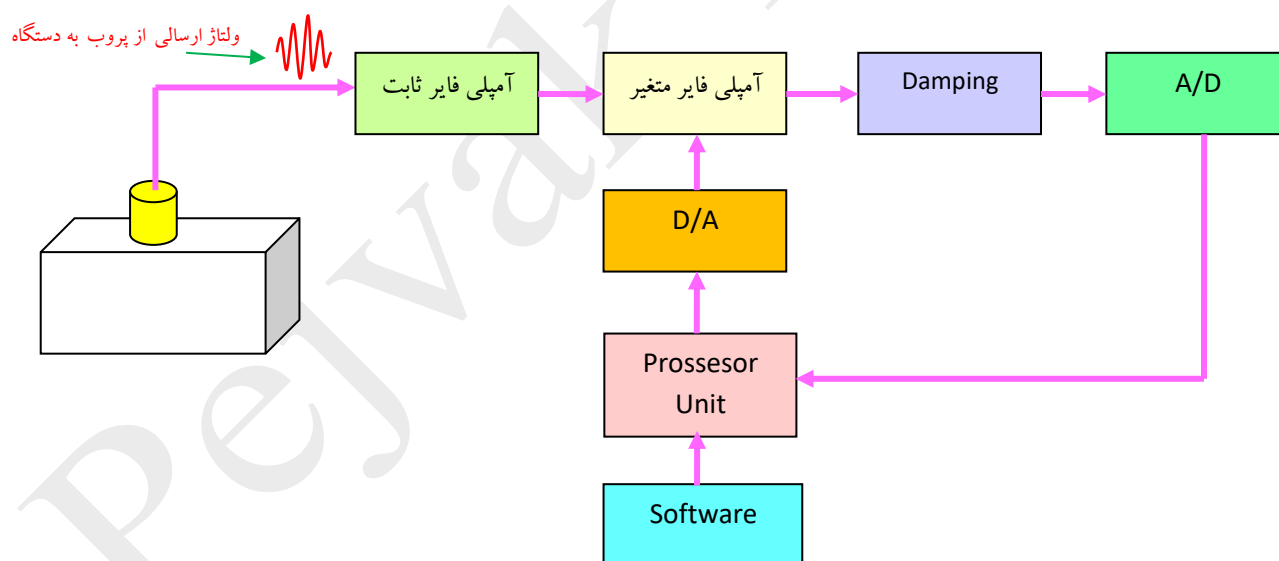
بنابراین این سیگنال ها می بایست قبل از نمایش، تحت فرآیند های فیلتراسیون و تقویت پیاپی قرار گرفته و پس از تبدیل شدن از حالت آنالوگ به دیجیتال قابل نمایش و ارزیابی گردند.

در قسمت گیرنده، ولتاژ ورودی ابتدا وارد یک آمپلی فایر با ضریب ثابت و باند فرکانسی معادل با باند فرکانسی پروب گردیده، تا پس از فیلتراسیون اولیه، مقداری تقویت گردد.

سپس ولتاژ تقویت شده وارد دومین آمپلی فایر، باز هم با باند فرکانسی معادل باند فرکانسی پروب می گردد. اما تفاوت این آمپلی فایر با آمپلی فایر اولیه در این است که، این آمپلی فایر به صورت لگاریتمی ولتاژها را تقویت و تضعیف نموده و از نرم افزار دستگاه فرمان می گیرد. بدین ترتیب که اپراتور از طریق نرم افزار، با کنترل Gain، مقدار dB را تغییر داده و به میزان تغییر dB، ولتاژ عبوری تقویت و یا تضعیف می گردد. در این حالت به ازای هر ۶ دسی بل، دامنه سیگنال می بایست نصف و یا دوبرابر گردد.

پس از دو مرحله فیلتراسیون و تقویت ولتاژ ورودی به قسمت گیرنده، این ولتاژ می بایست وارد قسمت A/D یا آنالوگ به دیجیتال شده، تا از حالت آنالوگ به دیجیتال تبدیل گردند. اما قبل از ورود به قسمت A/D، وارد قسمت Damping شده تا جهت ورود به A/D آماده سازی گردند.

پس از گذر از قسمت A/D، این ولتاژها به صورت DMA وارد واحد پردازنده دستگاه شده، تا پس از پردازش بوسیله نرم افزار دستگاه، قابل نمایش گردند.



• نرم افزار و صفحه نمایش

دستگاههای دیجیتالی دارای یک نرم افزار ویژه هستند، که نسبت به برند دستگاهها، قابلیت های گسترده ای را در اختیار کاربران قرار می دهند. کاربر توسط این نرم افزار می تواند، تنظیمات مختلف مانند کالیبراسیون محوری، زمانی، ترسیم نمودارهای ارزیابی مانند TCG, DAC, افزایش و کاهش حساسیت تست، استفاده از فیلتراسیون های دیجیتال و غیره را انجام دهد.

از طرفی نرم افزارها، قابلیت محاسبه و تعیین موقعیت دقیق عیوب به صورت اتوماتیک را دارا می باشند. بعضی از نرم افزارها قابلیت نمایش تصاویر B-Scan, C-Scan را نیز دارا می باشند.



پس از ارسال و دریافت امواج صوتی، و پردازش سیگنال های دریافتی توسط دستگاهها، سیگنال های دریافتی و کنترل پنل نرم افزار دستگاه، بر روی یک صفحه نمایش دیجیتال نمایش داده می شود.

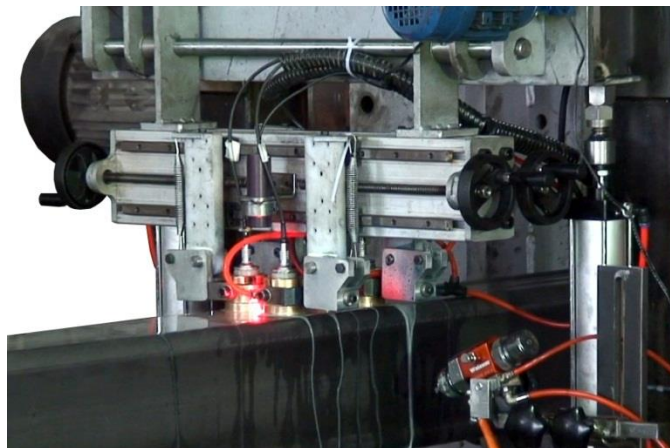
امروزه انواع صفحات نمایش از صفحات معمولی چند رنگ با رزولوشن پایین تا صفحات Full Color و Full HD بر روی دستگاهها نصب می گردد.

از طرفی دستگاههای التراسونیک از یک دستگاه تک کانال دستی تا دستگاههای چند کاناله برای تست اتوماتیک آنلاین و آفلاین انواع قطعات صنعتی ساخته شده و بر روی خطوط تولید نصب می گردند، که با سرعت های بسیار بالا قادر به تست قطعات و شناسایی عیوب داخلی و ضخامت سنجی و کنترل ابعادی محصولات می باشند.

این دستگاههای چند کاناله، به طور اتوماتیک قادر به مارکینگ محل دارای عیب بر روی محصولات می باشند. نمونه هایی از این دستگاهها، ساخته شده توسط شرکت پژواک رایان، در تصاویر زیر نمایش داده شده اند.



دستگاه تست آفلاین مخازن CNG



دستگاه تست آفلاین جوش ERW

۱۸,۱. انواع تکنیک های تست التراسونیک:

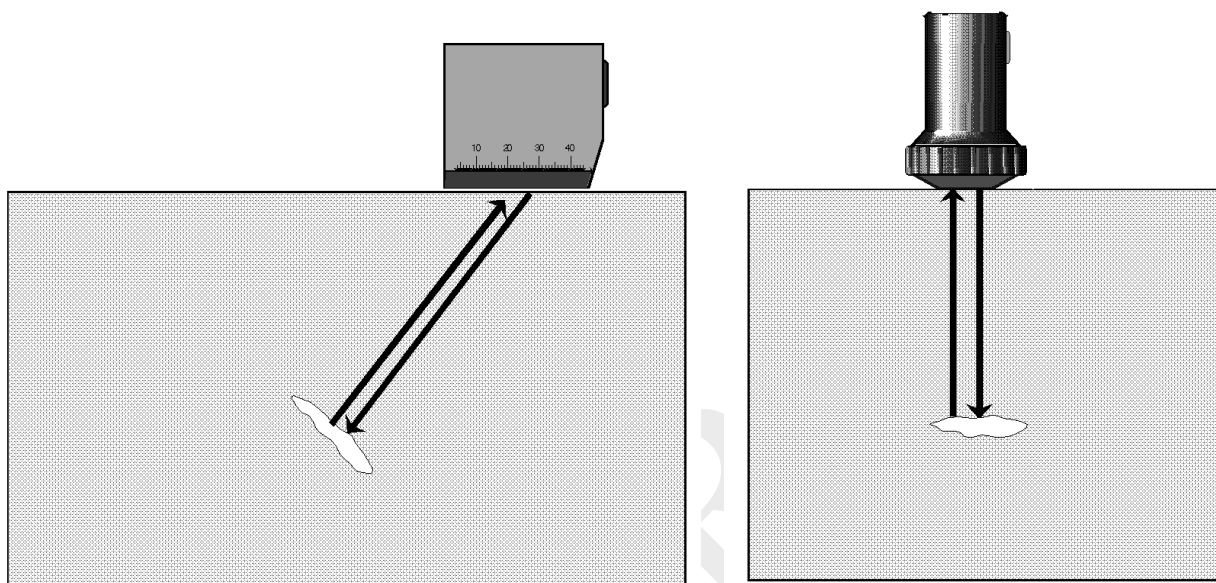
در تست التراسونیک مانند دیگر روش های NDT، تکنیک های مختلفی وجود دارد که در اینجا به برخی از آنها اشاره خواهیم نمود.

از لحاظ نحوه ارسال و دریافت امواج صوتی، سه تکنیک معمول در تست التراسونیک وجود دارد که عبارتند از:

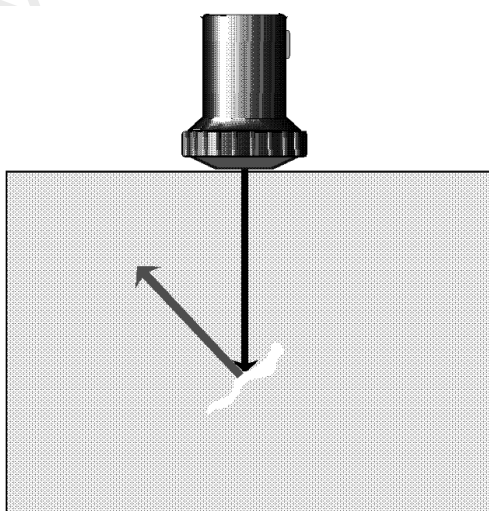
- تکنیک Pulse Echo
- تکنیک Through Transmission
- تکنیک Pitch & Catch

تکنیک Pulse Echo

در تکنیک پالس اکو، یک پروب همزمان فرستنده و گیرنده می باشد. بدین معنی که یک پروب برای ارسال و دریافت موج صوتی استفاده می گردد. مزیت این تکنیک در این است که دسترسی تنها به یک سطح قطعه برای تست کافی بوده و عمق عیوب را در این تکنیک می توانیم به دست آوریم.



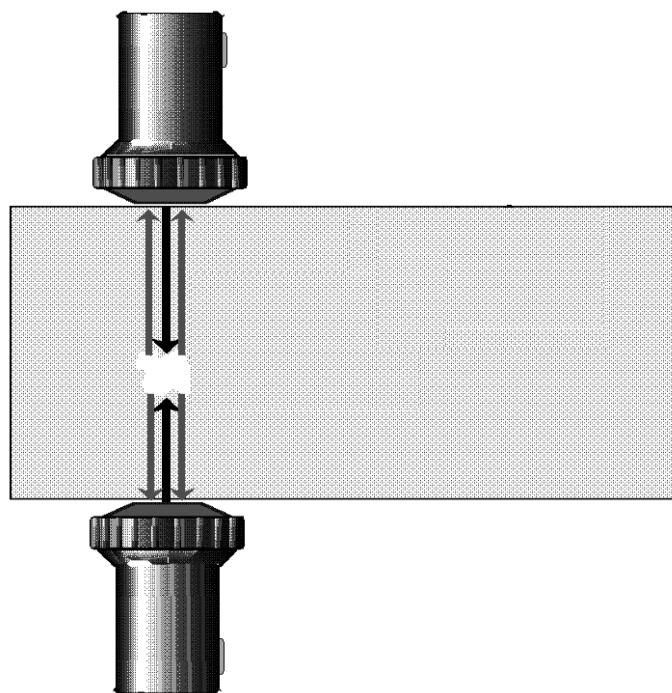
محدودیت این تکنیک در این است، که عیوبی که نسبت به جهت پرتو صوتی دارای زاویه غیر ۹۰ درجه باشند، سیگنال ضعیفی داشته و یا کاملاً پرتو صوتی را به جهت دیگری منعکس می کنند و قابل شناسایی نمی باشند.



تکنیک Through Transmission

در تکنیک عبوری یا Through Transmission یک پروب فرستنده و یک پروب گیرنده می باشد. پروب فرستنده در یک سمت قطعه کار و پروب گیرنده در سمت دیگر قطعه کار قرار داده می شود. امواج صوتی توسط پروب فرستنده ارسال شده و توسط پروب گیرنده در سمت دیگر دریافت می گردد.

در صورت وجود عیب داخل قطعه، سیگنال دریافتی توسط پروب گیرنده کاهش یافته و یا به کلی محو می گردد.



مزیت این روش در تست قطعات با استهلاک صوت بالا مانند قطعات پلاستیکی و فلزات ریختگی می باشد. چون در این روش صوت فقط مسیر رفت را انجام داده، در حالی که در تکنیک پالس اکو، مسیر رفت و برگشت داشته و دوبرابر مسیر توسط صوت طی می شود.

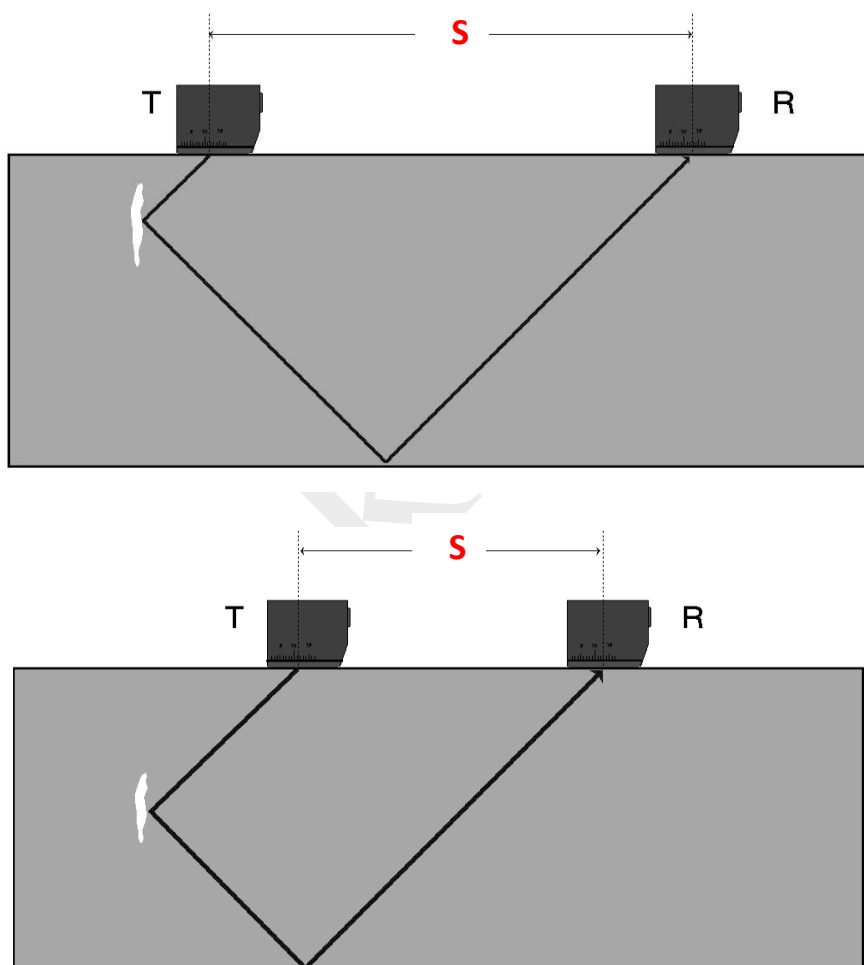
محدودیت های این روش به شرح ذیل می باشد:

- دسترسی به دو طرف قطعه نیاز است
- اطلاعاتی از عمق عیب به دست نمی آید
- چون در حین تست، دو پروب می بایست کاملاً روبه روی هم قرار گیرند، نیاز به فیکسچر نگه دارنده پروب ها می باشد.

• تکنیک Pitch & Catch

در این تکنیک نیز از یک پروب فرستنده و یک پروب گیرنده استفاده می گردد، با این تفاوت که هر دو پروب فرستنده و گیرنده در یک سمت قطعه کار قرار داده می شود. امواج صوتی توسط پروب فرستنده ارسال شده و در صورت وجود عیب، به عیب برخورد نموده و پس از بازتابش از آن توسط پروب گیرنده دریافت می گردد.

در این تکنیک تنها عیوبی که در عمق خاصی از قطعه وجود دارند، و نسبت به سطح عمود می باشند، مانند عیب عدم نفوذ جوش داخلی و خارجی، در جوش های Double V قابل شناسایی می باشند.



در این تکنیک، دو پروب می بایست در یک فاصله مشخص نسبت به یکدیگر قرار گرفته و با فیکسچر در محل ثابت شوند. فاصله ایندکس پروب ها نسبت به یکدیگر از طریق رابطه ذیل قابل محاسبه می باشند.

$$S = 2(T - d) \tan \alpha$$

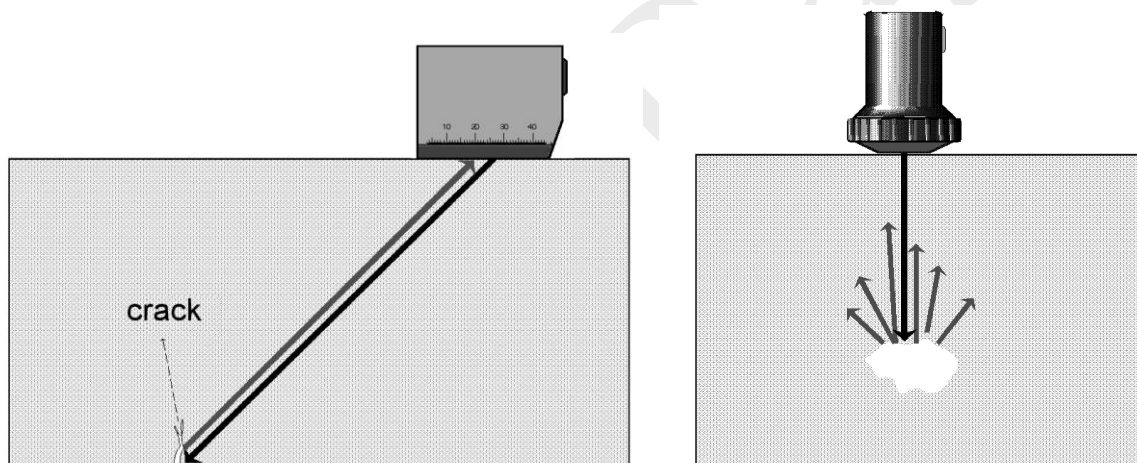
α = زاویه پروب d = عمق هدف موردنظر T = ضخامت قطعه S = فاصله ایندکس تا ایندکس پروب ها

از لحاظ کوپلینگ پروب با قطعه کار نیز سه تکنیک مورد استفاده قرار می گیرد که به شرح ذیل می باشند:

- تکنیک تماسی Contact
- تکنیک غوطه وری یا Immersion
- تکنیک Water Gap

• تکنیک تماسی Contact

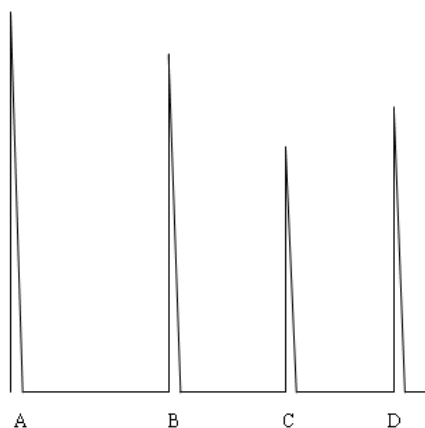
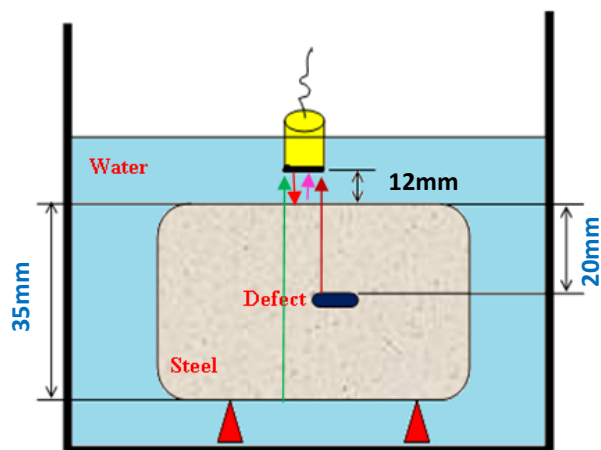
در این تکنیک، پروب کاملاً به سطح قطعه چسبیده و بین پروب و قطعه کار از کوپلنت استفاده می گردد.



• تکنیک غوطه وری یا Immersion

در این تکنیک، بین پروب و قطعه کار فاصله نسبتاً زیادی، معمولاً بیشتر از ۵ میلیمتر وجود دارد که این فاصله با کوپلنت که معمولاً آب می باشد پر می گردد. این تکنیک به چهار مدل مختلف مورد استفاده قرار می گیرد که در هر چهار مدل فاصله پروب تا قطعه کار می بایست $\frac{1}{4}$ Thickness + $\frac{1}{4}$ " باشد. این چهار مدل عبارتند از:

• *Full Immersion*: که در این تکنیک پروب و قطعه کار، هر دو به طور کامل داخل مخزن کوپلنت قرار می گیرند.



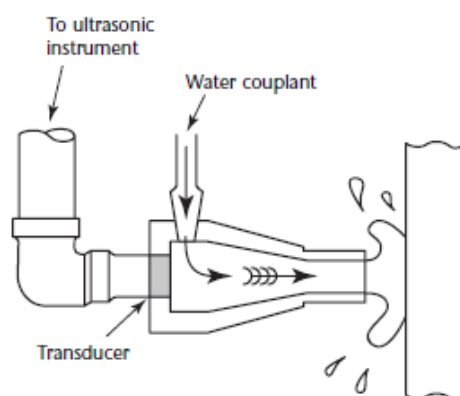
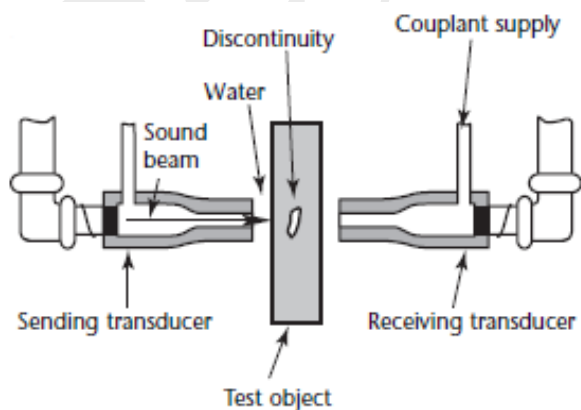
A = Initial Pulse Echo (IP)

B = Interface Signal Echo (IF)

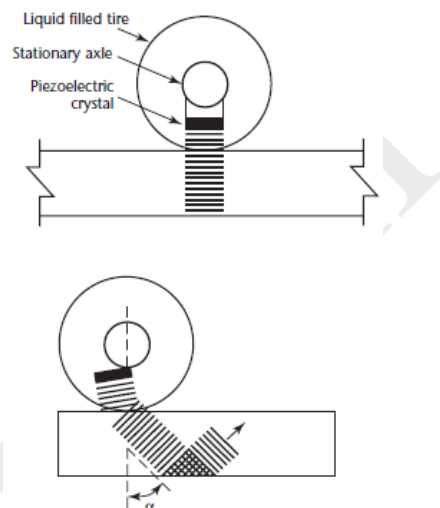
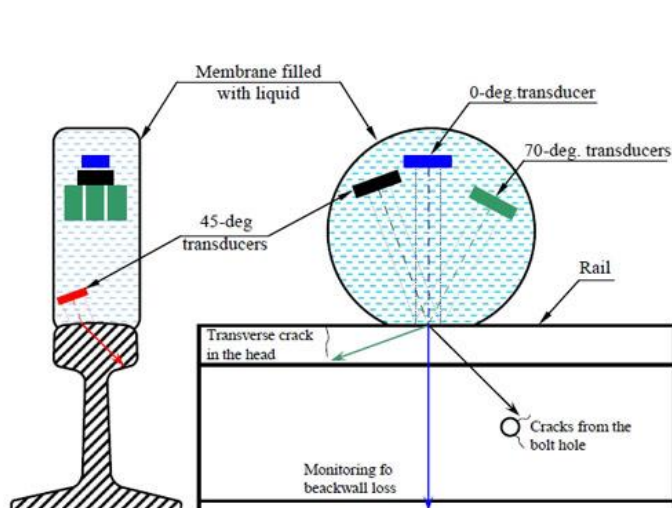
C = Defect Signal Echo

D = Backwall Echo

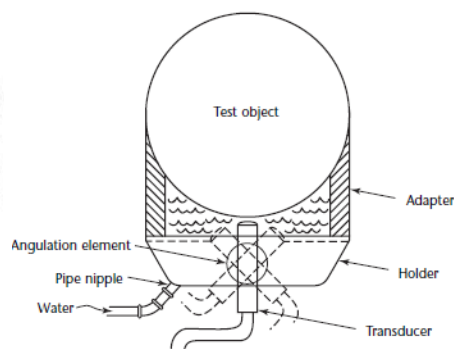
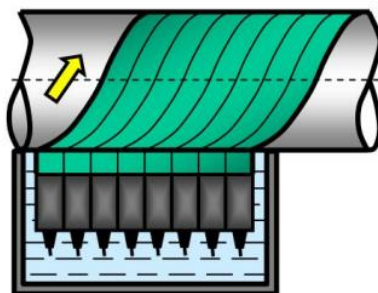
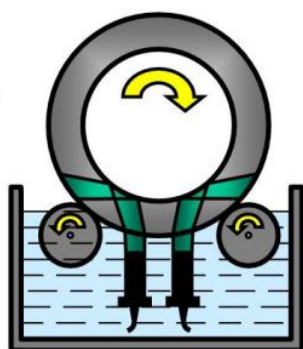
• *Water Jet or Squirter*: در این تکنیک، پروب داخل یک فیکسچر ویژه، در فاصله مشخصی از قطعه قرار می گیرد که این فاصله با فشار آب پر می گردد.



- **Wheel:** در این روش، پروب روی محور یک چرخ با تایر لاستیکی قرار می گیرد، که داخل این تایر با روغن پر می گردد. سپس چرخ بر روی قطعه کار حرکت داده می شود.



- **Bubbler:** در این تکنیک، پروب داخل یک حوضچه قرار می گیرد، که این حوضچه مدام توسط کوپلنت که معمولاً آب می باشد، شارژ گردیده و سرریز می شود. قطعه کار از روی این حوضچه طوری عبور داده می شود که به طور جزئی با کوپلنت تماس پیدا کند.



۱۹,۱. انواع روش های نمایش

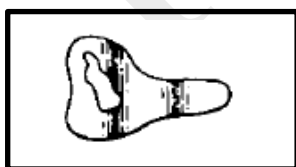
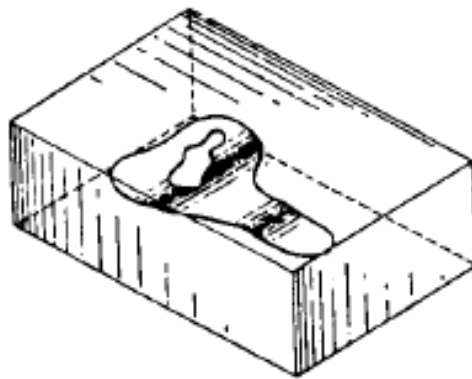
در تست التراسونیک، نتایج تست را می توان به چند روش نمایش داد. معمول ترین روش های نمایش سیگنال در تست التراسونیک روش های A-Scan, B-Scan, C-Scan می باشند.

- **A-Scan:** در روش A-Scan نتایج دریافتی به صورت سیگنال بر روی یک نمودار نمایش داده می شود. محور افقی این نمودار، بیانگر مسیر طی شده توسط موج صوتی یا Sound Path بوده و محور عمودی آن بیانگر دامنه سیگنال دریافتی یا Amplitude می باشد.

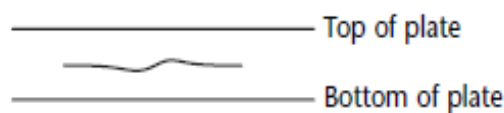
- **B-Scan:** در سیستم نمایش B-Scan نمای جانبی قطعه مورد تست نمایش داده می شود که در واقع Side View نامیده می شود.

- **C-Scan:** نمای C-Scan، نمای بالا یا Plan View از قطعه مورد تست می باشد.

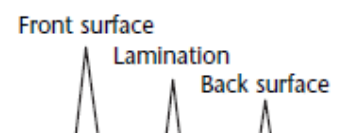
در شکل زیر، تعریفی از هر سه سیستم نمایش، به تصویر کشیده شده است.



C-Scan

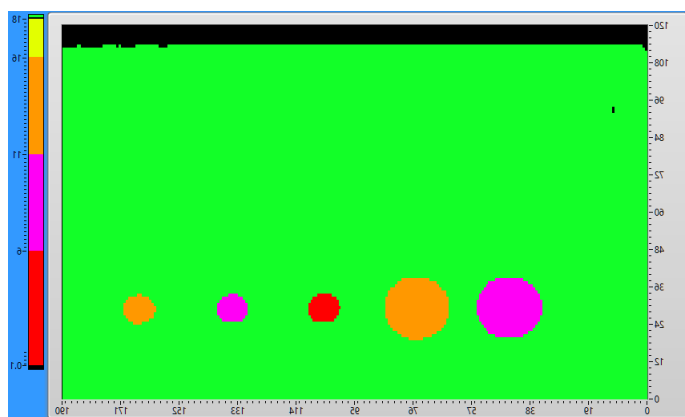
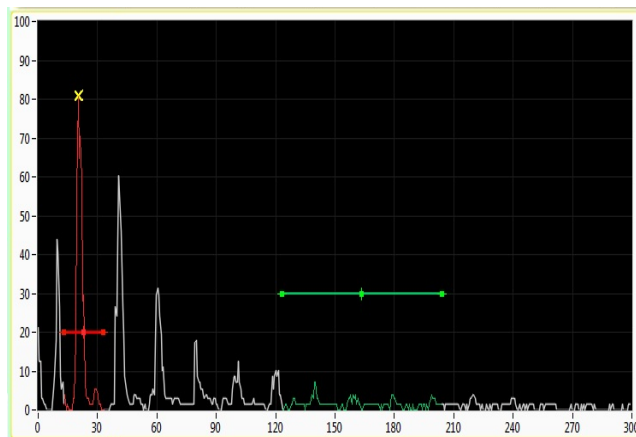
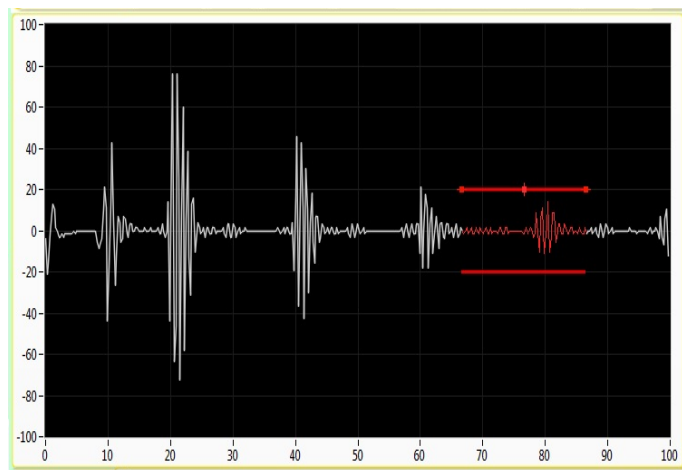


B-Scan



A-Scan

امروزه تصاویر رنگی از نماهای A-Scan, B-Scan, C,Scan در دسترس می باشد، که کمک شایانی در تحلیل نتایج تست می کند.



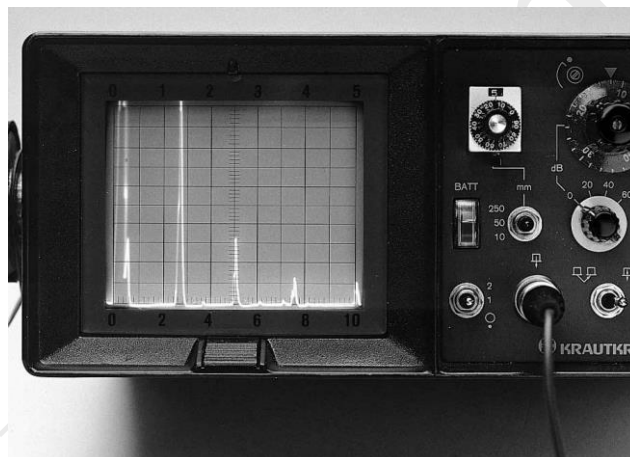
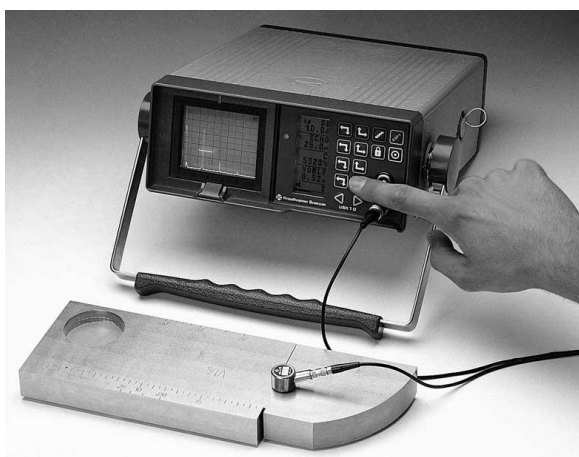
۲۰,۱. تنظیمات و کالیبراسیون دستگاه التراسونیک

قبل از شروع کار با دستگاه های التراسونیک، ابتدا می بایست دستگاه را برای یک پروب و قطعه کار خاص، بر اساس یک استاندارد مرجع، تنظیم و کالیبره نمود. چرا که این دستگاهها به خودی خود کالیبره و تنظیم نیستند.

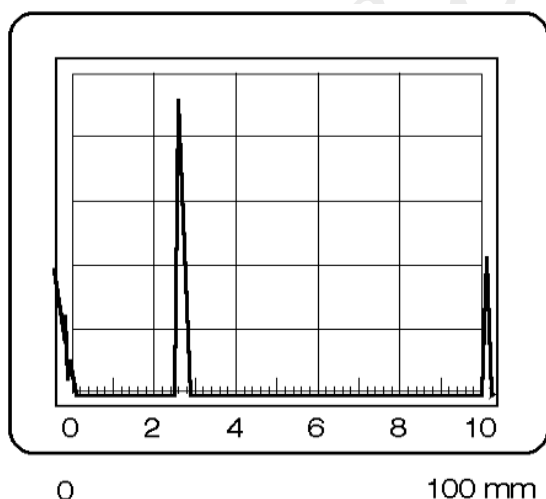
کالیبراسیون دستگاه التراسونیک در دو مرحله انجام می گیرد که شامل **کالیبراسیون محور پایه زمانی** و **کالیبراسیون محور عمودی یا تنظیم حساسیت** و معیار پذیرش می باشند.

• کالیبراسیون محور پایه زمانی:

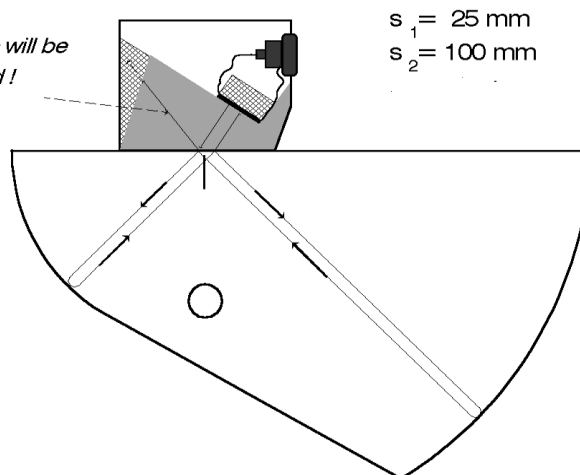
به منظور تعیین موقعیت عیوب داخلی و ضخامت سنجی، نخست محور پایه زمانی دستگاه می بایست کالیبره گردد. برای این کار از بلوک های کالیبره V1, V2 استفاده می گردد. در استفاده از پروب های نرمال، پروب نرمال را معمولاً روی سطح 25mm بلوک V1 یا IIW قرار می دهند. با تنظیم Range, Display Delay در دستگاههای آنالوگ، چهار عدد سیگنال Back Wall دریافتی اول را به ترتیب روی اعداد 25, 50, 75, 100 محور پایه زمانی تنظیم می کنند.



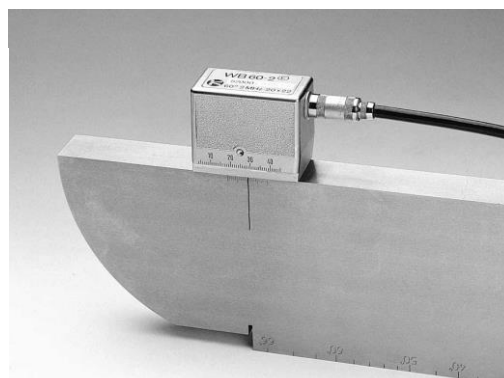
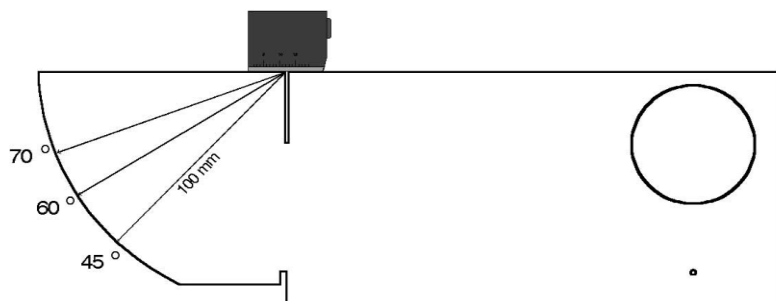
برای کالیبراسیون محور پایه زمانی در پروب های زاویه ای، معمولاً از بلوک کالیبره V2 استفاده می گردد. این بلوک دارای دو قوس 25, 50 میلیمتر هم مرکز می باشد. در پروب های زاویه ای اگر، پروب به سمت قوس 25mm گذاشته شود، می بایست دو سیگنال، یکی بر روی عدد 25 و دیگری بر روی عدد 100 تنظیم گردد.



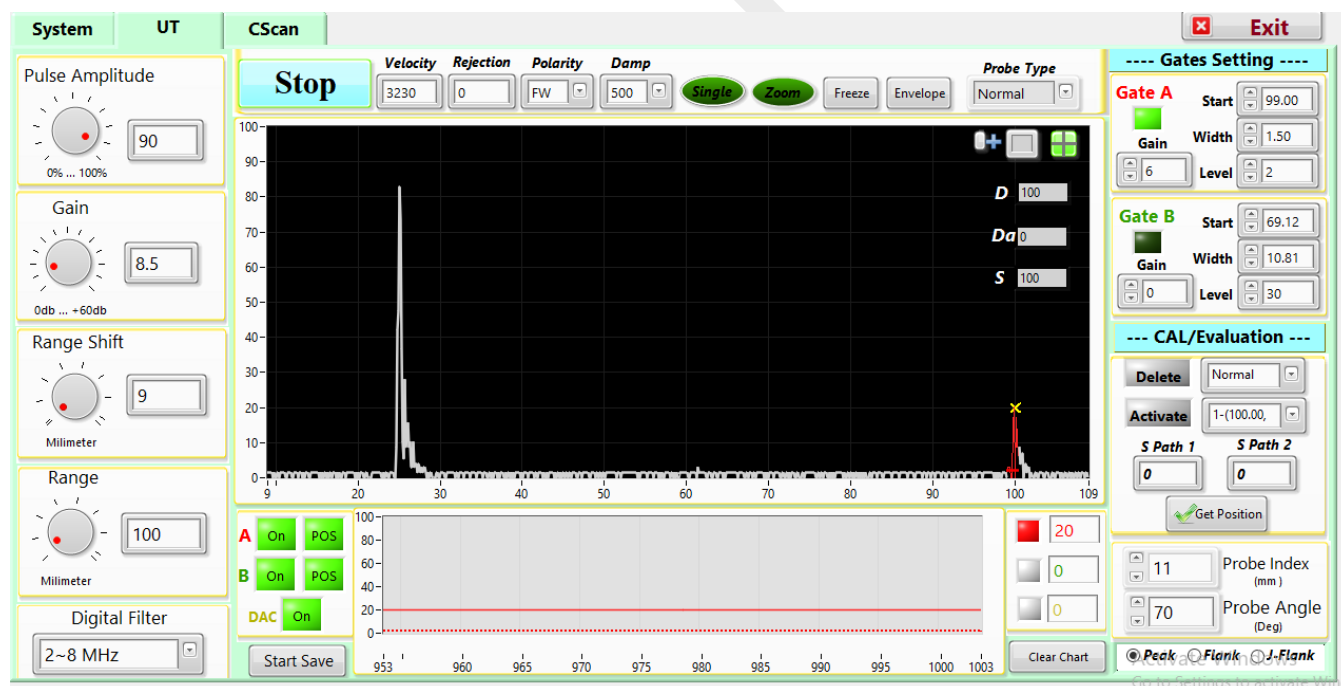
this wave will be absorbed !



هر چند کالیبراسیون محور پایه زمانی در پروب های زاویه ای توسط بلوک IIW نیز قابل انجام می باشد. برای این منظور، پروب زاویه ای که ممکن است 45, 60, 70 درجه باشد، رو به روی قوس 100 mm این بلوک قرار داده شده، و سیگنال های دریافتی می بایست روی اعداد 100, 200 mm بر روی صفحه نمایش دستگاه تنظیم گردند.



البته در دستگاه های دیجیتال، کالیبراسیون پایه زمانی به صورت اتوماتیک انجام می گیرد، و سرعت صوت و Probe Delay نیز توسط نرم افزار دستگاه محاسبه می گردد.



پس از کالیبره این محور، نسبت به مسیر صوتی مورد نیاز امواج صوتی در داخل قطعه، رنج دستگاه را تنظیم می نمایم.

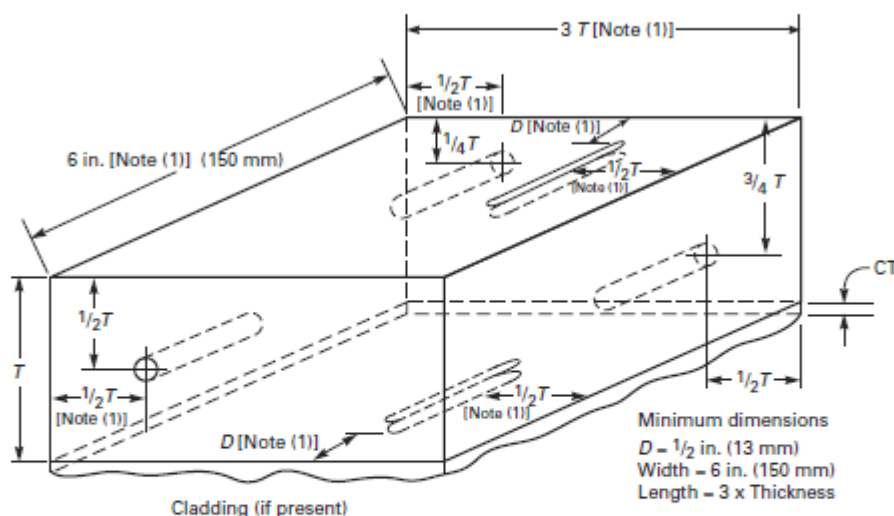
• کالیبراسیون محور عمودی و تنظیم حساسیت دستگاه

پس از کالیبراسیون محور پایه زمانی، حساسیت دستگاه برای تست می بایست تنظیم گردد. با مراجعه به کدها و استانداردهای بین المللی، نظیر ASME, API, ASTM, AWS متوجه می شویم که برای تست هر قطعه یا سازه ای، استاندارد تعریف گردیده است، که در این استانداردها، روش های تست، کاملاً تشریح شده است.

همانطور که قبلاً به آن اشاره گردید، معیار پذیرش عیوب در تست التراسونیک، دامنه سیگنال دریافتی از آن عیوب می باشد. لذا ما نیاز به یک بلوک مرجع با عیوب با سایز مشخص خواهیم داشت، تا حساسیت دستگاه را با آن تنظیم نماییم.

در تمام این استانداردها یک بلوک مرجع، با عیوب مصنوعی با سایز مشخص، و عمق های متفاوت تعریف گردیده، که هم جنس و هم سایز با قطعات مورد تست است. عیوب مصنوعی با یکی از روش های ماشین کاری مانند فرز یا اسپارک، بر روی بلوک رفرنس ایجاد می گردند. در شکل ذیل بلوک کالیبره معرفی شده در کد ASME - SEC 5 به تصویر کشیده شده است.

Figure T-434.2.1
Non-Piping Calibration Blocks



Notch Dimensions, in. (mm)

Notch depth = 1.6% T to 2.2% T

Notch width = 1/4 (6) max.

Notch length = 1 (25) min.

Weld Thickness (t), in. (mm)	Calibration Block Thickness (T), in. (mm)	Hole Diameter, in. (mm)
Up to 1 (25)	3/4 (19) or t	3/32 (2.5)
Over 1 (25) through 2 (50)	1 1/2 (38) or t	1/8 (3)
Over 2 (50) through 4 (100)	3 (75) or t	3/16 (5)
Over 4 (100)	t ± 1 (25)	[Note (2)]

انواع عیوب مصنوعی که در این استاندارد ها پیشنهاد گردیده اند عبارتند از:

✓ سوراخ جانبی (Side Drilled Holes)

✓ سوراخ راه بدر (Through Hole)

✓ شیار N5, N10, N12.5 و یا

✓ سوراخ کف تخت (Flat Bottom Hole)

از عیب مصنوعی سوراخ کف تخت به منظور کالیبراسیون پروب های نرمال، و از سایر عیوب برای کالیبراسیون پروب های زاویه ای استفاده می گردد.

چون با افزایش عمق عیوب، بدلیل استهلاک صوت داخل قطعه، به مرور پرتو صوتی دچار تضعیف شده، و دامنه سیگنال های دریافتی از عیوب یکسان، دچار افت می گردد، و همانطور که قبلا به آن اشاره گردید، معیار رد و قبولی عیوب داخل قطعه، دامنه سیگنال آنها می باشد، لذا معیار پذیرش سیگنال ها نیز می بایست با افزایش عمق به مرور کاهش یابد.

برای این منظور معمولا از یک منحنی نزولی به منظور معیار پذیرش سیگنال ها استفاده می گردد که منحنی DAC (Distance Amplitude Correctin) نامیده می شود.

برای ترسیم این منحنی، ابتدا می بایست به ترتیب از عیوب مصنوعی در عمق های مختلف، ماکزیمم سیگنال را دریافت نموده، ارتفاع آنها را با تغییر Gain، به ارتفاع موردنظر برسانیم. سپس با علامت گذاری نوک این سیگنال ها، و وصل کردن این علامت ها به هم، منحنی را ترسیم نماییم.

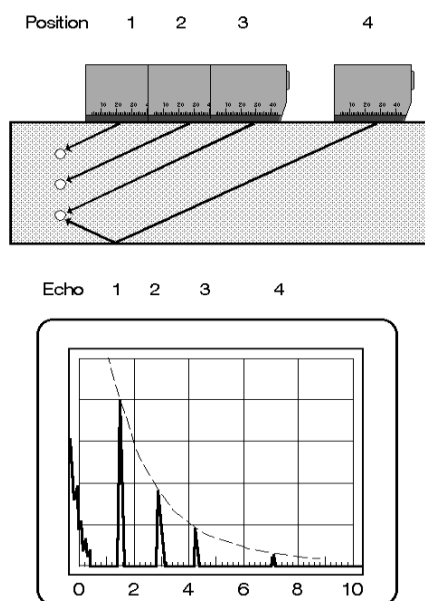
در این سیستم ابتدا ماکزیمم سیگنال دریافتی از عیب با کمترین عمق را دریافت نموده، با تغییر میزان Gain دستگاه، ارتفاع آن را به 80% FSH می رسانیم. سپس در این حالت بر روی قله سیگنال دریافتی، با یک نقطه یا ضربدر علامت گذاری می کنیم.

بدون تغییر Gain دستگاه، به ترتیب ماکزیمم سیگنال را از سایر عیوب در عمق های دیگر گرفته، و نوک همه آنها را علامت گذاری می نماییم. حال با وصل نمودن این نقاط به یکدیگر منحنی DAC ترسیم می گردد.

در برخی از استانداردها با کاهش 14 dB، -6، دو منحنی دیگر نیز، زیر منحنی اصلی ترسیم می گردد. در نتیجه سه منحنی 20%، 50%، 100% DAC، ترسیم می گردد. منحنی اصلی یا منحنی 100% را Reference Level می نامند.

دامنه سیگنال های دریافتی از عیوب، با این منحنی ها مقایسه شده، و طبق دستورالعمل مکتوب کارفرما، کاربر نسبت به رد یا قبول قطعات، تصمیم گیری می کند.

در شکل زیر، طرز ترسیم این منحنی برای یک پروب زاویه ای با عیوب مصنوعی Side Drilled Holes نمایش داده شده است.

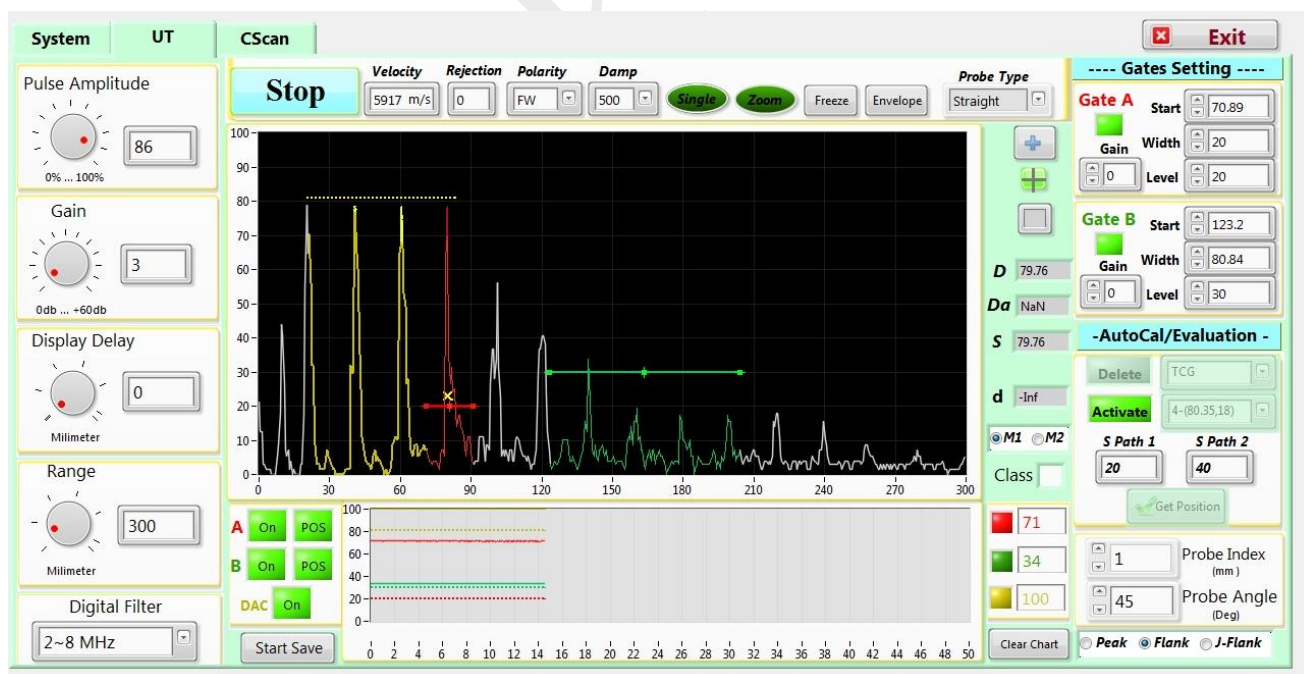


دستگاههای مدرن امروزی، قابلیت ترسیم این منحنی را به صورت نرم افزاری و اتوماتیک دارا می باشند. در این دستگاهها، کاربر، فقط سیگنال ها را از عیوب دریافت نموده، و علامت گذاری نوک سیگنال ها و ترسیم منحنی ها توسط نرم افزار دستگاه صورت می گیرد.

در شکل زیر یک نمونه از منحنی های ترسیم شده توسط دستگاه FLAW HUNTER 1CH 101 به تصویر کشیده شده است.



امروزه از نمودارهای TCG نیز به جای نمودارهای DAC، استفاده می گردد. در این نمودارها، سیگنال های دوم و سوم و... به طور اتوماتیک Gain داده شده تا به ارتفاع سیگنال اول برسند. در واقع نرم افزار دستگاه سیگنال ها را هم سطح سازی نموده و به جای معیار پذیرش منحنی، معیار پذیرش به صورت خط صاف حاصل می گردد.



۲۱,۱. تفسیر و ارزیابی و ثبت نتایج تست

پس از کالیبراسیون دستگاه، نوبت به اسکن قطعه و تست می رسد. اسکن پروب می تواند به صورت دستی و یا اسکنرهای اتوماتیک انجام پذیرد.



اسکن اتوماتیک جوش لوله های اسپیرال با دستگاه اتوماتیک شرکت پژواک رایان



اسکن دستی با دستگاه دستی Olympus

در حین اسکن باید دقت کنیم، که در هر بار رفت و برگشت پروب، حداقل به میزان 10% اندازه کریستال همپوشانی یا Overlap در پاس ها دیده شود، تا عیبی از زیر پروب جا نماند.

پس از دریافت سیگنال از داخل قطعه، ابتدا کاربر سیگنال دریافتی را تفسیر می کند که این فرآیند را Interpretation می نامند. سیگنال های دریافتی به سه دسته تقسیم می شوند:

- **Spurious or False**: سیگنال هایی هستند که در اثر خطاهای اپراتوری، مانند استفاده از پروب نامناسب یا حساسیت بالا، ایجاد می گردند.
- **Non Relevant**: سیگنال هایی که در اثر شکل هندسی قطعات موردتست، مانند لبه قطعه، وجود شیارها و سوراخ هایی داخل قطعه، ایجاد می گردند.
- **Relevant**: سیگنال هایی که در اثر وجود ناپیوستگی ها و عیوب داخل قطعه ایجاد می گردند.

اپراتور تست، ابتدا می بایست، طبق دستورالعمل مکتوب (Written Procedure) کارفرما، سیگنال های دریافتی را تفسیر نموده، و سیگنال های Relevant را تشخیص دهد.

سپس با توجه به معیار پذیرش تعریف شده در دستورالعمل مکتوب، اقدام به ارزیابی یا Evaluation این سیگنال ها نموده، که این کار همانطور که گفته شد، با مقایسه سیگنال های دریافتی از عیوب با منحنی های DAC/TCG انجام می پذیرد و در نهایت قطعه را Accept یا Reject نماید.

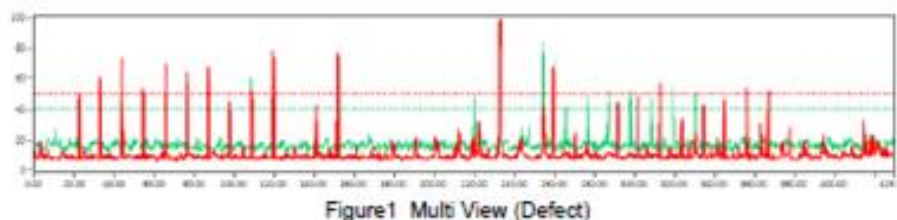
لذا کارفرما، موظف است، که برای انجام پروسه تست، یک دستورالعمل مکتوب، زیر نظر یک متخصص سطح ۳، مطابق استاندارد قطعات تولیدی یا تست، آماده نموده و در اختیار اپراتورهای تست قرار دهد.

در نهایت، اپراتور تست می بایست، برگه گزارشی مطابق فرمت های استاندارد، آماده نموده، و گزارشات را داخل آن وارد نماید.

دستگاه های اتوماتیک مدرن امروزی، قابلیت ثبت سیگنال های دریافتی، ارائه گزارشات و فرم ها را نیز به طور اتوماتیک دارند.

Project Information:

Part Code: 1	Result: Rejected
Part Name: Calibration	Standard: ISO11439
DateTime: 2018/09/22 09:22:41	Customer: IRAN KHODRO
Defect Qt TH: 0	Defect Qt O: 15
Part Size: 356	Defect Qt I: 13
Project Number: OP330	Shift: 1
Operator Name: mohammadi	Unit: mm



فصل ۲

معرفی تجهیز

مقدمه

همانطور که در پیشگفتار گفته شد، کاربر به جز اتصال کابل پاور مخصوص دستگاه و کابل پروب ها اجازه اتصال هیچ سیم و کابل و دیگر تجهیزات جانبی را به دستگاه ندارد. در این فصل به نحوه استفاده و تعمیرات و نگهداری از دستگاه اشاره گردیده است.

۱,۲. معرفی تجهیزات

این دستگاه به همراه یک پکیج کامل ارائه می گردد، که این پکیج شامل موارد ذیل می باشد.

- کیف مقاوم به ضربه با فریم فلزی
- باکس آلومینیومی حاوی مازول الکترونیک دستگاه
- پروب نرمال 4 MHz
- پروب زاویه ای 70 درجه 4 MHz
- بلوک کالیبره V2
- استند بلوک کالیبره V2
- کابل 1.5 متری پروب
- تیوب حاوی کوپلنت
- کابل USB ارتباط با کامپیوتر
- لوح فشرده نرم افزار و درایور های دستگاه
- لوح فشرده راهنمای دستگاه
- گواهینامه کالیبراسیون دستگاه
- برگه گارانتی دو ساله دستگاه



در صورت درخواست مشتری، برخی از اقلام لیست شده در پکیج مانند پروب ها، حذف شده و قیمت آنها از قیمت کل دستگاه کسر خواهد گردید.

یک لوح فشرده به همراه پکیج دستگاه، به مشتری ارائه می گردد، که نرم افزارهای لازم به همراه یک EXE از نرم افزار اصلی دستگاه داخل آن می باشد.

این نرم افزار فقط بر روی یک سیستم کامپیوتر نصب می گردد. برای نصب آن بر روی سیستم های دیگر می بایست یک کد لایسنس جدید از شرکت پژواک رایان دریافت گردد.

این دستگاه از طریق ارتباط با یک کامپیوتر، لپ تاپ و یا تبلت با سیستم عامل ویندوز قابل استفاده می باشد.

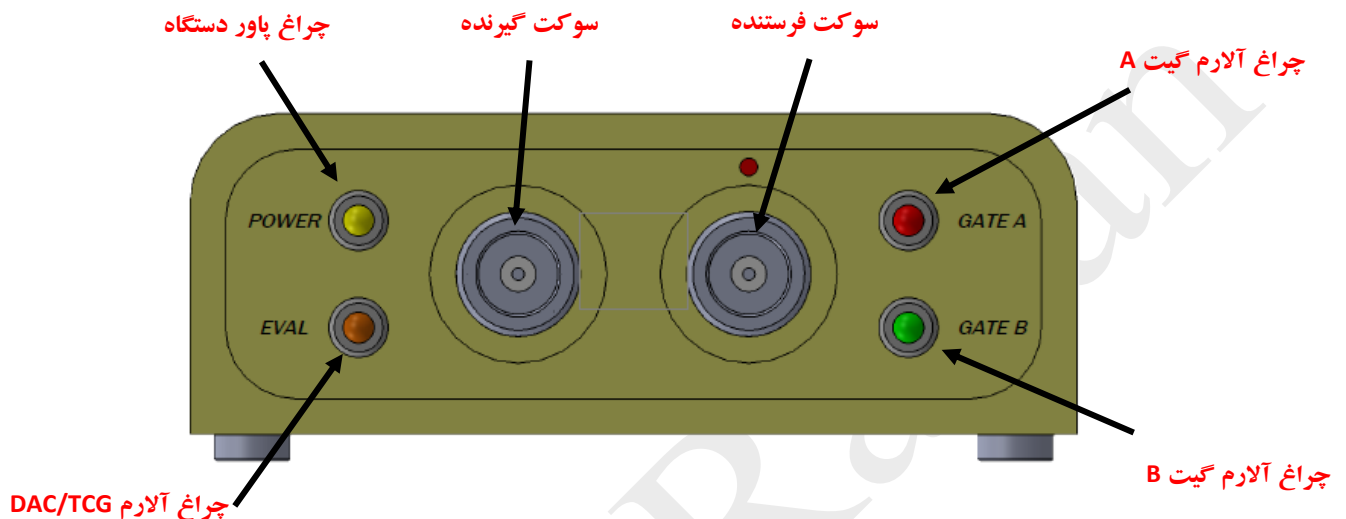
ماژول الکترونیک دستگاه داخل یک کیس آلومینیومی قرار داده شده است، که مقاومت به ضربه آن را افزایش داده و در عین حال دارای وزن پایینی می باشد.



این دستگاه برق مصرفی موردنیاز خود را از طریق کابل USB خود که در پکیج این دستگاه به همراه دستگاه ارائه می گردد، فراهم نموده و نیاز به ورودی برق و باتری جداگانه نمی باشد.

در واقع این دستگاه از طریق کابل USB، همزمان هم ارتباط با کامپیوتر و لپ تاپ برقرار نموده و هم برق مورد نیاز خود را تامین می نماید.

بر روی این باکس تعدادی ورودی و خروجی لحاظ شده است که در شکل ذیل هر کدام علامت گذاری و توضیح داده شده است.



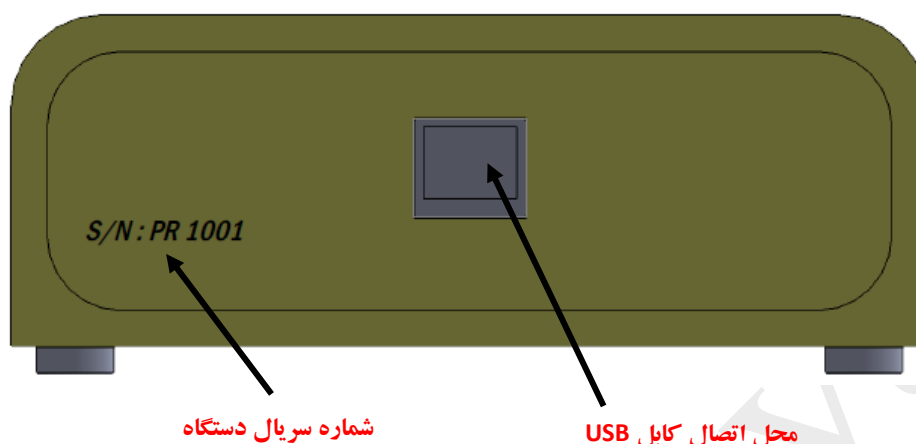
با اتصال کابل USB به دستگاه، چراغ پاور دستگاه، روشن می گردد. در صورت روشن نشدن این چراغ، ابتدا کابل USB چک گردد، در صورت اتصال صحیح، اگر نرم افزار دستگاه استارت شود و کاربر بتواند با دستگاه کار کند، ممکن است چراغ پاور سوخته باشد. در غیر اینصورت، اگر نرم افزار نیز استارت نشود، مراتب را به واحد پشتیبانی شرکت پژواک رایان، اطلاع دهید.

در صورتی که بخواهیم تنها با یک پروب تک کریستال در حالت پالس اکو کار کنیم، سوکت کابل به سوکتی که در سمت راست قرار گرفته و بالای آن یک نقطه گذاشته شده است متصل می گردد.

در صورت کار با پروب های دو کریستال یا در حالت Throuh Transmission سوکت گیرنده به سوکت سمت راست، متصل می گردد.

چراغ های آلارم نیز، مربوط به دو گیت دستگاه و منحنی DAC, TCG می باشند. اگر حالت آلارم ها در نرم افزار، Positive انتخاب گردد، در صورت **برخورد** سیگنال به گیت، چراغ مربوط به آن گیت روشن می شود. اما اگر حالت آلارم ها در نرم افزار، Negative انتخاب گردد، در صورت **برخورد نکردن** سیگنال به گیت، چراغ مربوط به آن گیت روشن می شود.

در قسمت پشت کیس آلومینیومی، یک سوکت جهت اتصال کابل USB به دستگاه تعبیه شده است. یک شماره سریال نیز در این قسمت حک شده، که این شماره سریال در گواهی کالیبره و گارانتی دستگاه قید شده است.



۲.۲. نحوه روشن و خاموش نمودن دستگاه

برای روشن نمودن دستگاه، ابتدا کابل USB ویژه دستگاه را که دو سوکت دارد به دو عدد از سوکت های USB کامپیوتر یا لپ تاپ متصل نموده تا چراغ سبز رنگ پاور دستگاه بر روی باکس آلومینیومی روشن گردد.

سپس با دو بار کلیک بر روی ایکن پژواک رایان در پکیج نرم افزار دستگاه، نرم افزار دستگاه باز می گردد و پس از چند ثانیه، به طور اتوماتیک به صفحه UT وارد می گردد.

حال با کلیک بر روی واژه START در این صفحه، نرم افزار RUN می گردد.

اگر دستگاه دارای سیگنال نبود و یا واژه START به صورت Hide آبی رنگ باشد، اپراتور می بایست یک بار کابل USB را از کامپیوتر جدا نموده و مجدداً متصل نماید. اگر باز هم این حالت رفع نگردید، در صفحه سیستم، در کنار باکس USB که در فصل بعد، مفصلاً توضیح داده خواهد شد، Close را زده و یکی از USB های لیست شده را انتخاب نماید.

برای خاموش نمودن دستگاه نیز، ابتدا در صفحه UT، دکمه STOP را زده و پس از کلیک بر روی واژه EXIT، از نرم افزار خارج می شویم.

در صورت بروز هرگونه مشکلی که در این گزارش ذکر نشده فوراً آن را با واحد پشتیبانی شرکت پژواک رایان در میان بگذارید.

فصل ۳

آموزش نرم افزار دستگاه

۱,۳. مقدمه

شرکت پژواک رایان در طراحی نرم افزار دستگاه های خود، که با مدل FLAW HUNTER 1CH نامگذاری گردیده است، تمامی ویژگی ها و محدودیت های دستگاه های التراسونیک موجود در دنیا را محور قرار داده، و در این راستا نرم افزاری طراحی نموده است که علیرغم دارا بودن تقریباً تمامی قابلیت ها و فیچرهای دستگاههای مدرن و روز دنیا، سهولت اپراتوری و دسترسی آسان کاربران به تمامی آپشن های مورد نیاز خود در تنظیمات و کالیبراسیون اولیه نیز به عنوان ویژگی کلیدی آن لحاظ گردیده است.



این دستگاه دارای یک پک نرم افزاری ویژه می باشد، که کلیه درایورهای نصب نرم افزار و یک فایل EXE، از اصل نرم افزار در آن قرار گرفته است، که کلیه آنها بر روی یک نسخه DVD قرار داده شده و همراه پکیج دستگاه، تحویل خریدار می گردد.

در این فصل به نحوه راه اندازی و نصب نرم افزار دستگاه و توضیح کامل استفاده و بکارگیری نرم افزار FLAW HUNTER 1CH 101، پرداخته شده است.

۲,۳. تشریح پنجره های مختلف نرم افزار

این نرم افزار از ۳ پنجره یا تب مختلف تشکیل شده است که این ۳ پنجره به صورت ذیل نام گذاری شده است:

✓ پنجره ۱: SYSTEM

✓ پنجره ۲: UT

✓ پنجره ۳: C-Scan

۱,۲,۳. تنظیمات مربوط به پنجره SYSTEM:

در این قسمت اپراتور قادر به تنظیم مواردی همچون آلازم ها، مقدار PRF، واحد محاسبات و ... و وارد نمودن ضخامت قطعه مورد تست، مشخصات پروژ، و ذخیره و بارگذاری کالیبراسیون ها می باشد.

The screenshot shows the SYSTEM window of the Flaw Hunter software. It features a top navigation bar with 'System', 'UT', and 'CScan' tabs. The 'System' tab is selected. The window includes an 'Exit' button in the top right corner. The main content area is divided into several functional sections:

- USB Setting:** A section for selecting a USB device, showing a device ID 'USB0::0x04B4::0x00F1::NI-VISA-40001::RAW' and a 'Close' button.
- Privacy Setting:** A section for user authentication with fields for 'Username' (Admin), 'Password' (*****), 'Login state' (Admin), and buttons for 'Log out' and 'Edit User'.
- Batch Setting:** A section for managing test batches, including a list of files (Pejvakrayan.txt) and input fields for 'Part Size' (12 x 6 mm), 'Project Number' (KM GAS), 'Operator Name' (MOHAMMAD), 'Standard' (API 5L), and 'Customer' (GAS CO). It also has 'Save', 'Load', and 'Delete' buttons.
- General Setting:** A section for configuring test parameters, including 'P.R.F' (1000), 'Thickness' (5 mm), 'Shape' (Plate), 'Probe Delay' (5.65 us), 'Probe Diameter' (10 mm), 'Pipe Diameter' (30 mm), 'Strip Time' (50 Second), 'Line Speed' (1 m/min), and 'Unit' (mm).
- Alarm Setting:** A section for configuring alarm levels, with radio buttons for 'GateA Alarm', 'DAC Alarm', and 'GateB Alarm', and a percentage selector set to 100%.

در این پنجره اپراتور قادر به مشاهده پنج بخش ذیل می باشد:

- USB Setting
- Privacy Setting
- Batch Setting
- General Setting
- Alarm Setting

USB Setting .۱,۱,۲,۳

این بخش مربوط به تنظیمات اتصال USB می باشد و توسط شرکت پژواک رایان تنظیم شده، به صورت Hide نمایان شده و اپراتور قادر به تغییر آن نمی باشد. تنها می تواند شماره USB را انتخاب نماید، که برای این کار ابتدا بر روی دگمه Close کلیک چپ نموده، تا باکس سمت راست از حالت Hide خارج گردد.

سپس بر روی فلش کنار باکس کلیک نموده و USB موردنظر را انتخاب می نماید.



Privacy Setting .۲,۱,۲,۳

در این قسمت که مربوط به سطح دسترسی به نرم افزار می باشد، کاربر می تواند برای نرم افزار یک User Name و Password ویژه لحاظ نماید، تا به جز کاربر اصلی، اشخاص دیگر، قادر به اعمال تغییرات اساسی مانند تغییر PRF دستگاه در نرم افزار نباشد.



اگر User Name, Password برای نرم افزار گذاشته شود، در صورتی که درست وارد نشود، برخی از آپشن های دستگاه حالت Hide شده و یا غیرفعال می گردند، که سایر کاربران قادر به انجام تغییرات در آن نمی باشند. اما باید توجه نماید که اگر کدواژه و پسورد برای نرم افزار لحاظ نماید، در هربار ورود به نرم افزار، می بایست ابتدا نرم افزار را در حالت Stop قرار داده، به صفحه سیستم رفته، کدواژه و پسورد خود را وارد نماید، و بر روی دگمه Log in کلیک چپ نماید. در غیر این صورت برخی از آپشن ها غیرفعال می گردند، هرچند نرم افزار در این حالت نیز فعال است، تنها اجازه انجام برخی تغییرات را به کاربر نمی دهد.

کاربر می تواند با کلیک چپ بر روی Edit User، کدواژه و پسورد را تغییر داده و واژه دلخواه خود را وارد نماید.

Batch Setting .۳,۱,۲,۳

آپشن هایی مانند Save, Load, Delete تنظیمات و کالیبره های مختلف و وارد نمودن مشخصات و اطلاعات پروژه تست، در این قسمت در اختیار کاربر قرار می گیرد.

برای ذخیره سازی یک کالیبره خاص، کالیست کاربر یک واژه خاص مانند سایز قطعه، نام شخص، شرکت و ... را در باکس نشان داده شده در تصویر زیر وارد نموده و بر روی دگمه Save، کلیک چپ نماید. تمام تنظیمات تا آن زمان، ذخیره شده و نام انتخابی در لیست بالای آن ثبت می گردد.

فرآیند ذخیره سازی، فقط در حالت Run انجام می پذیرد.

به منظور فراخوانی مجدد تنظیمات مورد نظر، اپراتور بر روی نام فلدر مورد نظر در لیست کالیبره ها کلیک می نماید. این نام در باکس نام تنظیمات ظاهر می گردد. سپس با کلیک بر روی واژه Load تمامی تنظیمات آن فراخوانی می گردد.

در اینجا نرم افزار به طور اتوماتیک به صفحه UT رفته و کاربر می بایست واژه Start را بزند تا کالیبره مورد نظر بارگذاری گردد.

برای حذف یکی از کالیبره ها یا تنظیمات، کاربر بر روی نام فلدر مورد نظر در لیست کالیبره ها کلیک می نماید. این نام در باکس نام تنظیمات ظاهر می گردد. سپس با کلیک بر روی واژه Delete، آن کالیبره از لیست کالیبره ها حذف می گردد.

همچنین در این قسمت اپراتور می تواند اطلاعات پروژه مانند ساینز قطعه مورد تست، شماره پروژه، نام اپراتور، استاندارد تست و نام مشتری را وارد نماید.

Part Size	12 x 6 mm
Project Number	KM GAS
Operator Name	MOHAMMAD
Standard	API 5L
Customer	GAS CO

General Setting ۳,۱,۲,۳

در این بخش اپراتور می تواند پارامترهای اصلی تست را وارد نماید. در ادامه هر یک از این پارامترها تشریح می گردد.

---- General Setting ----					
1000	P.R.F 50Hz ... 1000Hz	5.65	Probe Delay (us)	50	Strip Time (Second)
5	Thickness (mm)	10	Probe Diameter (mm)	1	Line Speed (m/min)
 Shape Plate		30	PipeDiameter (mm)	mm	Unit

PRF ۱,۳,۲,۱,۳

فرکانس تکرار پالس عامل بسیار مهمی در تست با سرعت های بالا و قطعات ضخامت بالا می باشد.

در تست قطعات با سرعت های حرکت بالا، برای شناسایی عیوبی که دارای طول کوتاه می باشند، مقدار فرکانس تکرار پالس می بایست روی عددی بالا تنظیم گردد تا بتوانیم از این گونه عیوب سیگنال دریافت نماییم.

از طرفی در ضخامت های بالا می بایست این مقدار، عدد پایینی در نظر گرفته شود تا بعد از اینکه یک موج ارسالی مسیر رفت و برگشت را طی نماید، موج صوتی بعدی تولید و ارسال گردد. در غیر این صورت اختلال در امواج ارسالی و دریافتی به وجود خواهد آمد.

بنابراین قابلیت تنظیم این پارامتر توسط اپراتور برای شرایط مختلف پر اهمیت می باشد.

نرم افزار این دستگاه قابلیت تنظیم فرکانس تکرار پالس از ۵۰ تا ۱۰۰۰ به اپراتور می دهد که رنج وسیعی برای تست در ضخامت ها و سرعت های مختلف را پوشش می دهد.

1000	P.R.F 50Hz ... 1000Hz
-----------------------------------	--------------------------

برای تغییر مقدار PRF دستگاه، اپراتور می تواند از یکی از سه روش ذیل استفاده نماید:

✓ با وارد نمودن عدد مورد نظر در باکس تعبیه شده سمت چپ واژه PRF

✓ با کلیک بر روی Curser های تعبیه شده در کنار باکس

۱,۲,۳,۲,۳: Probe Delay

امواج صوتی قبل از خروج از پروب های تست التراسونیک، مسیر کوتاهی را در لایه محافظ و یا پرسپکس جلوی کریستال طی نموده، و بعد از آن از پروب خارج می گردد. این مسیر را Probe Delay می نامند، که در پروب های زاویه ای و T/R این مقادیر بیشتر از پروب های نرمال معمولی می باشد.

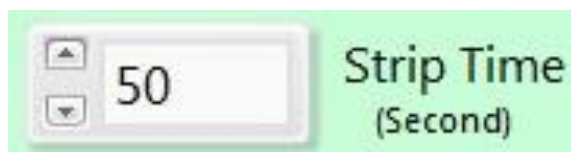


در کالیبراسیون محور پایه زمانی، جهت انجام محاسبات موقعیت عیوب، وارد نمودن مقدار دقیق Probe Delay، در نرم افزار دستگاه از اهمیت بالایی برخوردار است.

در اینجا اپراتور می تواند به صورت دستی مقدار Probe Delay را بر حسب میکروثانیه وارد نماید. اما نرم افزار دستگاه، در حین کالیبراسیون پایه زمانی، قادر به محاسبه دقیق این مقدار بوده و بطور اتوماتیک، این مقدار را در این باکس ثبت می نماید.

۱,۲,۳,۲,۳: Strip Time

در قسمت کاربر می تواند سرعت حرکت استریپ چارت را بر حسب ثانیه تنظیم نماید. به این ترتیب که اگر به عنوان مثال اپراتور عدد ۲۰ را در باکس Strip Time وارد کند، ۲۰ ثانیه طول می کشد تا فضای مربوط به استریپ چارت از ابتدا تا انتها طی شود.

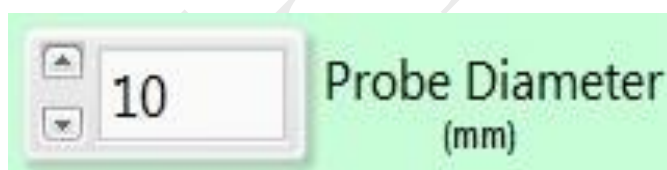


Thickness ۱,۲,۳,۴:

در این قسمت اپراتور، ضخامت قطعه مورد تست را بر حسب میلیمتر وارد می نماید. باید دقت نمود که حتی اگر واحد دستگاه جهت محاسبات موقعیت عیوب و ضخامت سنجی، بر حسب اینچ باشد نیز، این مقدار بر **حسب میلیمتر** وارد شده و نرم افزار دستگاه به طور اتوماتیک، آن را تبدیل به اینچ می نماید.

**Probe Diameter ۱,۲,۳,۵:**

در این جا اپراتور، قطر کریستال پروب را بر حسب میلیمتر وارد می نماید. این مقدار در ترسیم نمودار C-Scan مورد استفاده قرار می گیرد. بدین ترتیب که ضخامت خطوط ترسیمی در نمودار C-Scan، بر اساس عدد وارد شده در این قسمت ترسیم می گردد.



در اینجا نیز باید دقت نمود که حتی اگر واحد دستگاه جهت محاسبات موقعیت عیوب و ضخامت سنجی، بر حسب اینچ باشد نیز، این مقدار بر **حسب میلیمتر** وارد شده، چرا که محورهای نمودارهای C-Scan, B-Scan همواره بر حسب میلیمتر ترسیم می گردد.

Line Speed ۱,۲,۳,۶:

سرعت ترسیم خطوط در نمودارهای C-Scan, B-Scan، که وابسته به سرعت حرکت پروب بر روی قطعه کار می باشد، در این قسمت تعیین می گردد، که کاربر می تواند بر حسب m/min در این باکس وارد نماید.



Shape. ۱, ۲, ۳, ۷:

قطعات مورد تست می توانند مانند پللیت ها، تخت و یا مانند لوله ها و تیوب ها، گرد باشند. محاسبات مربوط به موقعیت عیوب در پروب های زاویه ای، در لوله ها نسبت به سطوح تخت، مقداری متفاوت می باشند. بدین شکل که در لوله ها مسیر صوت، عمق عیب، و فاصله P_s ، بدلیل برخورد صوت به سطح منحنی، و تغییر زاویه موج، مقداری بیشتر از حالت سطوح تخت می باشد. هرچند در لوله های بالای ۲۰ اینچ، تقریباً به سطح تخت نزدیک شده و هر دو حالت اعداد محاسبه شده یکسان است، اما در لوله های ساینز کوچک مانند ۱۰ اینچ، این اختلاف نسبتاً فاحش می باشد.

لذا این نکته نیز در نرم افزار این دستگاه دیده شده، و اپراتور تنها با کلیک بر روی دگمه Shape، می تواند یکی از حالات سطح تخت و لوله را انتخاب نموده، و نرم افزار به طور اتوماتیک، محاسبات مربوط به آن سطح را انجام دهد.



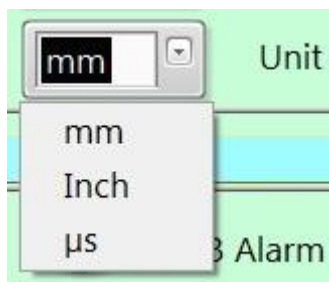
⚠ باید دقت نمود که در اشکال لوله ای شکل، گاهی اوقات بعضی از زوایا، در برخی قطرها پاسخگو نبوده و موج صوتی دچار تغییرات زیادی در زاویه می شود (مانند پروب ۷۰ درجه در تست لوله ۸ اینچ). در چنین مواردی، اعداد مربوط به موقعیت عیوب Nan نمایش داده می شود که اختصار کلمه Not Applicable Number می باشد.

Pipe Diameter. ۱, ۲, ۳, ۷:

در صورت تست لوله ها و تیوب ها، در این قسمت اپراتور می تواند قطر لوله موردتست را بر حسب میلیمتر وارد نماید، تا در محاسبات نرم افزار که در بند قبل به آنها اشاره گردید، از آن استفاده گردد.

Unit: ۱, ۲, ۳, ۷

در این نرم افزار، تقسیم بندی محور پایه زمانی، تغییرات Range, Display Delay, Gates می تواند بر حسب سه واحد میلیمتر، اینچ و میکروثانیه نمایش داده شود. محاسبات مربوط به موقعیت عیوب نیز می تواند بر حسب میلیمتر و اینچ باشد. در این قسمت کاربر می تواند واحد موردنظر را از لیست انتخاب نماید و به طور اتوماتیک، تمام مقادیر تغییر خواهند نمود.



⚠ انتخاب عدد اینچ فقط در چند مورد Range, Display Delay, Gates، و محاسبات مربوط به موقعیت عیوب تاثیرگذار بوده و دیگر موارد همگی بر حسب میلیمتر می باشند.

⚠ در صورت انتخاب واحد میکروثانیه، فقط عدد مربوط به مسیر صوت به صورت دیجیتال نمایش داده شده و سایر اعداد مربوط به موقعیت عیوب Nan نمایش داده می شود که اختصار کلمه Not Applicable Number می باشد.

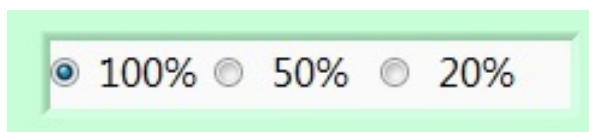
Alarm Setting: ۱, ۲, ۳, ۴

بر روی کیس دستگاه، به جز چراغ سبز پاور، سه چراغ دیگر تعبیه شده است، که مربوط به آلارم های دستگاه می باشد. چراغ قرمز که مربوط به Gate A بوده، چراغ سبز که مربوط به Gate B بوده، چراغ زرد که مربوط به DAC/TCG می باشد و با علامت EVAL که مخفف کلمه Evaluation است، بر روی باکس مشخص گردیده است.

در این بخش کاربر قادر خواهد بود، که آلارم های مربوط به هر یک از گیت ها و یا DAC/TCG را فعال یا غیر فعال نماید. بدین ترتیب که با کلیک بر روی هر کدام از آنها، دگمه مربوطه به رنگ چراغ موردنظر روشن و یا خاموش می گردد.



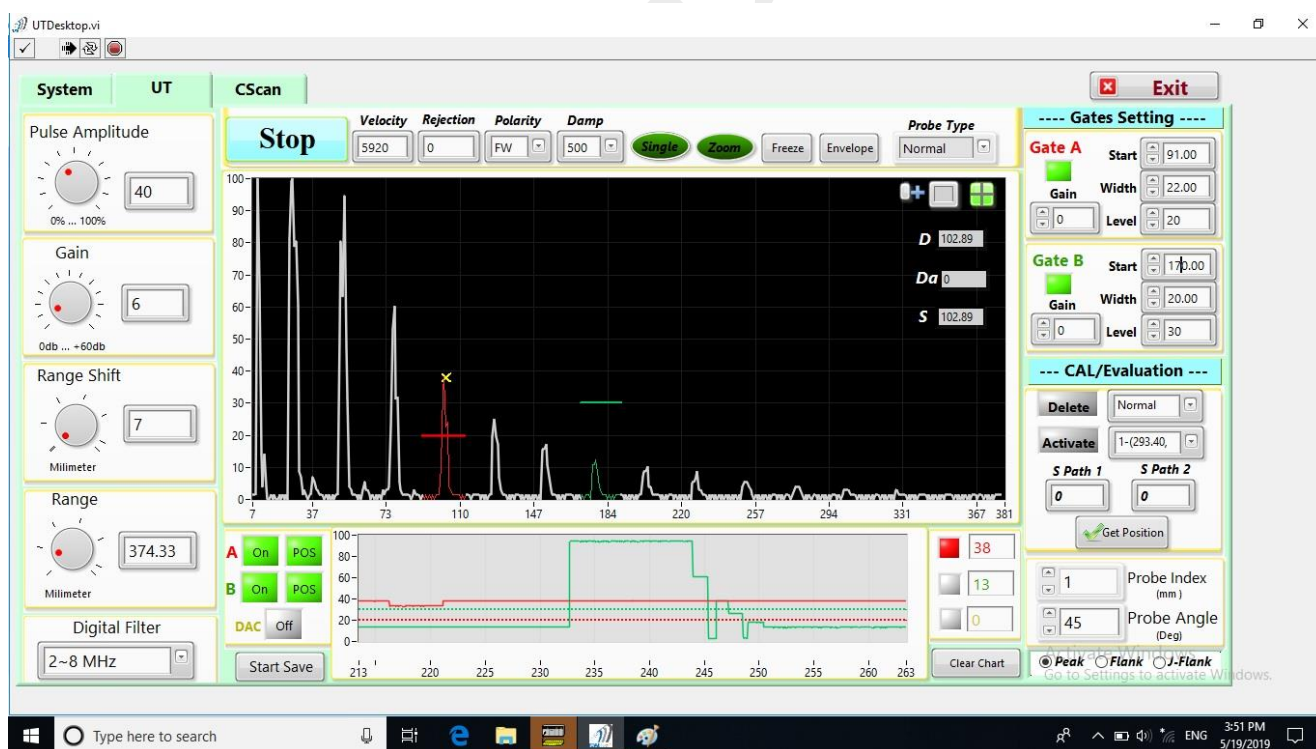
اینکه آلارم های DAC/TCG با برخورد به کدام منحنی (20%, 50%, 100%) فعال گردند نیز در این قسمت توسط کاربر قابل انتخاب می باشد.



⚠ در صورت انتخاب 50% و یا 20%، نمودار TCG در ارتفاع 20% ، 50% نمودار اصلی در صفحه نمایش قرار می گیرد.

۲،۲،۳. تنظیمات مربوط به پنجره UT:

با کلیک چپ بر روی واژه UT ، پنجره ای به شکل زیر باز می شود که تمامی تنظیمات مربوط به کالیبراسیون اولیه دستگاه برای، در این قسمت انجام می شود.



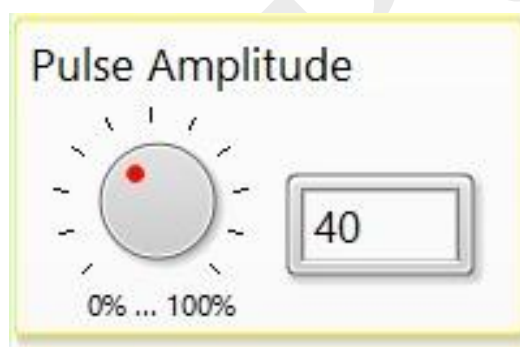
در این قسمت اپراتور قادر به تنظیم پارامترهای ذیل می باشد:

Pulse Amplitude ۱,۲,۳

برای تولید امواج صوتی توسط پروب، ابتدا می بایست یک ولتاژ الکتریکی از دستگاه به پروب فرستاده شود. با اعمال این ولتاژ الکتریکی به کریستال پروب، کریستال شروع به ارتعاش نموده و امواج صوتی تولید می نماید.

پالسر دستگاه FLAW HUNTER 1CH از نوع Spike Pulser می باشد که تولید یک پالس یا ولتاژ الکتریکی با لبه منفی می نماید. با استفاده از کنترل Pulse Amplitude کاربر می تواند ولتاژ اعمالی از دستگاه به پروب را در رنج ۱ تا ۳۲۰ ولت تغییر دهد. ولتاژهای پایین برای عمق نفوذ کم و ولتاژهای بالا جهت عمق نفوذ بیشتر امواج صوتی استفاده می گردد.

تنظیمات قدرت پالس ورودی در این نرم افزار، به صورت درصد قابل تغییر می باشد، که از ۱ تا ۱۰۰ درصد قابل تغییر می باشد.



برای تغییر Pulse Amplitude دستگاه، اپراتور می تواند از یکی از سه روش ذیل استفاده نماید:

۱. وارد نمودن عدد مورد نظر داخل باکس
۲. با چرخاندن ولوم موجود در این قسمت
۳. با کلیک چپ کنار یکان، دهگان و یا صدگان عدد داخل باکس و چرخش غلطک ماوس

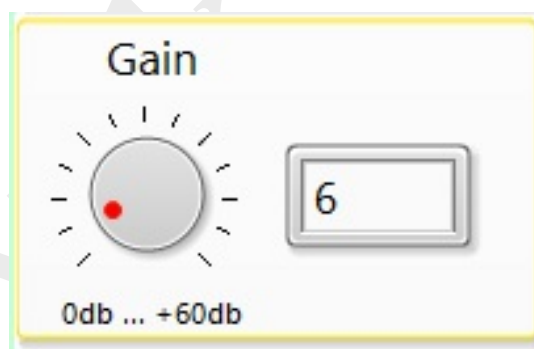
Gain .۲,۲,۲,۳

کنترل Gain یا حساسیت دستگاه پارامتر بسیار مهمی می باشد که در تمام دستگاه های التراسونیک تعبیه شده است. به کمک این کنترل اپراتور قادر خواهد بود ارتفاع سیگنال های موجود در صفحه را به صورت لگاریتمی افزایش دهد.

اطمینان از خطی بودن عملکرد Gain دستگاه بسیار مهم بوده، و سازنده دستگاه می بایست از کالیبره بودن آن اطمینان حاصل نموده و در برگه کالیبراسیون خود آن را تایید نماید.

در این قسمت، Gain دستگاه قابل تنظیم می باشد، که از صفر تا ۶۰ دسی بل متغیر است. نرم افزار مجهز به سیستم تغییر حساسیت در دو مرحله می باشد که عبارتند از:

- سیستم تغییر حساسیت اصلی که Gain کل صفحه را افزایش داده، و در همین قسمت قابل تغییر می باشد.
- سیستم تغییر حساسیت زیر Gate که تنها Gain منطقه زیر Gate موردنظر را افزایش داده و مقدار Gain بقیه صفحه دست نخورده باقی می ماند. این نحوه تغییر Gain در قسمت گیت ها قابل تنظیم می باشد و در مورد این قسمت در مبحث گیت ها توضیح داده خواهد شد.



برای تغییر Gain اصلی دستگاه، اپراتور می تواند از یکی از چهار روش ذیل استفاده نماید:

۱. وارد نمودن عدد مورد نظر داخل باکس
۲. با چرخاندن ولوم موجود در این قسمت
۳. با کلیک چپ کنار یکان، دهگان و یا صدگان عدد داخل باکس و چرخش غلطک ماوس
۴. با زدن دکمه F9 روی کیبورد کامپیوتر برای افزایش Gain و دکمه F8 برای کاهش Gain

Display Delay .۴,۲,۲,۳

با استفاده از این کنترل، کاربر می تواند سیگنال های موجود در صفحه را با حفظ فاصله بین آنها به سمت چپ و راست صفحه حرکت دهد. این کار با استفاده از وارد نمودن عدد مورد نظر بر حسب میلیمتر در باکس زیر واژه Display Delay، امکان پذیر می باشد.

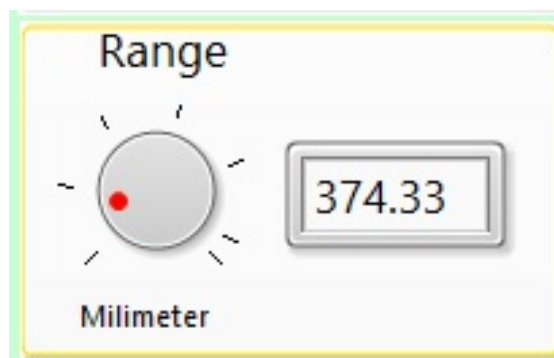


برای تغییر میزان Display Delay دستگاه، اپراتور می تواند از یکی از سه روش ذیل استفاده نماید:

۱. وارد نمودن عدد مورد نظر داخل باکس
۲. با چرخاندن ولوم موجود در این قسمت
۳. با کلیک چپ کنار یکان، دهگان و یا صدگان عدد داخل باکس و چرخش غلطک ماوس

Range .۴,۲,۲,۳

کنترل Range نیز مانند کنترل Gain از پارامترهای بسیار مهم در دستگاههای التراسونیک می باشد. با استفاده از این کنترل اپراتور قادر خواهد بود، با بستن یا باز نمودن رنج صفحه، سیگنال های دریافتی با مسیر صوت های مختلف را در صفحه A-Scan مشاهده نماید.



این نرم افزار توانایی نمایش سیگنال Initial Pulse و سیگنال های حاصل از امواج دریافتی در رنج زمانی ۱ تا ۱۰۰۰ میکروثانیه بر حسب میلیمتر بطور همزمان در صفحه A-Scan را داراست.

البته با تغییر مقدار Display Delay، سیگنالهای با مسیر صوت طولانی تر را نیز می توان در صفحه A-Scan مشاهده نمود.

برای تغییر میزان Range دستگاه، اپراتور می تواند از یکی از سه روش ذیل استفاده نماید:

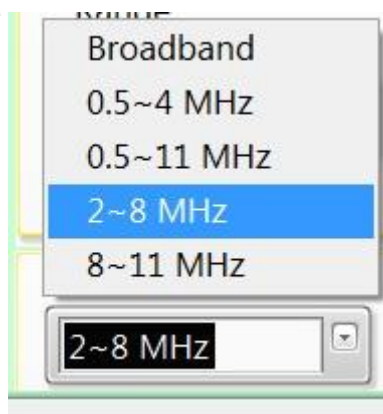
۱. وارد نمودن عدد مورد نظر داخل باکس
۲. با چرخاندن ولوم موجود در این قسمت
۳. با کلیک چپ کنار یکان، دهگان و یا صدگان عدد داخل باکس و چرخش غلطک ماوس

۵،۲،۲،۳ Digital Filter

غلبه بر نویز های الکتریکی موجود در محیط تست، یکی از مشکلات اساسی در تست التراسونیک می باشد. بر روی این دستگاه از فیلتر های دیجیتال برای سرکوب این نویزها استفاده گردیده است.

در این قسمت اپراتور قادر به انتخاب فیلتر مناسب در حوزه فرکانس پروب مورد استفاده می باشد. به عنوان مثال اگر پروب ۴ مگاهرتز برای تست استفاده می گردد، بهتر از باند فیلتراسیون ۲ - ۸ MHz استفاده گردد.

با کلیک چپ بر روی علامت جهت نمای کنار باکس مربوطه، لیست باند فیلتراسیون مورد استفاده در این دستگاه شامل نمایش داده می شود.

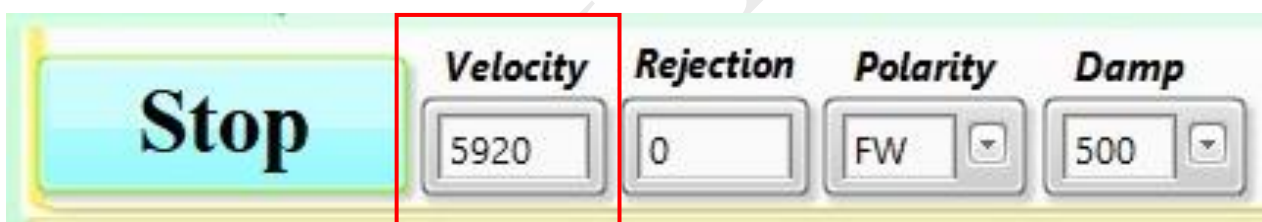


در حالت Broadband، هیچ فیلتراسیونی بر روی سیگنال های دریافتی انجام نمی گیرد.

Velocity ۱،۲،۳،۴

امواج صوتی در مواد مختلف، با سرعت های مختلف حرکت می کنند، که این سرعت بستگی به نسبت مدول الاستیسیته و چگالی ماده دارد. از طرفی موج طولی تقریباً با سرعت دو برابر موج عرضی در فولاد حرکت می کند. بنابراین اگر بخواهیم زمان حرکت رفت و برگشت موج داخل قطعه را به میلیمتر تبدیل نماییم، می بایست یا به صورت دستی سرعت صوت را به نرم افزار دستگاه بدهیم و یا اینکه در حین کالیبراسیون اتوماتیک، دستگاه به صورت اتوماتیک این سرعت را محاسبه نماید. نرم افزار با استفاده از فرمول تعریف شده برای آن، این زمان را به میلیمتر تبدیل نموده، و محور پایه زمانی را بر اساس آن تقسیم بندی می کند.

در این قسمت اپراتور می تواند سرعت صوت را با توجه به جنس ماده و نوع موج صوتی (طولی یا عرضی) وارد نماید. به عنوان مثال سرعت موج عرضی در فولاد تقریباً ۳۲۰۰ متر بر ثانیه و سرعت موج طولی در فولاد تقریباً برابر با ۵۹۰۰ متر بر ثانیه می باشد.



جدول سرعت تقریبی صوت برای برخی مواد، در صفحه ۱۴ موجود می باشد.

تغییر این پارامتر از طریق وارد نمودن عدد در باکس تعبیه شده در این قسمت امکان پذیر است. گرچه همانطور که در قسمت کالیبراسیون اتوماتیک گفته خواهد شد، این مقدار به طور اتوماتیک توسط دستگاه قابل محاسبه و ثبت می باشد.

Rejection ۷,۲,۲,۳

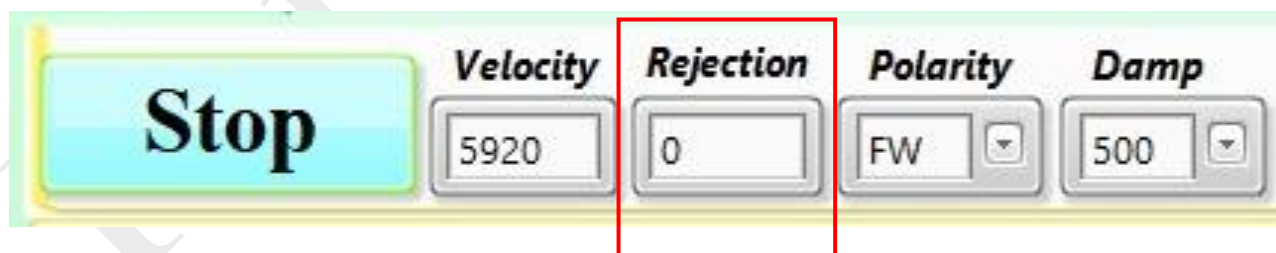
این سیستم ویژه، دارای کارایی بسیار مطلوبی می باشد که در دستگاههای التراسونیک مدرن امروزی مورد استفاده قرار می گیرد.

گاهی اوقات سیگنال های اضافه بر روی محور پایه زمانی ایجاد می گردند، که باعث ازدحام در صفحه نمایش شده و تشخیص اپراتور را دچار مشکل می کنند. این سیگنال های اضافه ممکن است به سبب انعکاس امواج صوتی از مرز دانه های موجود در قطعه ی مورد تست و یا نویز های الکتریکی ایجاد گردد، که به ترتیب به Hash و Grass معروف هستند.

در سیستم های قدیمی برای حذف این نوع سیگنال ها از صفحه، از Suppression استفاده می گردید، که استفاده از آن علاوه بر کاهش ارتفاع سیگنال های اصلی، موجب تضعیف خطی بودن دستگاه نیز می گردید. لذا اکثر استانداردهای بین المللی استفاده از آن را در هنگام ارزیابی سیگنالها ممنوع نموده بودند.

اما با کمک سیستم Rejection که در حال حاضر روی سیستم های مدرن موجود می باشد، کاربر می تواند سیگنالهای اضافی در صفحه را که ارتفاع آنها در حد مشخصی از (Full Screen Hight) FSH است، بدون کاهش ارتفاع سیگنال های اصلی، و تضعیف خطی بودن دستگاه، حذف نماید. این در حالی است که اکثر کدها و استانداردهای ویرایش جدید مانند ASME 2010، استفاده از این کنترل را که خطی بودن سیستم را دچار اختلال نمی کند، برای حذف این سیگنال های اضافه مجاز دانسته است.

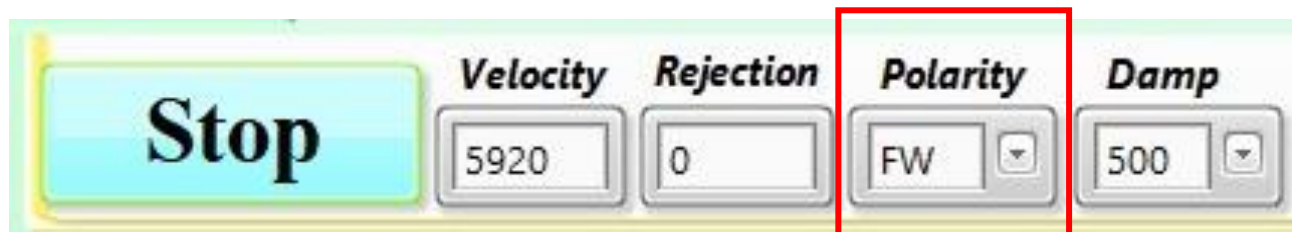
در سیستم نرم افزار FLAW HUNTER 1CH 101 کاربر می تواند با کمک Rejection سیگنال های اضافه موجود در صفحه را تا ارتفاع ۵۰ درصد صفحه حذف نماید.



این کار تنها با وارد نمودن عدد مورد نظر که بر حسب درصد صفحه می باشد، در باکس جلوی واژه Rejection، امکان پذیر می باشد.

Polarity ۱, ۲, ۳, ۴

در این قسمت اپراتور می تواند یکی از ۴ حالت نمایش سیگنال ها (FW, PHW, NHW, RF) را بر روی صفحه A-Scan انتخاب نماید.



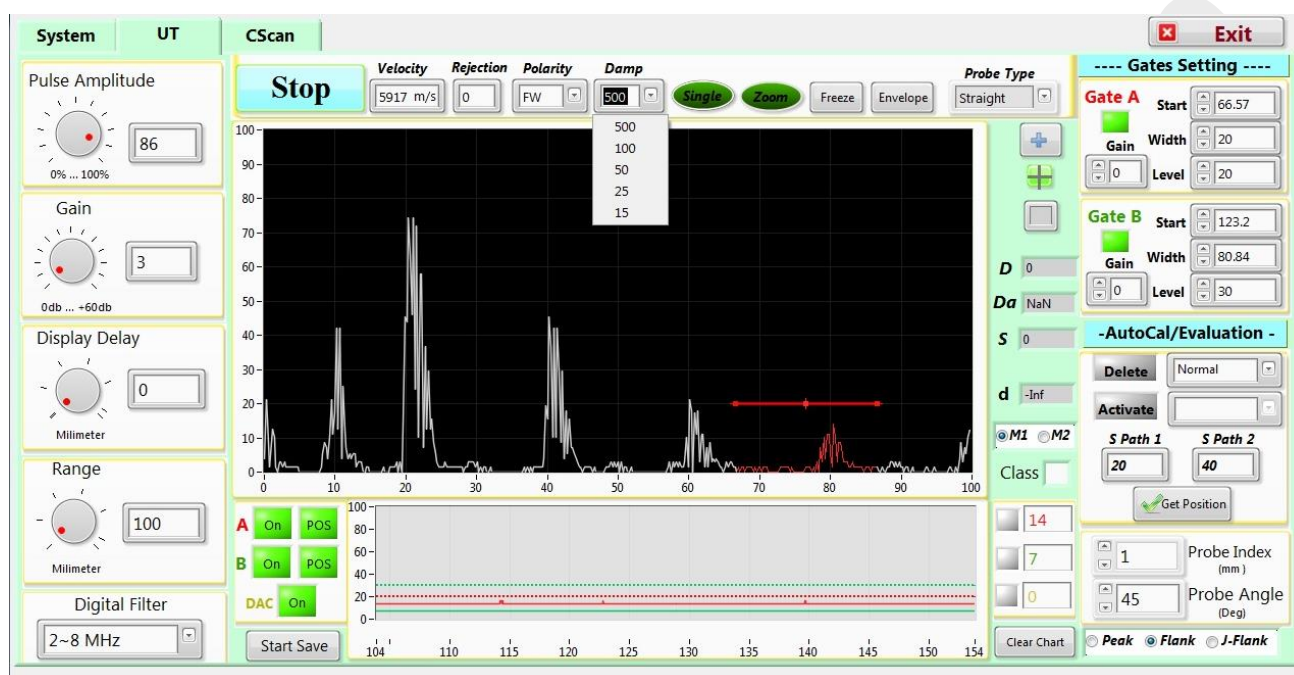
۱. حالت RF: سیگنالها را به صورت رکتیفای نشده نمایش می دهد.
۲. حالت PHW: قسمت مثبت سیگنال های دریافتی را نمایش می دهد.
۳. حالت NHW: قسمت منفی سیگنال های دریافتی را نمایش می دهد.
۴. حالت FW: در این حالت قسمت منفی سیگنالهای دریافتی به سمت مثبت برگردانده شده و کلیه سیگنالهای مثبت و منفی به صورت مثبت دیده می شود.

کاربر با انتخاب هر یک از این پارامترها قادر به نمایش سیگنالهای دریافتی با حالت موردنظر خواهد بود. برای اینکار کافست بر روی Curser تعبیه شده در کنار باکس Polarity کلیک چپ نموده و از لیست باز شده، یکی از حالات فوق را انتخاب نماید.



Damp ۹,۲,۲,۳

به منظور دستیابی به عمق نفوذ و یا تفکیک پذیری مورد نیاز با پروب های مختلف، دستگاه مجهز به حالت های Damping متنوع می باشد، که با استفاده از آن، ولتاژ ارسالی دستگاه به پروب را می توان کنترل نمود. این دستگاه دارای ۵ حالت Damping می باشد که عبارتند از 15, 25, 50, 200, 500 Ohm.



مقدار Damping های بالا مانند 200, 500 Ohm برای نفوذ بیشتر موج صوتی داخل قطعات با استهلاک صوت بالا مورد استفاده قرار گرفته، و مقدارهای پایین آن مانند 15, 25, 50 برای تفکیک پذیری بالاتر استفاده می گردد.

برای انتخاب هر یک از این مقادیر، کافیت کاربر بر روی Curser تعبیه شده در کنار باکس Damp کلیک چپ نموده و از لیست باز شده، یکی از حالات فوق را انتخاب نماید.

Single/Dual .۱،۲،۳

پروب های مورد استفاده در تست التراسونیک به دو صورت تک کریستال و دو کریستال می باشند. در این قسمت اپراتور می تواند با توجه به نوع پروب مورد استفاده، تنها با کلیک چپ بر روی این دگمه، دو حالت Single و Dual را برای دستگاه انتخاب نماید.



در حالت Single، کابل پروب به سوکت دارای نقطه سفید رنگ بالای آن متصل گردیده و در حالت Dual فرستنده به همان سوکت و گیرنده به سوکت دیگر متصل می گردد.

Zoom. ۱۱,۲,۲,۳

با استفاده از این آپشن اپراتور قادر خواهد بود تا یک محدوده خاص را که زیر Gate A قرار گرفته است را بزرگنمایی نماید. این آپشن به اپراتور این امکان را می دهد تا سیگنال مورد نظر را به منظور بررسی بیشتر بزرگنمایی کند.

برای این منظور کاربر می بایست گیت A را بر روی سیگنال مورد نظر آورده و عرض آن را طوری تنظیم نماید که تنها محدوده سیگنال مورد نظر را پوشش دهد. حال با کلیک چپ بر روی دگمه Zoom در بالای صفحه، و یا زدن دگمه F3 بر روی کیبورد کامپیوتر سیگنال مربوطه بزرگنمایی می گردد.



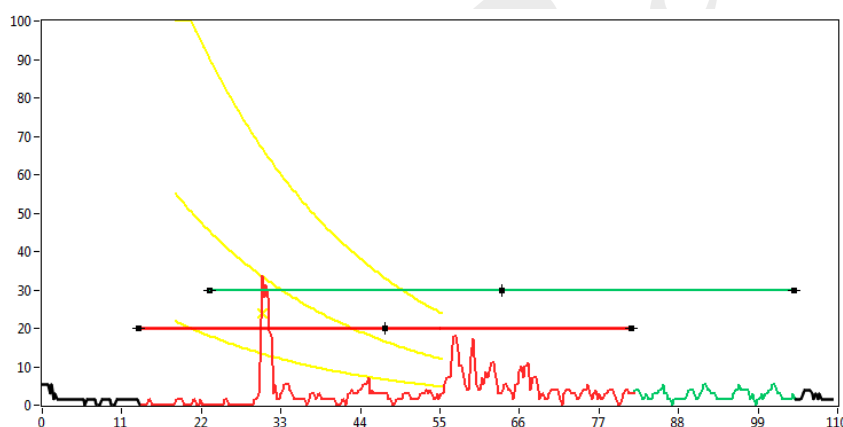
برای خروج از حالت Zoom، کافیست یک بار دیگر بر روی همین دگمه کلیک نمایید و یا اینکه یک بار دیگر دگمه F3 بر روی کیبورد کامپیوتر را بزنند.

Freeze .۱۲,۲,۲,۳

با استفاده از این کنترل اپراتور قادر خواهد بود تا سیگنال های روی صفحه A-Scan را جهت بررسی ثابت یا Freeze نماید. این کار با کلیک چپ بر روی واژه Freeze و یا زدن دگمه F4 بر روی کیبورد کامپیوتر امکان پذیر می باشد.



همزمان با Freeze نمودن سیگنال، یک تصویر از سیگنال های صفحه به صورت عکس، گرفته شده و در فلدر Snap Shot، ذخیره می گردد.

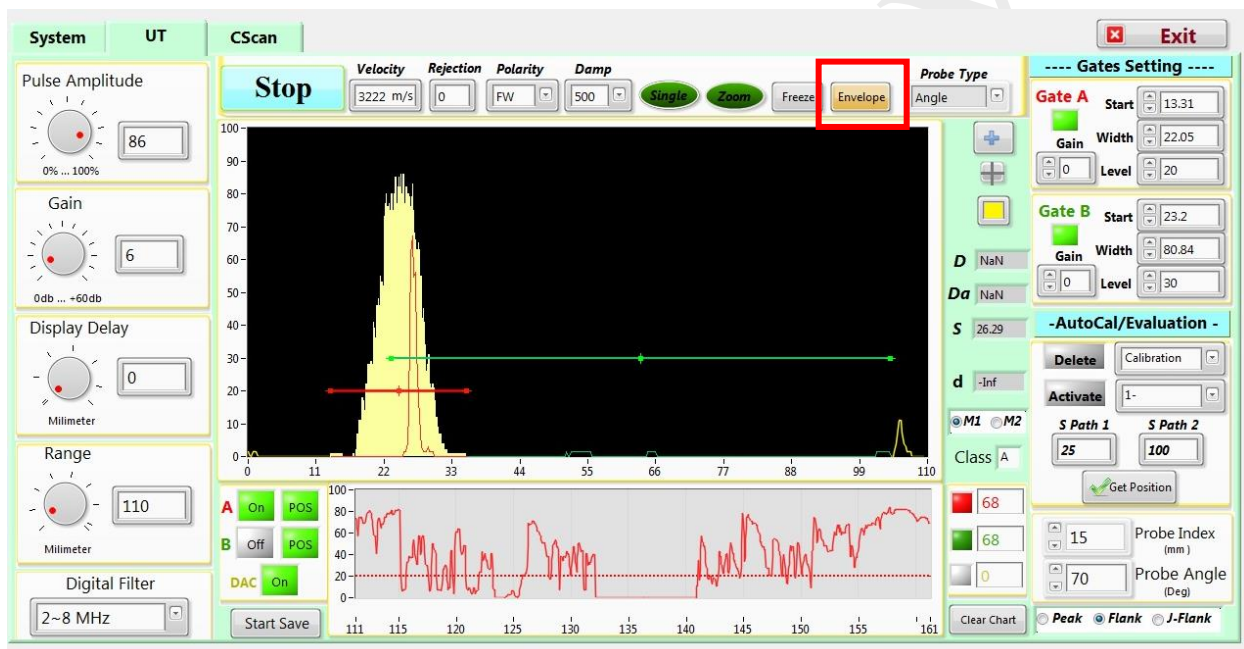


برای خروج از حالت Freeze، کافست یک بار دیگر بر روی همین دگمه کلیک چپ نمایید و یا اینکه یک بار دیگر دگمه F4 بر روی کیبورد کامپیوتر را بزنند.

Envelope. ۱۳,۲,۲,۳

گاهی اوقات در حین کار کردن با پروب های زاویه ای، جهت یافتن ماکزیمم دامنه سیگنال دریافتی در حین حرکت پروب، نیاز است تا اثر سیگنال دریافتی بر روی صفحه به صورت Background ثبت شده تا دقیقاً نقطه ماکزیمم سیگنال مشخص گردد.

برای این منظور، کاربر بر روی دگمه Envelope کلیک چپ نموده و پروب را شروع به حرکت می نماید. با حرکت پروب در این حالت، سیگنال دریافتی بر روی صفحه شروع به حرکت نموده، اما اثر آن بر روی صفحه باقی می ماند.

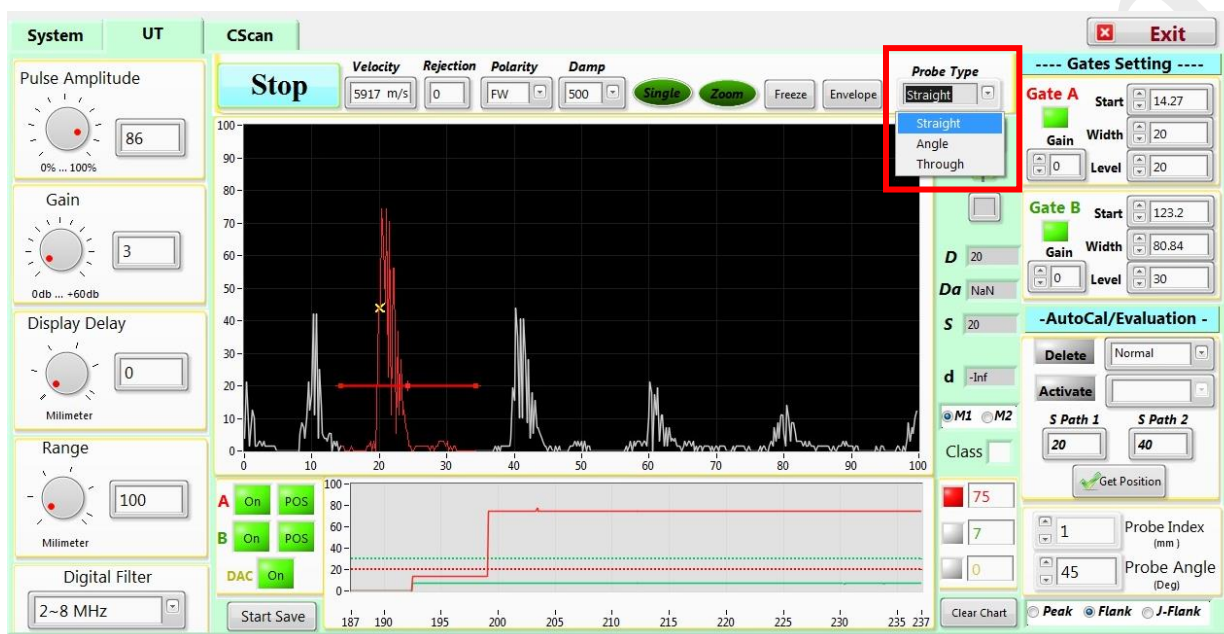


این کاربرد در بعضی از استانداردها مانند API، به منظور ارزیابی سیگنال های دریافتی از عیوب، جهت Accept/Reject نمودن عیوب استفاده می گردد.

برای خروج از این حالت، کافیست یک بار دیگر بر روی دگمه Envelope کلیک چپ نمایید.

Probe Type .۱۴,۲,۲,۳

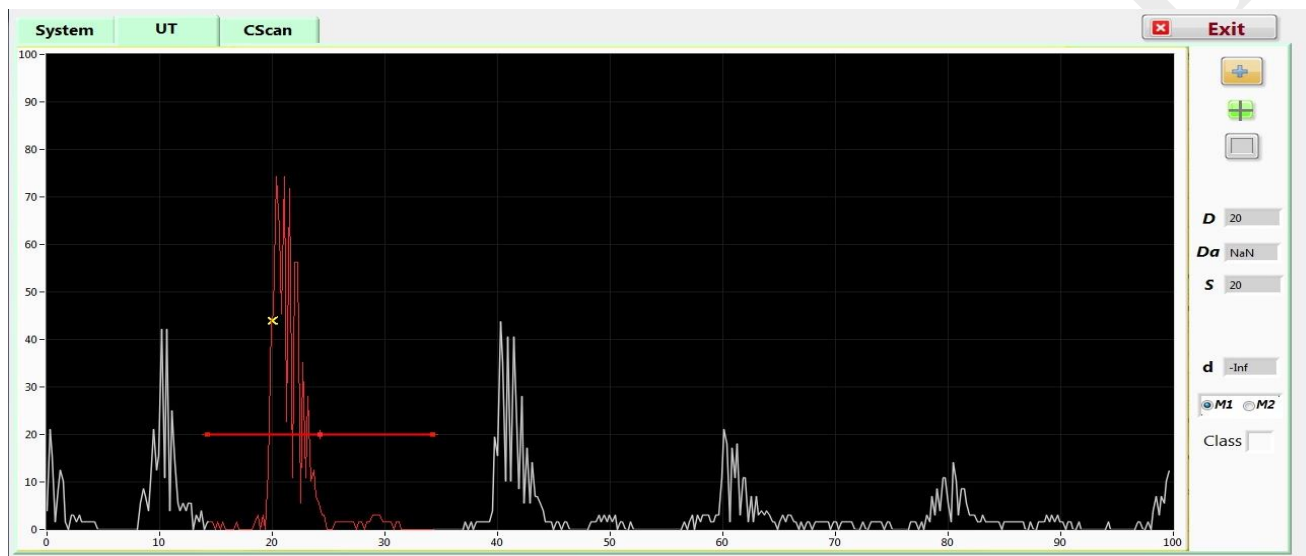
در تست التراسونیک، از سه نوع پروب متفاوت نرمال، زاویه ای و T/R استفاده می گردد. کاربر می تواند در این قسمت نوع پروب مورد استفاده را که با واژه های Normal, Angle, T/R مشخص شده اند، انتخاب نماید.



برای انتخاب هر یک از این پروب ها، کافیت کاربر بر روی Curser تعبیه شده در کنار باکس Probe Type، کلیک چپ نموده و از لیست باز شده، یکی از حالات فوق را انتخاب نماید.

Full Screen .۱۵,۲,۲,۳

با کمک این آپشن، کاربر می تواند صفحه A-Scan را بزرگ نموده، وکل صفحه نمایش را به صفحه A-Scan اختصاص دهد. این کار با کلیک بر روی علامت مثبت گوشه سمت راست و بالای صفحه A-Scan و یا زدن دگمه F11 قابل انجام می باشد.

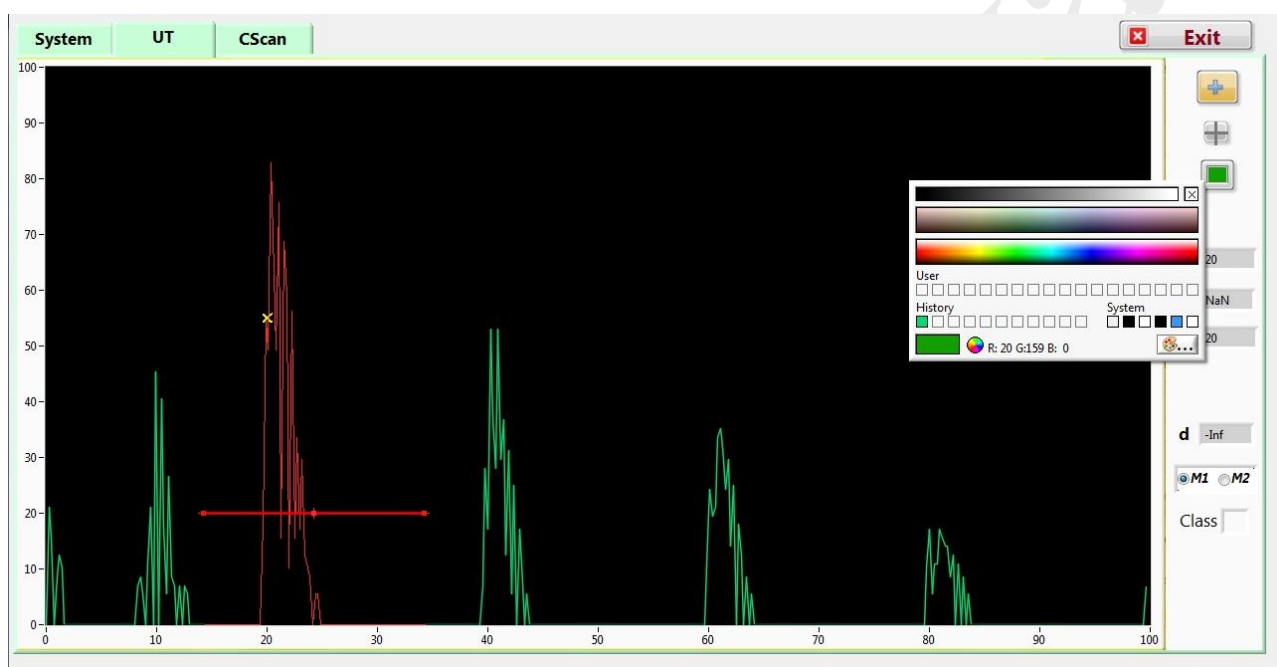


برای خروج از حالت Full Screen، کافیست یک بار دیگر بر روی همین دگمه کلیک چپ نمایید و یا اینکه یک بار دیگر دگمه F11 بر روی کیبورد کامپیوتر را بزنند.

Color. ۱۶,۲,۲,۳

گاهی اوقات بدلیل انعکاس نور در صفحه نمایش، سیگنال های موجود در صفحه به خوبی قابل رویت نمی باشند، و موجب خستگی چشم اپراتور خواهد شد. با کمک این کنترل اپراتور قادر خواهد بود رنگ سیگنال های موجود در صفحه را تغییر داده و به رنگ دلخواه در آورد.

با کلیک چپ ماوس بر روی باکس تعبیه شده در سمت راست صفحه A-Scan، صفحه ای باز خواهد شد، که اپراتور را قادر می سازد تا رنگ مورد دلخواه را انتخاب نموده، و رنگ سیگنال های نمایش داده شده در صفحه را تغییر دهد.

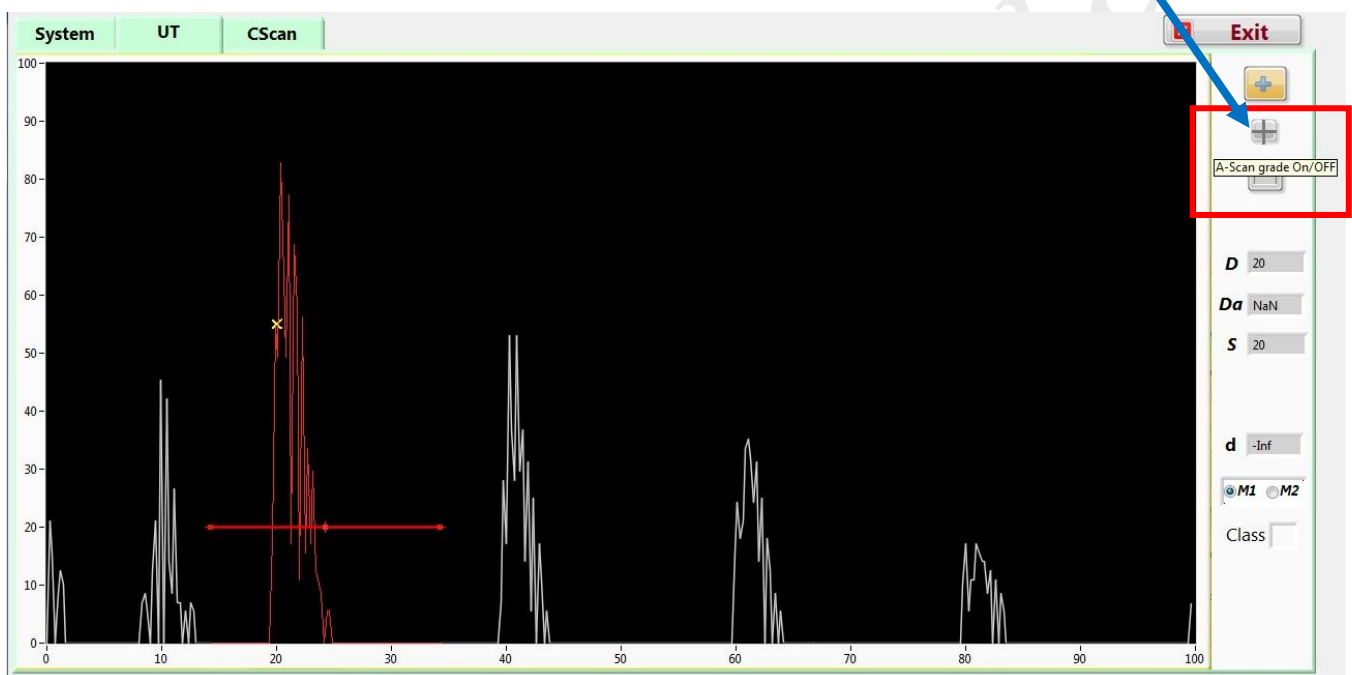


لازم به ذکر است که رنگ سیگنال ها در جایی که گیت ها قرار گرفته اند، به رنگ گیت فوق خواهد بود. به عنوان مثال در جایی که Gate A واقع شده است، سیگنال های زیر آن به رنگ قرمز خواهد بود.

Grid .۱۷،۲،۲،۳

با کمک این کنترل اپراتور قادر خواهد بود صفحه را به قسمت های مساوی تقسیم بندی نماید.

با کلیک چپ ماوس بر روی علامت Grid، که در سمت چپ صفحه A-Scan قرار گرفته است، اپراتور می تواند صفحه ی A-Scan را به چند قسمت مساوی بر روی محور طولی و ۱۰ قسمت مساوی بر روی محور عمودی تقسیم بندی نماید و یا اینکه کلیه گریدها را برداشته و صفحه بدون تقسیم بندی شود.



Gates .۱۸،۲،۲،۳

در دستگاه های التراسونیک، به منظور محاسبه اطلاعات مربوط به یک سیگنال مشخص و یا فعال سازی آلارم های دستگاه، از گیت ها استفاده می گردد. بدین ترتیب که این گیت ها در محدوده مشخص و ارتفاع خاصی در صفحه و با عرض مشخصی تنظیم شده، و اطلاعات مربوط به سیگنال های دریافتی در آن محدوده نمایش داده شده و یا اینکه در اثر برخورد سیگنال ها به آن، آلارم های مختلف صوتی و نوری دستگاه فعال می گردند.

نرم افزار دستگاه مجهز به دو عدد Gate با نام های Gate A, B به رنگ قرمز و سبز می باشد، که هر کدام دارای تنظیمات کاملاً مجزا می باشند. کاربر می تواند با کلیک چپ روی باکس سبز رنگ مربعی شکل زیر واژه Gate A, B، آنها را فعال یا غیر فعال نماید.

هر دو گیت دارای قابلیت های تنظیم موقعیت استارت، عرض و ارتفاع در صفحه به طور مجزا می باشند. همچنین دارای قابلیت تنظیم Gain زیر گیت را دارا می باشند، که بوسیله آن اپراتور قادر به افزایش حساسیت زیر یکی از آنها، بدون افزایش ارتفاع سیگنالهای دیگر در صفحه می باشد.

---- Gates Setting ----

Gate A		Gate B	
Start	99.00	Start	69.12
Width	1.50	Width	10.81
Level	2	Level	30
Gain	6	Gain	0

در این بخش ما تنها تنظیمات مربوط به Gate A را شرح می دهیم. کنترل های مربوط به Gate B دقیقاً مشابه همین گیت است.

این قسمت دارای ۴ متغیر به شرح ذیل می باشد، که اپراتور با تغییر هر یک از این پارامترها می تواند موقعیت گیت را در صفحه تغییر داده و در محل مورد نظر تثبیت نماید، و حساسیت زیر آن را کنترل نماید.

Gate A

Start	99.00
Width	1.50
Level	2
Gain	6

• Start :

با تغییر این پارامتر، اپراتور قادر خواهد بود موقعیت گیت را در جهت افقی روی صفحه نمایش تغییر دهد. این تغییر موقعیت می تواند در چهار صورت انجام پذیرد:

- ✓ با کلیک چپ بر روی ابتدای گیت و حرکت ماوس در عرض صفحه
- ✓ وارد نمودن عدد مورد نظر داخل باکس
- ✓ از طریق کلیک نمودن بر روی Curser که در این بلوک تعبیه شده است
- ✓ با کلیک چپ کنار یکان، دهگان و یا صدگان عدد داخل باکس و چرخش غلطک ماوس

• Width :

به وسیله این پارامتر، کاربر می تواند عرض گیت را در طول صفحه نمایش کم یا زیاد نماید. این تغییر عرض نیز با چهار روش ذیل قابل انجام می باشد:

- ✓ با کلیک چپ بر روی انتهای گیت و حرکت ماوس در عرض صفحه
- ✓ وارد نمودن عدد مورد نظر داخل باکس
- ✓ از طریق کلیک نمودن بر روی Curser که در این بلوک تعبیه شده است
- ✓ با کلیک چپ کنار یکان، دهگان و یا صدگان عدد داخل باکس و چرخش غلطک ماوس

• Level :

در اینجا اپراتور قادر به تغییر محل قرارگیری گیت در ارتفاع صفحه می باشد. این مقدار بر اساس ارتفاع کل صفحه تغییر می پذیرد. به این معنی که زمانی که ارتفاع کل صفحه نمایش ۱۰۰٪ صفحه نمایش در نظر گرفته شده باشد، به عنوان مثال با وارد کردن عدد ۲۰ در باکس مورد نظر، این گیت در ارتفاع ۲۰٪ صفحه قرار خواهد گرفت. این کنترل نیز با چهار حالت ذیل قابل تغییر می باشد :

- ✓ با کلیک چپ بر روی نقطه وسط گیت و حرکت ماوس در ارتفاع صفحه
- ✓ وارد نمودن عدد مورد نظر داخل باکس
- ✓ از طریق کلیک نمودن بر روی Curser که در این بلوک تعبیه شده است
- ✓ با کلیک چپ کنار یکان، دهگان و یا صدگان عدد داخل باکس و چرخش غلطک ماوس

• Gain :

این کنترل قابلیت بسیار ویژه ای در اختیار کاربر قرار می دهد که با استفاده از آن می تواند، Gain دستگاه را فقط در محدوده ی زیر گیت تغییر دهد، به طوری که Gain در مناطق دیگر صفحه، ثابت باقی بماند. به این ترتیب حساسیت دستگاه فقط در یک محل مورد نظر افزایش می یابد.

این کنترل نیز با ۳ حالت ذیل قابل تغییر می باشد :

۱. وارد نمودن عدد مورد نظر داخل باکس

۲. از طریق کلیک نمودن بر روی Curser که در این بلوک تعبیه شده است

۳. با کلیک چپ کنار یکان، دهگان و یا صدگان عدد داخل باکس و چرخش غلطک ماوس

⚠ مقدار این عدد با Gain اصلی دستگاه جمع می گردد. بدین ترتیب که اگر مقدار Gain اصلی برابر ۲۵ و عدد Gain

زیر گیت ۶ باشد، مقدار Gain در قسمت زیر گیت برابر ۳۱ دسی بل می باشد.

۱۹,۲,۲,۳. Auto CAL/ Evaluation

در این قسمت قابلیت هایی نظیر کالیبراسیون اتوماتیک پایه زمانی (Auto Calibration) و سیستم های مختلف ارزیابی سیگنال مانند AWS, TCG, DAC، به ساده ترین شکل ممکن، قرار داده شده است. در ادامه نحوه استفاده از هر یک از آنها به طور کامل توضیح داده شده است.



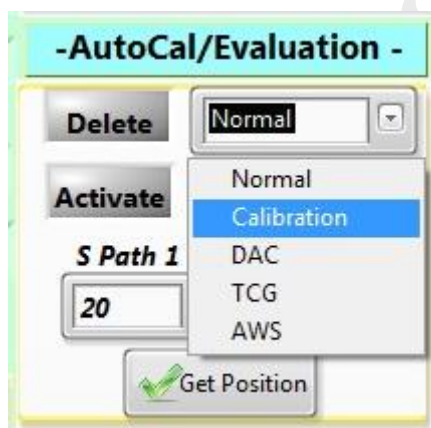
۱,۱۹,۲,۲,۳. Normal

با انتخاب این حالت، هیچ یک از سیستم های ارزیابی سیگنال و کالیبراسیون اتوماتیک، فعال نبوده و کاربر می تواند در حالت عادی از دستگاه استفاده نماید.

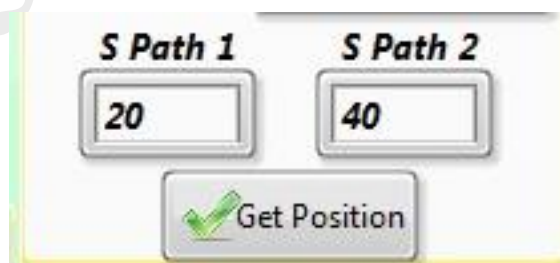
Calibration ۲,۱۹,۲,۲,۳

قبل از انجام کار با هر دستگاه التراسونیک، می بایست ابتدا محور پایه زمانی (Time Base) آن کالیبره گردد. در این دستگاه، مانند دستگاه های دیجیتال التراسونیک دیگر، می توان تنها با نشان دادن دو سیگنال در مسیر صوتی های مشخص، محور پایه زمانی را به صورت اتوماتیک کالیبره نمود.

برای این منظور، ابتدا کاربر می بایست حالت Calibration را در لیست مربوطه انتخاب نموده و یکی از حالات Peak, Flank, J-Flank را که در گوشه پایین سمت راست پنجره UT قرار گرفته است، و در ادامه به طور کامل توضیح داده می شود را انتخاب نماید.

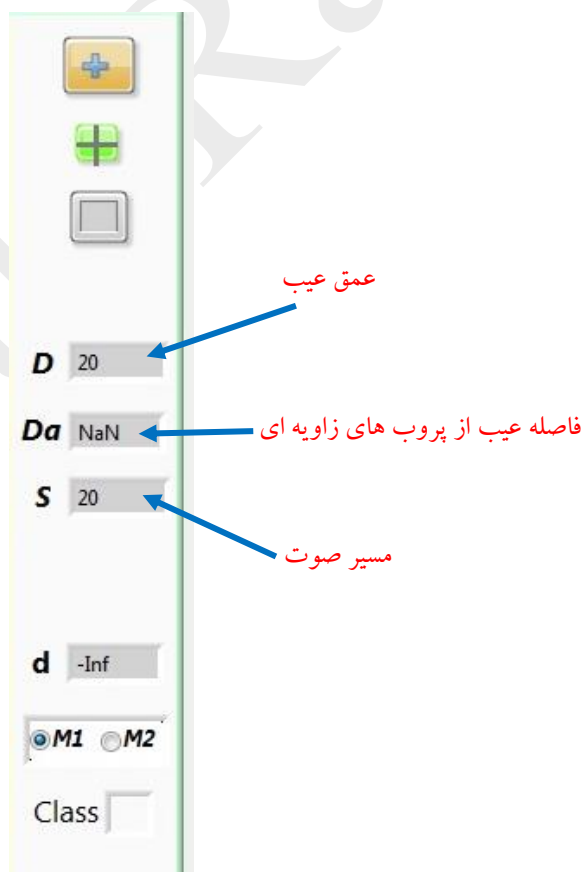


مسیر صوتی های منتخب را در دو باکس S Path1, S Path2 وارد می نماید. (به عنوان مثال در بلوک V2، با پروب زاویه ای، عدد ۲۵ را در باکس اول و عدد ۱۰۰ را در باکس دوم وارد می نماید.)



پس از دریافت ماکزیمم سیگنال از مسیر صوتی مشخص، گیت A را روی سیگنال اول مسیر صوتی مربوطه برده، عرض و استارت گیت A را طوری تنظیم می کنیم که فقط در محدوده این سیگنال قرار گیرد. سپس بر روی دگمه Get Position کلیک چپ می نماییم. پس از آن همان گیت را روی سیگنال دوم مسیر صوتی مربوطه برده، عرض و استارت گیت A را طوری تنظیم می کنیم که فقط در محدوده این سیگنال قرار گیرد. سپس مجدداً بر روی دگمه Get Position کلیک چپ می نماییم. حال با کلیک چپ بر روی دگمه Active، دستگاه به طور اتوماتیک مقادیر Range, Display Delay, Probe Delay را تغییر داده و سیگنال ها بر روی محور پایه زمانی روی اعداد موردنظر قرار می دهد.

کاربر می تواند مقدار Probe Delay محاسبه شده توسط دستگاه را، در باکس با همین نام در صفحه سیستم مشاهده نماید. پس از انجام این کالیبراسیون، دستگاه به طور اتوماتیک، موقعیت عیوب، مانند عمق عیب، فاصله عیب از پروب های زاویه ای و مسیر صوت را بر حسب میلیمتر و اینچ محاسبه می نماید.

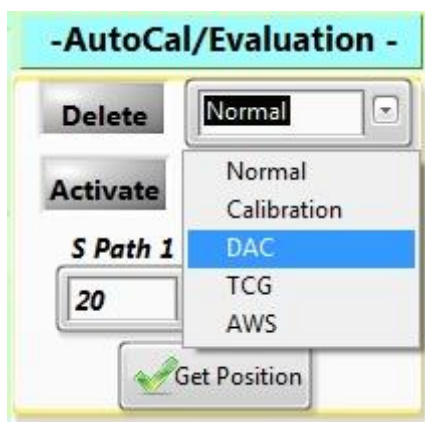


در صورت انتخاب واحد میکروثانیه، در صفحه سیستم، اعداد مربوط به عمق عیب و فاصله عیب از پروب نشان داده نشده و واژه NaN نمایش داده می شود.

از طرفی در صورت انتخاب پروب نرمال معمولی، فاصله عیب از پروب نشان داده نشده و واژه NaN نمایش داده می شود.

DAC ۳,۱۹,۲,۲,۳

با انتخاب این حالت، کاربر سیستم ارزیابی DAC (Distance Amplitude Correction) دیجیتال را فعال می نماید.

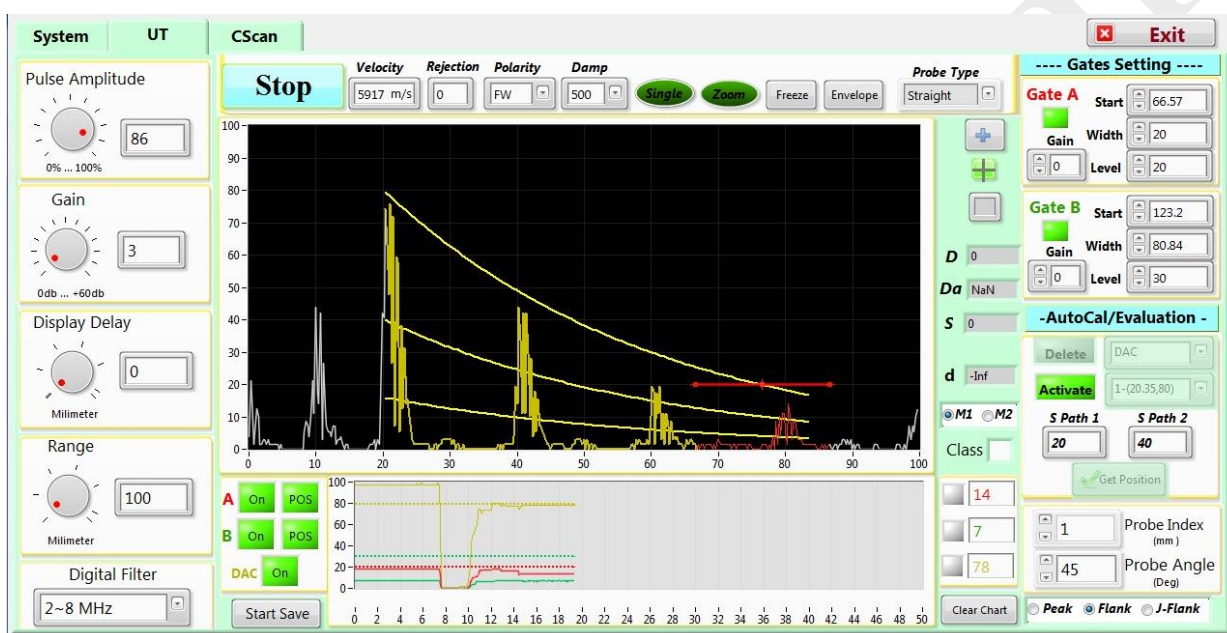


چون با افزایش عمق عیوب، بدلیل استهلاک صوت داخل قطعه، به مرور پرتو صوتی دچار تضعیف شده، و دامنه سیگنال های دریافتی از عیوب یکسان، دچار افت می گردد، لذا معیار پذیرش سیگنال ها نیز می بایست با افزایش عمق به مرور کاهش یابد.

برای این منظور از یک منحنی نزولی به منظور معیار پذیرش سیگنال ها استفاده می گردد که منحنی DAC نامیده می شود.

برای ترسیم این منحنی، ابتدا گزینه DAC را از لیست Evaluation انتخاب نموده و به ترتیب از عیوب مصنوعی در عمق های مختلف، ماکزیمم سیگنال را دریافت نموده، گیت A را روی سیگنال مربوطه برده، عرض و استارت گیت A را طوری تنظیم می کنیم که فقط در محدوده سیگنال مربوطه قرار گیرد. در این سیستم ابتدا ماکزیمم سیگنال دریافتی از عیب با کمترین عمق را دریافت نموده، با تغییر میزان Gain دستگاه، ارتفاع آن را به 60 – 80% FSH می رسانیم. سپس گیت A را روی آن می آوریم. در این حالت علامت یک ضربدر زرد رنگ بر روی قله سیگنال دریافتی ظاهر می گردد. حال بر روی دگمه Get Position کلیک چپ می نماییم. در این حالت می بایست علامت یک ضربدر قرمز روی نوک سیگنال نمایان شده و در صفحه بماند.

بدون تغییر Gain دستگاه، به ترتیب ماکزیمم سیگنال را از سایر عیوب گرفته، گیت A را روی تک تک آنها آورده و بر روی دگمه Get Position کلیک چپ می نماییم. پس از دریافت ماکزیمم سیگنال از تمام عیوب موردنظر و علامت گذاری آنها، بر روی دگمه Active کلیک چپ می نماییم. پس از آن، سه منحنی 20%, 50%, 100% DAC به طور اتوماتیک، ترسیم می گردد.



در زیر باکس انتخاب حالت ارزیابی، باکس دیگری قرار گرفته است، که موقعیت سیگنال های علامت گذاری شده را نمایش می دهد.

The image shows a control panel with the following elements:

- Delete** button
- Normal** dropdown menu
- Activate** button
- 1-(100.00,** dropdown menu (highlighted with a red arrow)
- S Path 1** field with value **0**
- S Path 2** field with value **0**
- Get Position** button with a green checkmark icon

باکس نمایانگر شماره سیگنال
و موقعیت سیگنال

اگر در حین ترسیم منحنی DAC، متوجه شدیم که یکی از علامت ها را به اشتباه زده ایم، می توانیم به قسمت نشانگر نقاط مختصات آمده، با کلیک چپ، نقطه مختصاتی موردنظر را انتخاب نموده، و دوباره سیگنال را از عیب مصنوعی دریافت نموده و بر روی دگمه Get Position کلیک چپ می نماییم. در این حالت نقطه جدید، جایگزین نقطه قبلی می گردد.

برای پاک نمودن نمودار DAC ترسیم شده، زمانی که حالت DAC را انتخاب نموده ایم، بر روی دگمه DELETE کلیک چپ می نماییم.

TCG ۴,۱۹,۲,۲,۳

در بعضی از دستگاه ها به جای سیستم ارزیابی DAC، از سیستم مشابه آن یعنی TCG استفاده می گردد. این دستگاه علاوه بر DAC، مجهز به سیستم TCG به منظور جبران استهلاک صوت بدلیل طی مسیر طولانی در داخل قطعه می باشد. برای استفاده از آن کاربر واژه TCG را از لیست مربوطه انتخاب می نماید. سپس به ترتیب از عیوب مصنوعی در عمق های مختلف، ماکزیمم سیگنال را دریافت نموده، گیت A را روی سیگنال مربوطه برده، عرض و استارت گیت A را طوری تنظیم می کنیم که فقط در محدوده سیگنال مربوطه قرار گیرد. در این سیستم ابتدا ماکزیمم سیگنال دریافتی از عیب با کمترین عمق را دریافت نموده، با تغییر میزان Gain دستگاه، ارتفاع آن را به 60 – 80% FSH می رسانیم. سپس گیت A را روی آن می آوریم. در این حالت علامت یک ضربدر زرد رنگ بر روی قله سیگنال دریافتی ظاهر می گردد. حال بر روی دگمه Get Position کلیک چپ می نماییم. در این حالت می بایست علامت یک ضربدر قرمز روی نوک سیگنال نمایان شده و در صفحه بماند.

بدون تغییر Gain دستگاه، به ترتیب ماکزیمم سیگنال را از سایر عیوب گرفته، گیت A را روی تک تک آنها آورده و بر روی دگمه Get Position کلیک چپ می نماییم. پس از دریافت ماکزیمم سیگنال از تمام عیوب موردنظر و علامت گذاری آنها، بر روی دگمه Active کلیک چپ می نماییم. پس از آن، سیگنال های بعد از سیگنال اول، که دارای دامنه سیگنال کوتاهتری نسبت به سیگنال اول می باشند، به طور اتوماتیک Gain داده شده و به ارتفاع سیگنال اول که در 60 – 80% FSH قرار داده شده بود رسانده می شود.



در زیر باکس انتخاب حالات ارزیابی، باکس دیگری قرار گرفته است، که موقعیت سیگنال های علامت گذاری شده را نمایش می دهد.

باکس نمایانگر شماره سیگنال
و موقعیت سیگنال

اگر در حین ترسیم منحنی TCG، متوجه شدیم که یکی از علامت ها را به اشتباه زده ایم، می توانیم به قسمت نشانگر نقاط مختصات آمده، با کلیک چپ، نقطه مختصاتی موردنظر را انتخاب نموده، و دوباره سیگنال را از عیب مصنوعی دریافت نموده و بر روی دگمه Get Position کلیک چپ می نماییم. در این حالت نقطه جدید، جایگزین نقطه قبلی می گردد.

برای پاک نمودن نمودار TCG ترسیم شده، زمانی که حالت TCG را انتخاب نموده ایم، بر روی دگمه DELETE کلیک چپ می نماییم.

AWS ۵,۱۹,۲,۲,۳

یکی دیگر از روش های ارزیابی سیگنال ها، تابع AWS می باشد، که بر طبق کد AWS D1.1 تعریف شده است. در این دستگاه، فرمولاسیون ویژه این تابع تعریف شده و دستگاه به طور اتوماتیک قادر به محاسبه مقادیر نرخ نشانه "d" و کلاس عیب می باشد.

کاربر پس از انتخاب حالت AWS در لیست فوق، از سوراخ به قطر 1.5 میلیمتر بلوک V1 سیگنال ماکزیمم را دریافت نموده و با تغییر Gain دستگاه، ارتفاع این سیگنال را به 40 تا 60 درصد FSH می رسانیم. بدلیل کاهش نویز بهتر است خود 40 درصد انتخاب شود. سپس کاربر، گیت A را روی سیگنال مربوطه برده، عرض و استارت گیت A را طوری تنظیم می کنیم که فقط در محدوده این سیگنال قرار گیرد. سپس بر روی دگمه Get Position کلیک چپ می نماییم.

حال در حین انجام تست، برای هر سیگنالی که به گیت A برخورد نماید، دستگاه به طور اتوماتیک مقادیر “d” و “CLASS” که به ترتیب بیانگر نرخ نشانه و کلاس عیب می باشند را محاسبه نموده و نمایش می دهد.

مقدار نرخ نشانه “d” از فرمول ذیل محاسبه شده و کلاس عیب از دو جدول 6.2, 6.3 کد AWS بدست می آید، که با توجه به نوع بارگذاری، مقدار “d”، ضخامت قطعه و زاویه پرو ب، کلاس عیب از کلاس A تا D تعیین می گردد.

Table 6.2

UT Acceptance-Rejection Criteria (Statically Loaded Nontubular Connections and Cyclically Loaded Nontubular Connections in Compression) (see 6.13.1, 6.13.2(2), and C-6.25.6)

Discontinuity Severity Class	Weld Size ^a in inches [mm] and Search Unit Angle										
	5/16 through 3/4 [8–20]	> 3/4 through 1-1/2 [20–38]	> 1-1/2 through 2-1/2 [38–65]			> 2-1/2 through 4 [65–100]			> 4 through 8 [100–200]		
	70°	70°	70°	60°	45°	70°	60°	45°	70°	60°	45°
Class A	+5 & lower	+2 & lower	-2 & lower	+1 & lower	+3 & lower	-5 & lower	-2 & lower	0 & lower	-7 & lower	-4 & lower	-1 & lower
Class B	+6	+3	-1 0	+2 +3	+4 +5	-4 -3	-1 0	+1 +2	-6 -5	-3 -2	0 +1
Class C	+7	+4	+1 +2	+4 +5	+6 +7	-2 to +2	+1 +2	+3 +4	-4 to +2	-1 to +2	+2 +3
Class D	+8 & up	+5 & up	+3 & up	+6 & up	+8 & up	+3 & up	+3 & up	+5 & up	+3 & up	+3 & up	+4 & up

^a Weld size in butt joints shall be the nominal thickness of the thinner of the two parts being joined.

Table 6.3

UT Acceptance-Rejection Criteria (Cyclically Loaded Nontubular Connections in Tension) (see 6.13.2 and C-6.25.6)

Discontinuity Severity Class	Weld Size ^a in inches [mm] and Search Unit Angle										
	5/16 through 3/4 [8–20]	> 3/4 through 1-1/2 [20–38]	> 1-1/2 through 2-1/2 [38–65]			> 2-1/2 through 4 [65–100]			> 4 through 8 [100–200]		
	70°	70°	70°	60°	45°	70°	60°	45°	70°	60°	45°
Class A	+10 & lower	+8 & lower	+4 & lower	+7 & lower	+9 & lower	+1 & lower	+4 & lower	+6 & lower	-2 & lower	+1 & lower	+3 & lower
Class B	+11	+9	+5 +6	+8 +9	+10 +11	+2 +3	+5 +6	+7 +8	-1 0	+2 +3	+4 +5
Class C	+12	+10	+7 +8	+10 +11	+12 +13	+4 +5	+7 +8	+9 +10	+1 +2	+4 +5	+6 +7
Class D	+13 & up	+11 & up	+9 & up	+12 & up	+14 & up	+6 & up	+9 & up	+11 & up	+3 & up	+6 & up	+8 & up

به منظور انتخاب هر یک از جداول اپراتور می بایست حالت M1, M2 را انتخاب نماید، که M1 سیستم ارزیابی بر اساس جدول 6.2 بوده و M2 سیستم ارزیابی بر اساس جدول M3 می باشد.

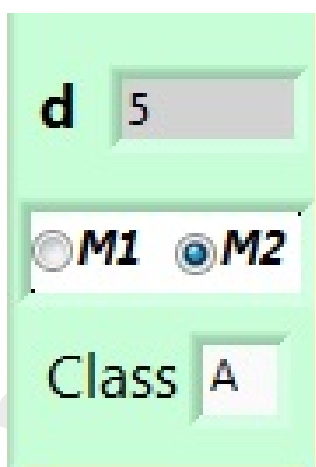
$$D = a - b - c$$

d: Indication Rate

a: Indication level

b: Reference level

c: Attenuation factor



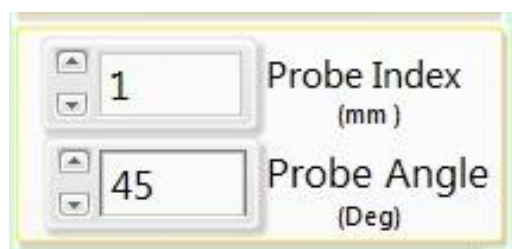
لازم به ذکر است که اگر اطلاعات اولیه، توسط اپراتور، مطابق استاندارد AWS وارد نگردد، مقادیر d, Class نشان داده نمی شود، و علامت info-نمایان می گردد.

⚠ توجه نمایید که تعیین کلاس عیب، فقط برای ستون اول این جداول که بین ضخامت های 8 – 38 mm و اکثر تست ها در این رنج ضخامتی صورت می گیرد، در نظر گرفته شده است.

Probe Index. ۲۰, ۲, ۲, ۳

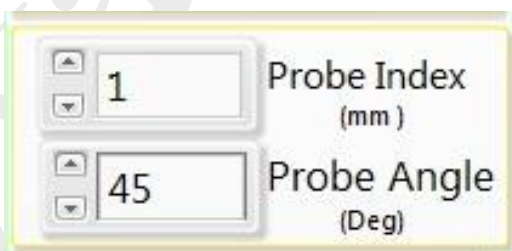
پروب های زاویه ای، دارای نقطه ایندکس می باشند، که بیانگر محل خروج مرکز پرتوصوتی از پروب می باشد. این نقطه نسبت به سر پروب اندازه گیری شده، و در محاسبات فاصله عیوب از پروب های زاویه ای مورد استفاده قرار می گیرد.

مقدار ایندکس پروب ها توسط اپراتور بدست آمده و در این قسمت وارد می گردد.



Probe Angle. ۲۱, ۲, ۲, ۳

پروب های زاویه ای، دارای زاویه های متفاوت می باشند، که گاهی اوقات در اثر کارکرد زیاد، این زاویه تغییر می نماید. مقدار زاویه پروب ها توسط اپراتور بدست آمده و در این قسمت وارد می گردد که در محاسبات موقعیت عیوب در پروب های زاویه ای مورد استفاده قرار می گیرد.

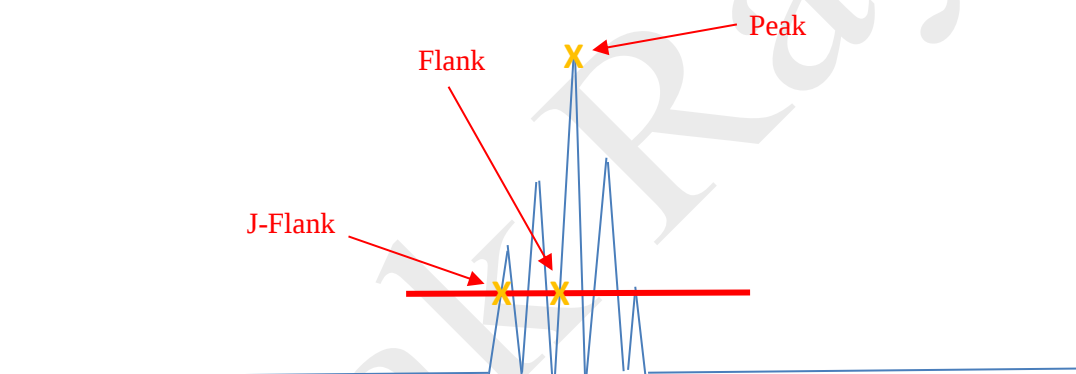


Peak/ Flank/ J-Flank. ۲۲,۲,۲,۳

در سیستم تعیین موقعیت عیوب، که با مسیر صوت یا Sound Path، مشخص می گردد، گاهی اپراتور معیار تعیین موقعیت را قله سیگنال ها در نظر می گیرد که همان حالت Peak می باشد، و گاهی لبه بالا رونده سیگنال لحاظ می نماید که حالت J-Flank, Flank می باشد.

سیگنال های در یافتی از عیوب به حالت RF یا رادیو فرکانسی می باشند، که از چندین طول موج تشکیل شده اند. حالت Flank درست از لحظه برخورد بلندترین سیگنال به گیت محاسبات را انجام داده و در حالت J-Flank، محل برخورد اولین سیگنال به گیت را معیار محاسبات قرار می دهد.

در شکل ذیل، این موارد از یک سیگنال در حالت FW یا Full wave، به صورت شماتیک نمایش داده شده است.

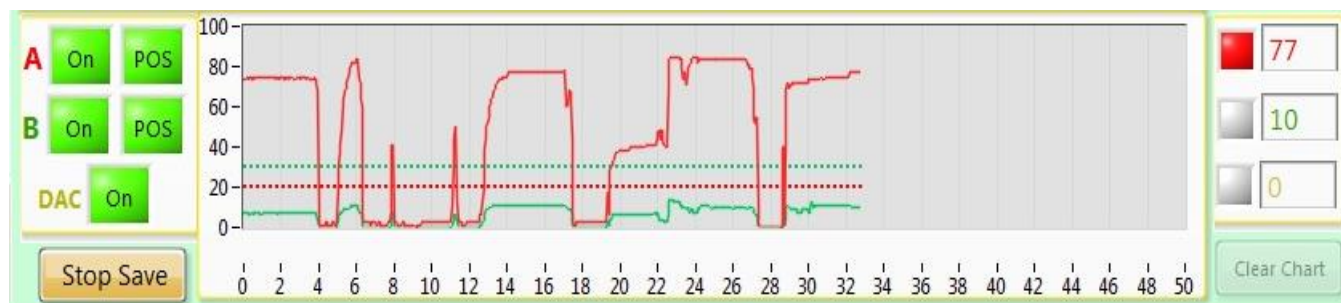


Strip Chart. ۲۳,۲,۲,۳

سیگنال هایی که در صفحه A-Scan در حین تست ایجاد می گردند، بسیار سریع در صفحه محو می گردند. بنابراین اپراتور تنها زمانی می تواند سیگنال حاصل از عیب را مشاهده نماید، که عیب زیر پروب مربوطه قرار گرفته است. در حین تست، گاهی اوقات سیگنال عیوب ریز، به سرعت در صفحه پدیدار شده و محو می گردند، و از چشم اپراتور دور می مانند.

استفاده از Strip Chart این مشکل را برطرف می نماید، زیرا تمامی سیگنال های دریافتی در صفحه A-Scan، بر روی این چارت با ذکر شماره قطعه، تاریخ و دیگر اطلاعات مربوطه ثبت شده و در حافظه دستگاه ذخیره شده و قابل ارائه به بازرسین می باشد.

در این جا سیگنال های دریافتی در محدوده زیر هر یک از گیت ها و حتی زیر منحنی DAC، همچنین خود گیت با توجه به ارتفاع آن گیت بر روی استریپ چارت ثبت می گردد.



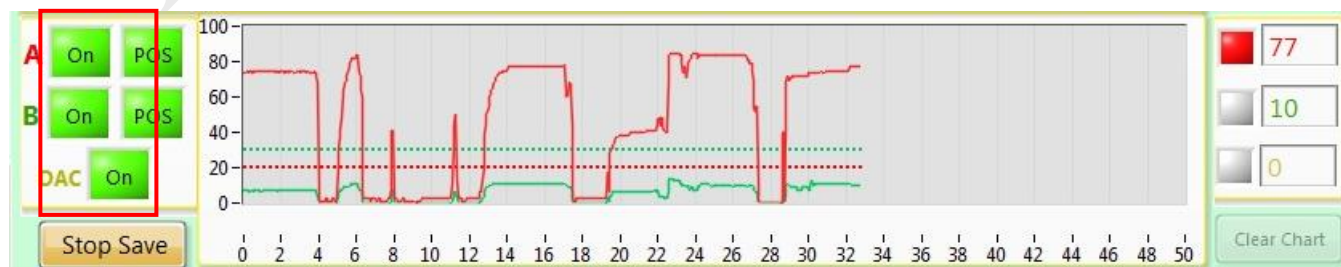
زمانی که کاربر هر یک از گیت های مورد نظر خود را با کلیک چپ بر روی واژه ی On/Off که در سمت چپ Strip Chart قرار گرفته است، فعال سازد، واژه On نمایان شده، و سیگنال های ایجاد شده در محدوده آن گیت با رنگ خود گیت بر روی Strip Chart ثبت خواهد گردید.

کنترل هایی که در این قسمت وجود داشته و اپراتور قادر به تغییر آنها می باشد در ذیل توضیح داده شده اند:

On/Off . ۱/۲۳/۲/۲/۳

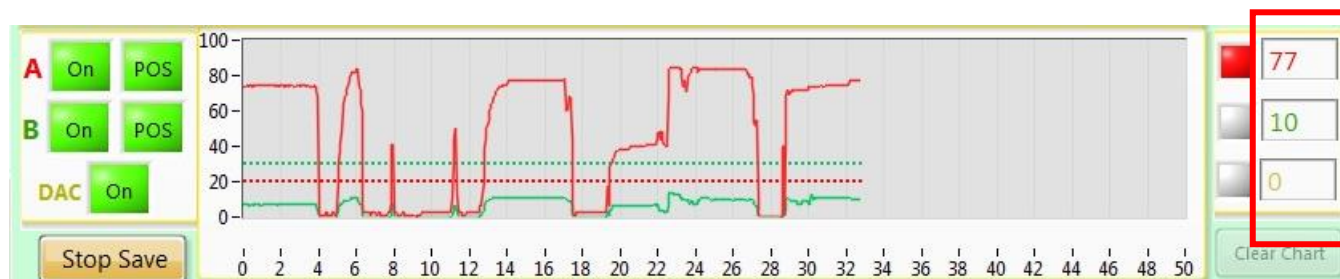
با کمک این کنترل هر یک از گیت ها با ارتفاع تنظیم شده آنها در صفحه و منحنی DAC، و سیگنال های زیر هر یک را، می توان بر روی Strip Chart نمایش داد. این کار با کلیک چپ بر روی واژه Off که در سمت چپ Strip Chart تعبیه گردیده است، امکان پذیر می باشد.

با استفاده از این کنترل، کاربر می تواند ترتیبی اتخاذ کند که هر کدام از دو گیت A, B و منحنی DAC را که بخواهد با ارتفاع آن گیت، در طول کل چارت ثبت نماید.

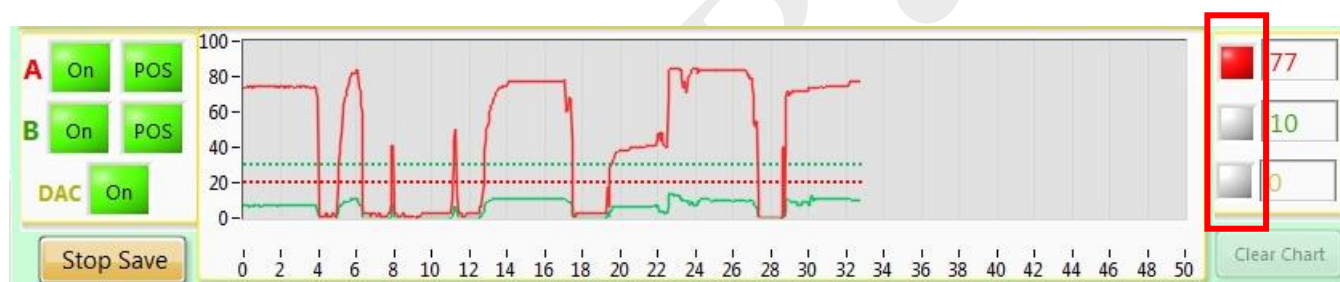


Level. ۲/۲۳/۲/۲/۳

ارتفاع سیگنالهای دریافتی در محدوده هر یک از گیت ها و منحنی DAC، با رنگ آن گیت، در باکس تعبیه شده در قسمت راست Strip Chart به صورت عددی نمایش داده می شود، که این عدد تابع ارتفاع کل صفحه نمایش می باشد.

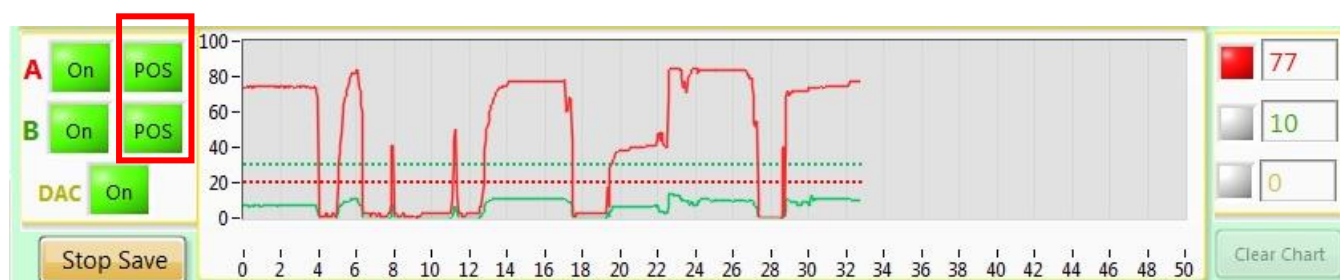


در اینجا اگر سیگنال از سطح گیت موردنظر عبور کند، چراغ واقع در کنار باکس Level که هم رنگ گیت مورد نظر می باشد، و برای DAC، به رنگ زرد می باشد، روشن خواهد شد.



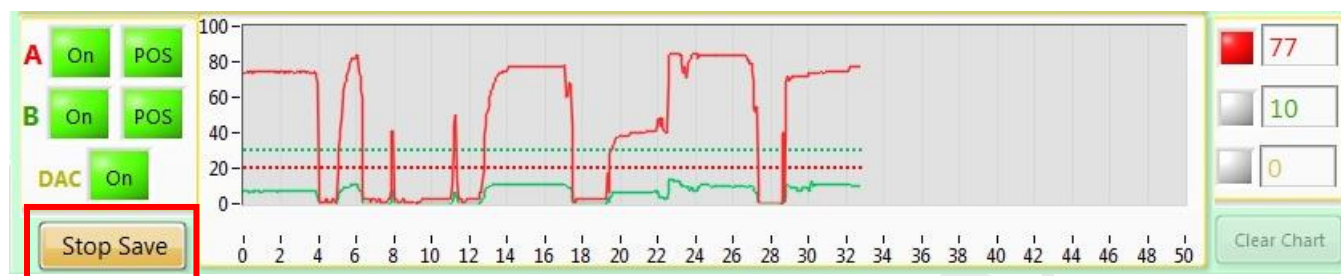
Positive/Negative. ۳/۲۳/۲/۲/۳

این کنترل، به کاربر امکان می دهد که هر یک از گیت ها را در دو حالت Positive ویا Negative تنظیم نماید. در حالت Positive اگر سیگنالی به گیت مورد نظر برخورد نماید، آلازم های دستگاه فعال می گردند و در حالت Negative اگر سیگنالی به آن گیت برخورد نکند و یا در صورت افت سیگنال از سطح گیت، آلازم های دستگاه فعال خواهند گردید. با کلیک چپ بر روی واژه Pos، واژه Neg نمایش داده شده و حالت گیت از حالت Positive به Negative تغییر خواهد کرد.



Start/Stop Save .۴/۲۳/۲/۲/۳

این کنترل که در قسمت پایین سمت راست استریپ چارت قرار گرفته است، امکان ثبت استریپ چارت ها و نمودار C-Scan را برای کاربر فراهم می آورد. با کلیک چپ بر روی این دگمه، رنگ آن تغییر نموده و استریپ چارت شروع به ذخیره می کند.

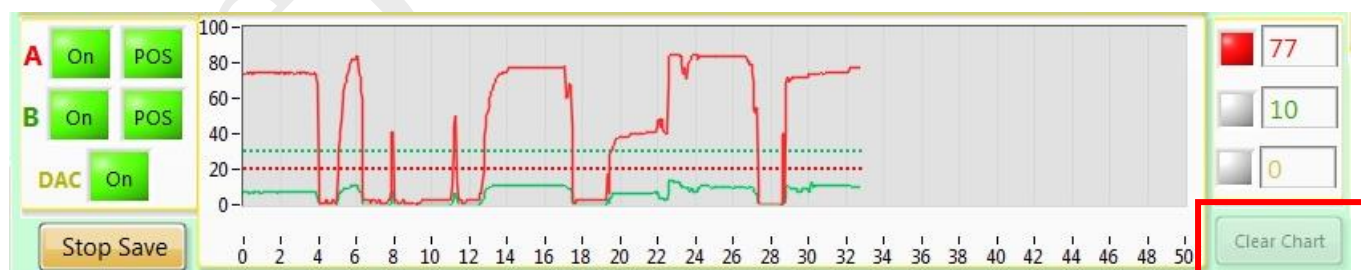


به منظور متوقف نمودن فرآیند ذخیره سازی، یک بار دیگر بر روی این دگمه کلیک چپ می نماییم تا رنگ آن مجدداً به رنگ طوسی تغییر نماید.

⚠ باید توجه کنیم که این دستگاه هر بار با تحریک دگمه Start Save، برای مدت زمانی حدود ۱۰ دقیقه از زمان استارت ذخیره سازی، قادر به ذخیره سازی استریپ چارت می باشد. پس از سپری شدن زمان ۱۰ دقیقه، به طور اتوماتیک فرآیند ذخیره سازی متوقف شده و دگمه Start Save به حالت اول بر می گردد.

Clear Chart .۵/۲۳/۲/۲/۳

با کلیک چپ بر روی این کنترل که در سمت راست استریپ چارت قرار گرفته است، چارت ترسیم شده تا آن لحظه به همراه نمودار B-Scan, C-Scan ترسیم شده تا آن لحظه پاک شده و مجدداً شروع به ترسیم می نماید.

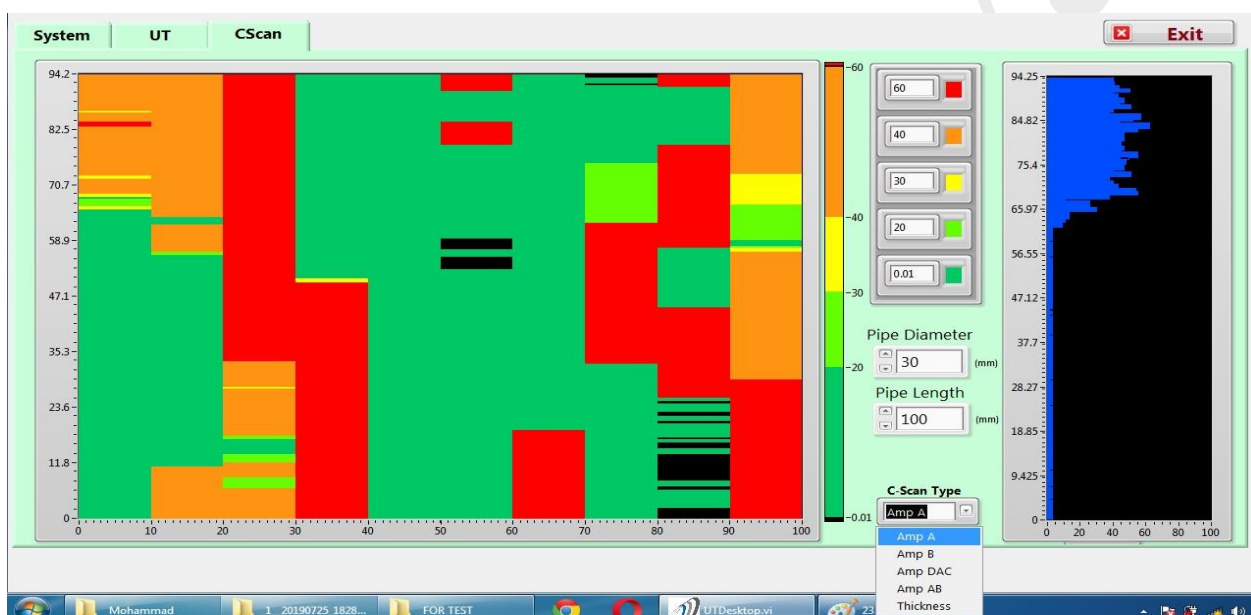


۳,۲,۳. تنظیمات مربوط به پنجره C-Scan:

در این صفحه تنظیمات مربوط به ترسیم سی اسکن و بی اسکن قرار گرفته است، و کاربر می تواند همزمان نمودار های سی اسکن و بی اسکن را مشاهده نماید. مواردی که کاربر در این پنجره قادر به تنظیم و مشاهده آن می باشد به شرح ذیل می باشد:

۱,۳,۲,۳. C-Scan Type

در این قسمت کاربر قادر به تنظیم نحوه ترسیم سی اسکن و بی اسکن، در چندین حالت به شرح ذیل است، که با انتخاب هر حالت، سی اسکن و بی اسکن مربوط به آن حالت ترسیم خواهد شد.



- **Thickness:** در این حالت دستگاه به صورت ضخامت سنج عمل نموده و بی اسکن و سی اسکن ضخامت قطعه را ترسیم نموده و برای تغییرات ضخامت می توان رنگ های متفاوت را در باکس رنگ ها تعریف نمود.
- **Amp A:** در این حالت دستگاه به صورت عیب یاب عمل نموده و بی اسکن و سی اسکن دستگاه بر حسب دامنه سیگنال های ایجاد شده زیر گیت A ترسیم گردیده و برای دامنه های متفاوت سیگنال های زیر گیت A می توان رنگ های متفاوت را در باکس رنگ ها تعریف نمود.
- **Amp B:** در این حالت دستگاه به صورت عیب یاب عمل نموده و بی اسکن و سی اسکن دستگاه بر حسب دامنه سیگنال های ایجاد شده زیر گیت B ترسیم گردیده و برای دامنه های متفاوت سیگنال های زیر گیت B می توان رنگ های متفاوت را در باکس رنگ ها تعریف نمود.
- **Amp DAC:** در این حالت دستگاه به صورت عیب یاب عمل نموده و بی اسکن و سی اسکن دستگاه بر حسب دامنه سیگنال های ایجاد شده زیر نمودار DAC ترسیم گردیده و برای دامنه های متفاوت سیگنال های زیر نمودار DAC می توان رنگ های متفاوت را در باکس رنگ ها تعریف نمود.

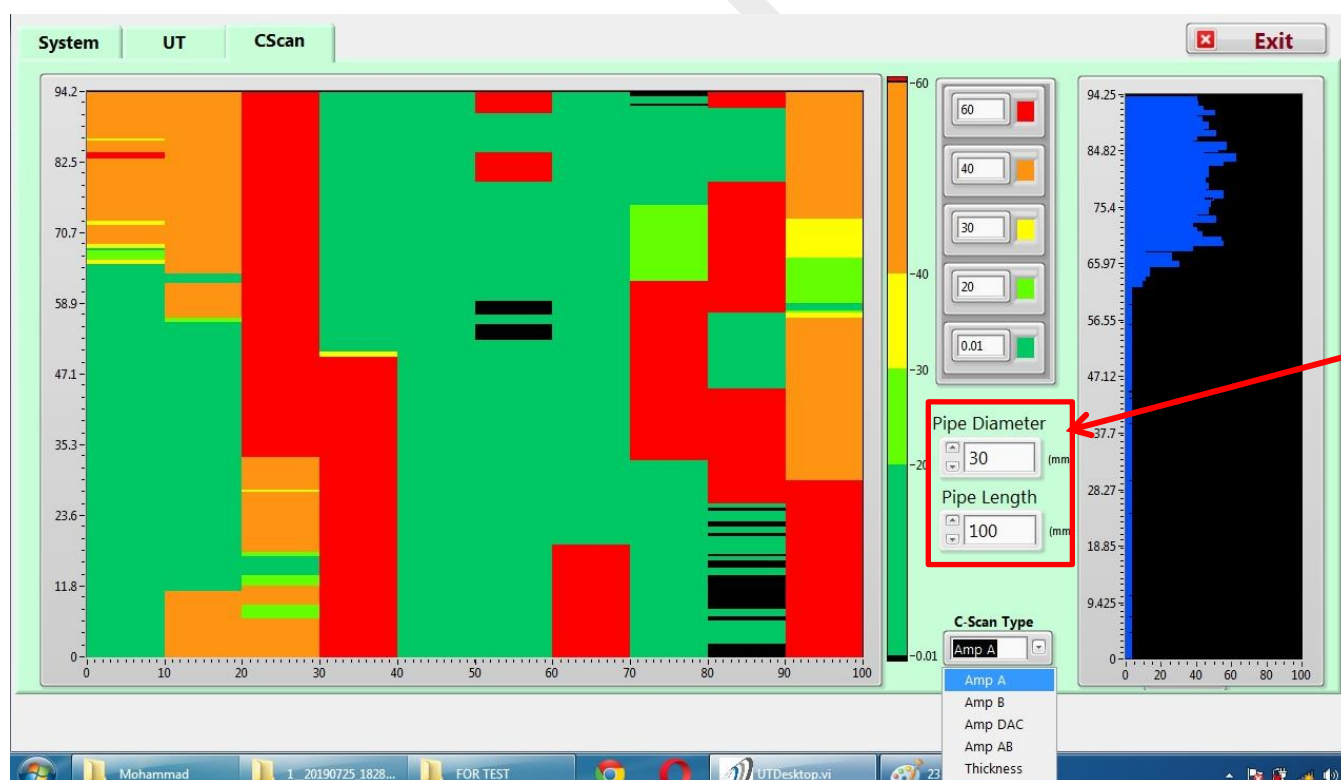
۲,۳,۲,۳. Pipe Diameter, Pipe Length /Plate Width, Plate Length

در این قسمت اپراتور قادر به وارد نمودن طول و عرض قطعه مورد تست در قطعات تخت، و قطر و طول لوله در محصولات گرد می باشد. اگر در صفحه System حالت Plate انتخاب گردد، در اینجا واژه های Plate Width, Plate Length ظاهر شده و اگر حالت Pipe انتخاب گردد، واژه ای Pipe Diameter, Pipe Length ظاهر می گردد.

این اعداد به همراه ضخامت، در واقع تقسیم بندی محورهای افقی و عمودی نمودار های بی اسکن و سی اسکن را تعیین می کنند، و چه واحد دستگاه در حالت Inch و چه mm انتخاب گردد، اعداد آن بر حسب میلیمتر خواهد بود.

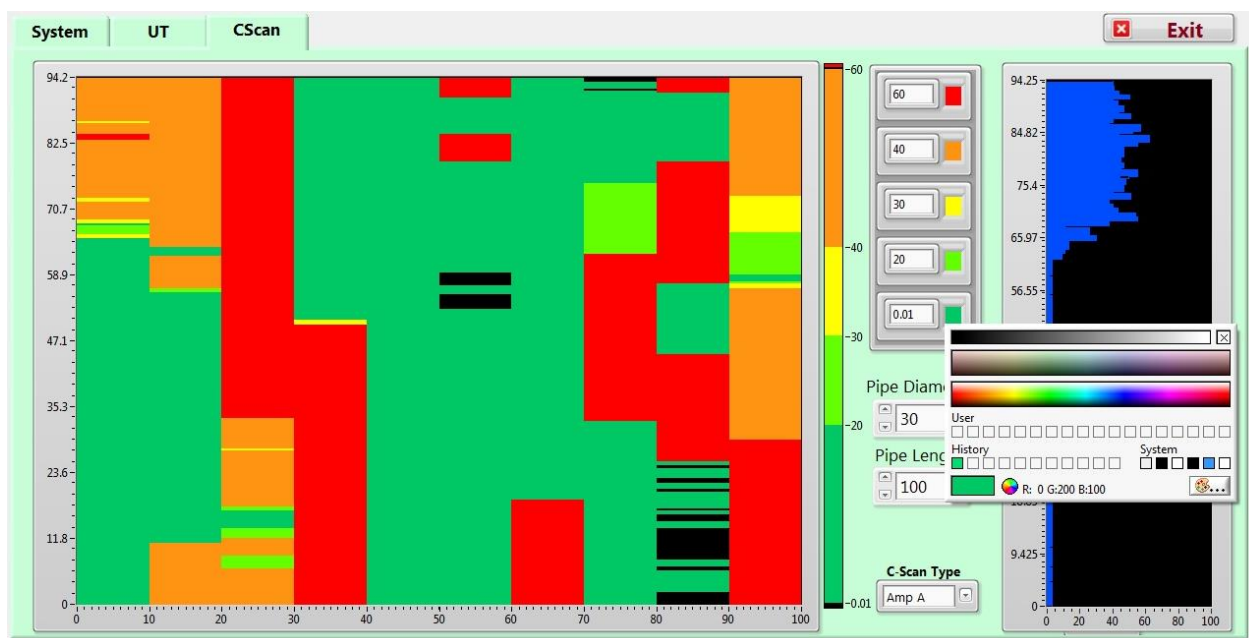
در اینجا، محور افقی نمودار سی اسکن، بیانگر طول قطعه، محور افقی بی اسکن برابر با ضخامت قطعه و محور عمودی سی اسکن و بی اسکن برابر با عرض قطعه در قطعات تخت، و محیط لوله در قطعات گرد می باشد.

لازم به ذکر است که در حالت Pipe، با وارد نمودن قطر لوله، نرم افزار به طور اتوماتیک، محیط لوله را محاسبه نموده، و محور عمودی سی اسکن و بی اسکن را بر اساس محیط لوله، تقسیم بندی می نماید.

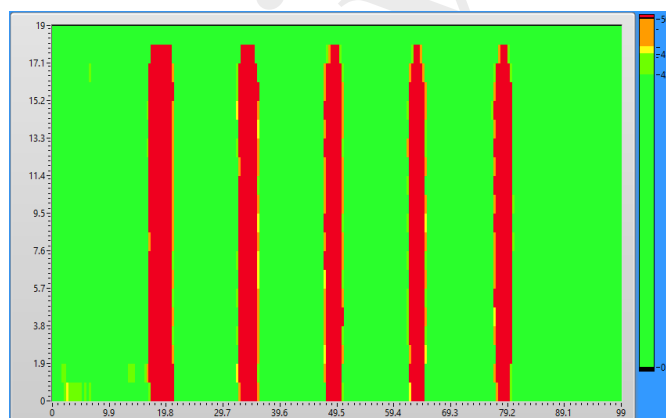


Color Box ۳,۳,۲,۳

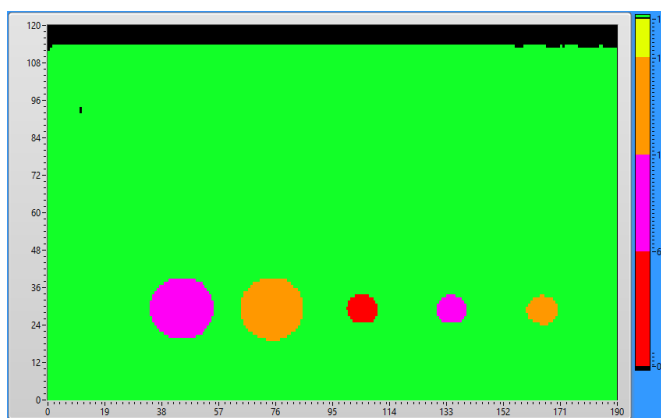
کاربر می تواند در حالت عیب یابی و ضخامت سنجی، رنگ های متفاوتی را برای دامنه سیگنال های متفاوت دریافتی، و ضخامت های مختلف برای ترسیم سی اسکن لحاظ کند.



برای این منظور، در حالت ضخامت سنجی، برای محدوده ضخامت های متفاوت، و برای حالت عیب یابی، برای دامنه سیگنال های متفاوت، نسبت به درصد ارتفاع کل صفحه، رنگ های خاصی را اختصاص داده تا در صورت بروز ضخامت در محدوده های تعریف شده و یا ایجاد سیگنال با ارتفاع های تعریف شده، سی اسکن به رنگ تعریف شده در آن محدوده نمایش داده شود.



تنظیم سیستم در حالت عیب یابی با رنگ های متفاوت



تنظیم سیستم در حالت ضخامت سنجی با رنگ های متفاوت

توجه داشته باشیم که در حین اختصاص رنگ، رنگ انتخابی برای بالاتر از محدوده عدد انتخابی اعمال می گردد.

فصل ۴

ثبت نتایج و گزارش گیری

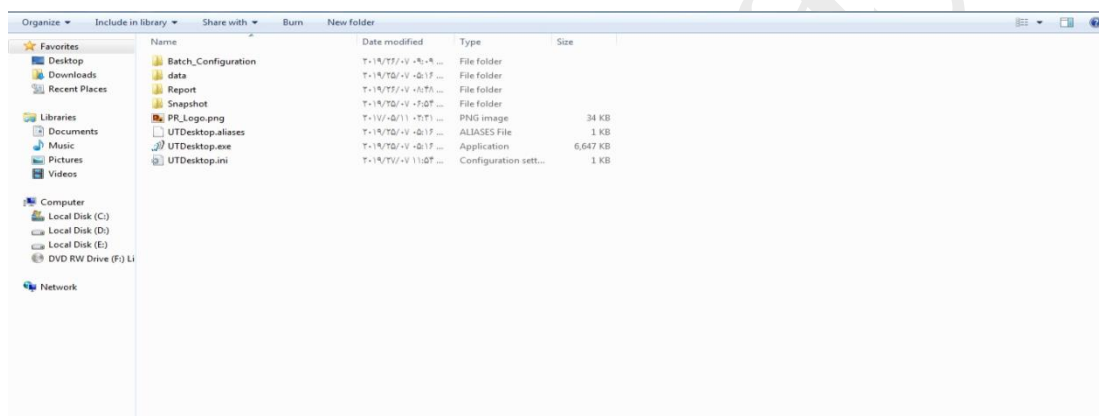
۴.۱. مقدمه

در این فصل به سیستم ثبت نتایج و گزارش گیری از نتایج تست پرداخته خواهد شد.

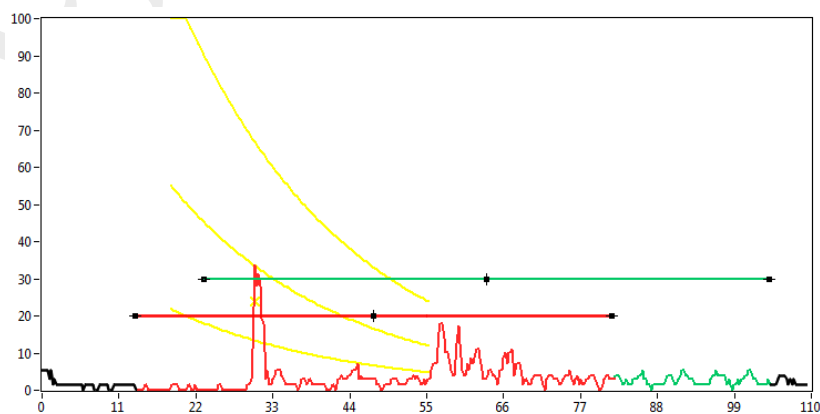
۴.۲. سیستم ثبت نتایج تست

نرم افزار دستگاه قابلیت ذخیره نمودن نتایج حاصله از تست هر قطعه که در نمودار سی اسکن و استریپ چارت، ثبت شده است و عکس هایی که در حالت Freeze، از سیگنال های A-Scan گرفته شده است را دارا بوده و در صورت نیاز می توان اطلاعات را به روی CD یا Flash جهت بررسی بیشتر و ارائه به بازرسان مربوطه انتقال داد. نمونه ای از این نتایج، در ذیل نمایش داده شده است.

در پک نرم افزاری دستگاه دو فلدر با نام های Snap Shot و Report وجود دارد.



همانطور که در توضیحات نرم افزار در فصل قبل گفته شد، با هر بار زدن دکمه Freeze، تصویری از صفحه A-Scan دستگاه گرفته می شود، که کاربر می تواند با مراجعه به فلدر Snap Shot، این تصویر را ملاحظه نماید.



از طرفی، تمامی استریپ چارت ها و نمودارهای سی اسکن، که توسط اپراتور ذخیره گردیده اند، با ذکر اطلاعاتی که در قسمت Batch مشخص نمودیم، به همراه تاریخ و زمان تست، به ترتیب در فلدر Report به صورت عکس و فایل PDF ذخیره می گردد.



Project Information:

DateTime: 2019/07/25 18:28:52
Part Size: 12 x 6 mm
Project Number: KM GAS
Operator Name: MOHAMMAD

Standard: API 5L
Customer: GAS CO
Unit: S

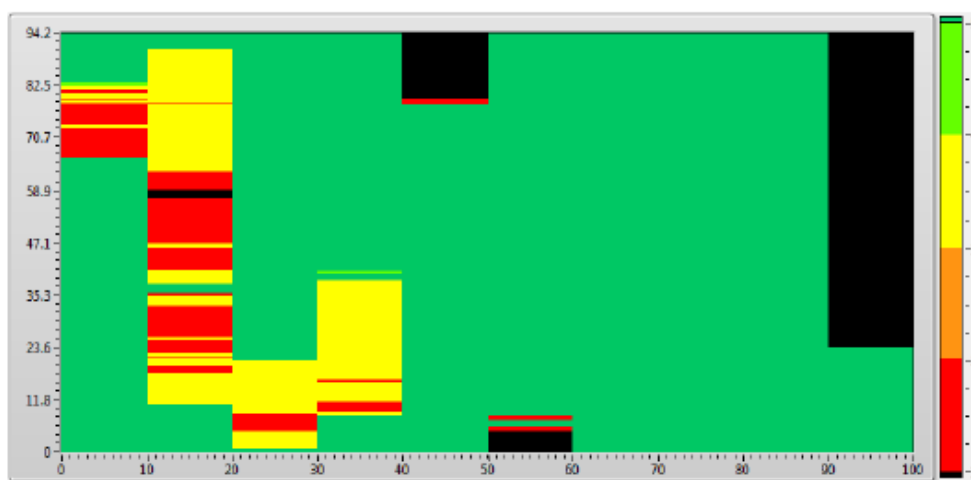


Figure1 CScan

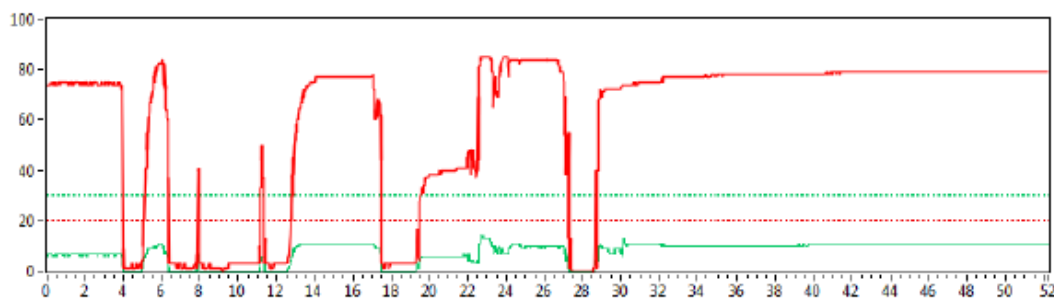


Figure2 Strip Chart Gain: 3

پس از اتمام شیفت کاری، اپراتور می تواند، یک فولدر جدید که با تاریخ روز و یا هر واژه دیگری نامگذاری گردیده است، درست نموده، و تمامی نتایج ذخیره شده را در آن کپی نماید. با این کار تمامی نتایج قطعات تست شده در چندین ماه، با داشتن اطلاعات کامل قطعه تست شده، در دسترس می باشد، و در صورت نیاز قابل انتقال و ارائه می باشند.

فصل ۵

تعیین جنس ماده

۱,۵. مقدمه

یکی از کاربردهای تست التراسونیک، در شناسایی مواد مختلف با استفاده از مقایسه سرعت صوت در آنها می باشد.

سرعت صوت در مواد مختلف، با توجه به عناصر شیمیایی، مدول الاستیسته و چگالی آنها متغیر می باشد. لذا به عنوان مثال، فولاد کربنی با فولاد زنگ نزن 302، از لحاظ سرعت صوت متفاوت می باشد.

بنابراین با بدست آوردن سرعت صوت در یک ماده نامعلوم، می توان تا حدودی نوع آن ماده را مشخص نمود.

در این فصل نحوه بدست آوردن سرعت صوت در مواد مختلف با استفاده از دستگاه FLAW HUNTER 1CH 101 توضیح داده شده و جدول سرعت صوت امواج طولی جهت تعیین مواد مختلف، آورده شده است.

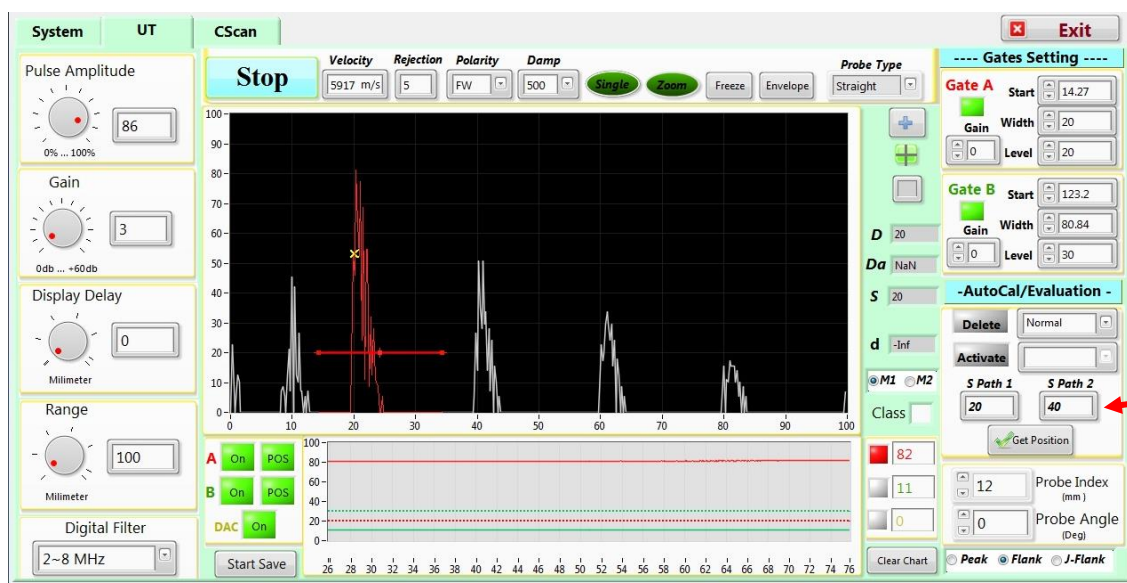
۲,۵. شرح کارکرد:

برای بدست آوردن سرعت صوت در یک قطعه، ابتدا نیاز به یک پروب نرمال با فرکانس ۴ تا ۵ مگاهرتز و قطر کریستال بین ۵ تا ۱۲ میلیمتر می باشد. پس از آن می بایست ضخامت دقیق قسمتی از قطعه موردنظر که قرار است پروب بر روی آن قرار گیرد، با استفاده از یک کولیس یا میکرومتر یا هر وسیله دقیق دیگر مشخص گردیده، و این عدد ضخامت، به طور دقیق، در قسمت Thickness در صفحه System وارد گردد.

پس از آن، در صفحه UT، در بخش Calibration/ Evaluation، کاربر می بایست حالت Calibration را در لیست مربوطه برگزیند و حالت Flank را که در گوشه پایین سمت راست پنجره UT قرار گرفته است را انتخاب نماید.



سپس عدد ضخامت اندازه گیری شده و دوبرابر آن را به ترتیب در دو باکس S Path1, S Path2 وارد می نماید. (به عنوان مثال، اگر ضخامت قطعه ۲۰ میلیمتر است، عدد ۲۰ را در باکس S Path1 و عدد ۴۰ را در باکس S Path2 وارد می نماید).



پس از آن پروب نرمال را بر روی قسمت مشخص شده قطعه، که با کوپلنت آغشته شده است گذاشته و پس از دریافت سیگنال های Back wall، گیت A را روی سیگنال Back wall اول برده، عرض و استارت گیت A را طوری تنظیم می کنیم که فقط در محدوده این سیگنال قرار گیرد. سپس بر روی دگمه Get Position کلیک چپ می نماییم. پس از آن همان گیت را روی سیگنال Back wall دوم برده، عرض و استارت گیت A را طوری تنظیم می کنیم که فقط در محدوده این سیگنال قرار گیرد. سپس مجدداً بر روی دگمه Get Position کلیک چپ می نماییم. حال با کلیک چپ بر روی دگمه Active، دستگاه به طور اتوماتیک مقدار سرعت صوت موج طولی در قطعه را محاسبه نموده و در باکس Velocity بر حسب متر بر ثانیه ثبت می نماید.



حال کاربر می تواند با مراجعه به جدول سرعت صوت ذیل، نوع ماده را مشخص نماید.

⚠ سرعت صوت های درج شده در این جدول، حدودی می باشند، همانطور که گفته شد، سرعت صوت واقعی بستگی به عوامل زیادی مانند ساینه بندی، درصد عناصر، جهت رولینگ در قطعات نورد، و عوامل دیگر دارد. از طرفی خطاهای اپراتوری در حین اندازه گیری ضخامت و دریافت سیگنال ها نیز موجب ایجاد خطا در سرعت بدست آمده می گردد. لذا ممکن است سرعت محاسبه شده در قطعه، تا حدود ۳۰ تا ۱۰۰ متر بر ثانیه، با سرعت های داخل جدول متفاوت باشند.

⚠ به دلیل وجود Dead Zone در پروب های نرمال، در ضخامت های پایین، مانند ۵ میلیمتر، ممکن است سیگنال Back Wall اول، زیر سیگنال IP، محو شود. لذا کاربر می بایست حتما مطمئن شود که اولین سیگنال Back Wall را به صورت واضح دریافت نموده که گیت را روی آن تنظیم نماید.

SOUND VELOCITY TABLE

Material	Longitudinal Wave (m/s)
Carbon Steel	5890
302 Stainless Steel	5690
303 Stainless Steel	5640
304 Stainless Steel	5920
304L Stainless Steel	5790
316 Stainless Steel	5720
347 Stainless Steel	5720
Ductile Iron	5630
Cast Iron	4550
Gray Iron	4870
Aluminum 1100-0	6230
Aluminum 2024-T4	6375
Aluminum 6061-T6	6300
Copper	4660
CuNi (70%Cu 30%Ni)	5030
CuNi (90%Cu 10%Ni)	4010
Brass (Naval)	4430
Bronze (Phosphor 5%)	3530
Gold (hard-drawn)	3240
Nickel	5630
Monel	5350
Inconel	5820
Titanium	6100
Tungsten, annealed	5180
Tungsten Carbide	6655
Glass, Pyrex	5610
Polyethylene (HD)	2310
Polyethylene (LD)	1940
PVC, CPVC	2400
Acrylic	2730
Asbestos Cement	2020
Tar Epoxy	2000
Polystyrene	2388
Silver (0.99 Fine)	3607
Zirconium	4648