بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه جامع علمی کاربردی
مرکز آموزش ایران خودرو

Advance NDT

فهرست

۱) بازرسی اکوستیک امیشن(نشر صوتی)

۲) فرا صوت لیزری

۳) آرایه فازی فراصوتی

٤) توپک هوشمند (پیگ هوشمند)

٥) توپک هوشمند (بر اساس نشتی شار مغناطیسی)

٦) ترموگرافی

۷) بررسی کیفیت پوشش به کمک روش شیب پتانسیل

۸) نقشه برداری جریان الکتریکی خطوط لوله

۹) رادیو گرافی دیجیتال

بازرسی اکوستیک امیشن(نشر صوتی)

AE

(ACOUSTIC EMISSION MEASUREMENTS)

تاریخچه و توسعه روش آکوستیک امیشن

کلمه اکوستیک از واژه یونانی اکوستیکوس اقتباس شده است که در واقع به شنیدن صدای اتفاقی مربوط می شود بعنوان مثال ساختمانی که در حال خراب شدن است قبل از ریختن سازه آن صداهایی را منتشر می کند یا شاخه های درخت قبل از شکسته شدن صداهایی را منتشر می کند در واقع بازرسی بصری که توسط چشم انسان صورت می گیرد اکوستیک امیشن با تحلیل سیگنالهای صوتی انجام می پذیرد.

آکوستیک یکی از روش‌های تست غیرمخرب شناخته شده می‌باشد که اکثرا برای تشخیص و موقعیت یابی عیوب در سازه‌های تحت بار و اجزای آنها به کار می‌رود.

تاریخچه و توسعه روش آکوستیک امیشن

تفاوت اصلی که بین روش آکوستیک با سایر روشهای تستهای غیر مخرب وجود دارد؛ غیر فعال بودن این روش است در حالی که سایر روش‌ها در اکثر موارد فعال می‌باشند. بعنوان مثال روش التراسونیک یا رادیوگرافی یا سایر روش‌ها برای بدست آوردن اطلاعات راجع به قطعه مورد نظر نیاز به اعمال انرژی خارجی یا تغییری بر روی ماده مورد نظر هستند ولی در روش آکوستیک امیشن انرژی ازاده شده در داخل ماده مرجعی برای کار بازرسی است.

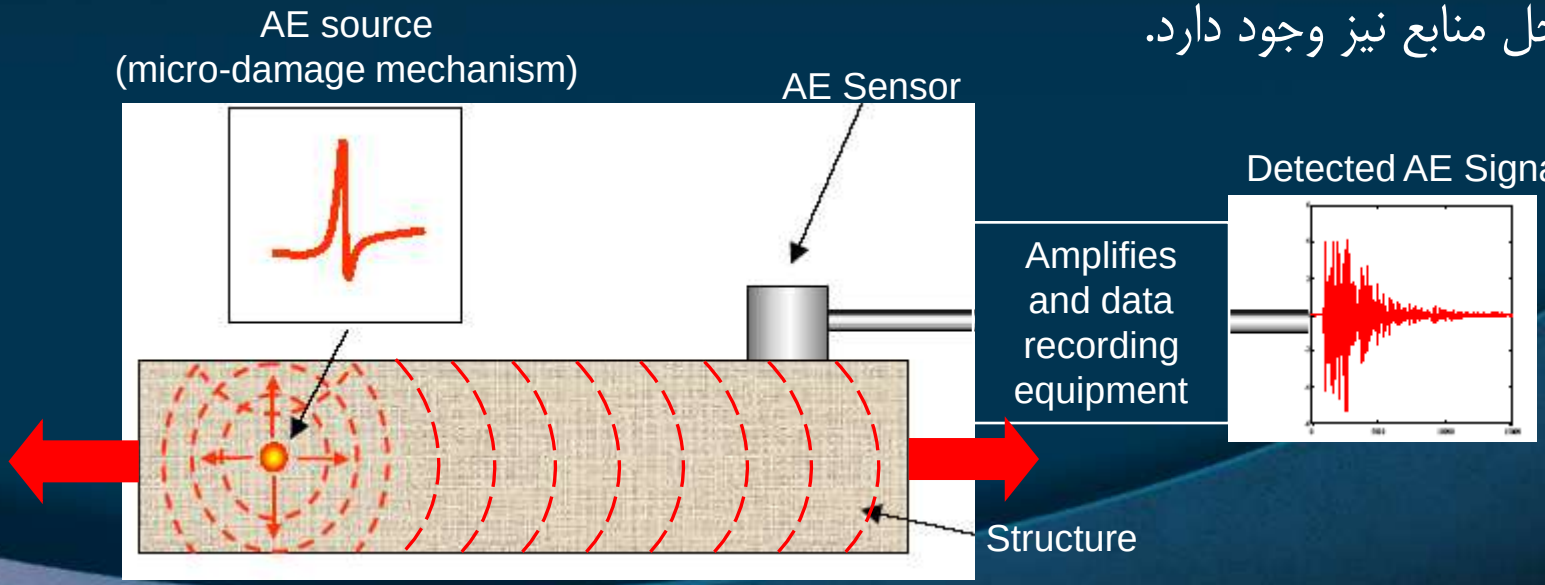
ابداع این روش به کایزر در سال ۱۹۵۰ نسبت داده می‌شود . صدای منتشر شده از ترکهای در حال رشد مبنای بسیاری از تحقیقات علمی در دهه ۱۹۶۰ بود و به محض اینکه این روش توسعه پیدا کرد به عنوان یکی از روش‌های تست‌های غیر مخرب برگزیده شد.

معرفی پدیده آکوستیک امیشن

تعریف پدپده آکوستیک امیشن:

پدیده‌ای است که در آن امواج الاستیک گذرا 1KHz – 20MHz بوسیله آزاد شدن سریع انرژی از منبع متمرکز در ماده تولید شده و در جسم منتشر می‌شود.

این امواج توسط سنسورها ، ثبت شده و از این طریق می‌توان اطلاعاتی در مورد وجود و محل منبع انتشار امواج به دست آورد. و همچنین با استفاده از تکنیک‌های کمی موجود مانند مانییتورینگ امکان تعیین محل منابع نیز وجود دارد.



اصول کار به روش آکوستیک امیشن

نیروهای اعمال شده به قطعه باعث تحریک آن و ایجاد تنشهای مختلفی می‌شود. این تنشها باعث ایجاد منابعی می‌شود که امواج فراصوتی صادر می‌کنند. به حوادث فیزیکی که منجر به تولید اکوستیک امیشن شود اتفاق یا حادثه اکوستیک امیشن گفته می‌شود . به عنوان مثال می‌توان به شکل گیری ترک اشاره کرد. امواج تولید شده در تمام جهات بدون توقف منتشر می‌شوند. این اتفاق مانند یک زلزله در ابعاد میکروسکوپی است که مرکز زلزله همان عیب ایجاد شده است .

انتشار این امواج تا سطح قطعه یعنی جایی که سنسورها نصب شده اند ادامه می‌یابد و به وسیله سنسورها ثبت شده و به سیگنالهای الکتریکی تبدیل می‌شود. به وقوع پیوستن اکوستیک امیشن که نتیجه ی آن تولید سیگنالهای اکوستیک امیشن است فعالیت اکوستیک امیشن نامیده میشود. سیستم اکوستیک امیشن این سیگنالها را پردازش می‌کند و آنها را به بسته‌های اطلاعاتی تبدیل می‌کند. در نهایت اطلاعات آماری نظیر مشخصات و موقعیت منابع، محاسبه شده و به صورت نمودارهای گرافیکی و عددی نمایش داده می‌شود تا مورد تفسیر قرار گیرند.

قابلیت ها:

- بررسی رفتار و خواص مواد مختلف مانند : فلزات سرامیکها، کامپوزیتها و سازه‌های بتنی
- برای تشخیص رشد ترک، خستگی، خزش، خوردگی، تسلیم شدن، شکستن الیاف و لایه لایه شدن
- کاربرد این روش تنها به بازرسی غیر مخرب قطعات، تجهیزات و سیستمهای مختلف محدود نمی‌شود و علاوه بر آن می‌توان از آن برای تخمین عمر قطعات و تجهیزات بهره گرفت.

تست غیر مخرب در حین فرآیند شامل :

۱) پردازش ماده الف) بررسی خصوصیات مکانیکی مواد ب) تست های اطمینان بیش از سرویس دهی ج) نمایش لحظه به لحظه فرآیند

۲) شناسایی عیوب مثل تخلخل ، ترکهای کونچینگ ، اینکلوژن و غیره

۳) شناسایی عیوب جوشکاری و لحیم کاری نظیر ترک، عدم نفوذ و اینکلوژن

۴) فرآیندهای تغییر شکل نظیر رولینگ، فورجینگ و اکستروژن

۵) جوشهای TIG ، MIG ، Spot electrobeam و غیره

مونیتورینگ سازه ایی شامل :

۱) مونیتورینگ پیوسته (سازه های فلزی، معادن و غیره)

۲) آزمایشات دوره ایی (مخازن تحت فشار، خطوط لوله، پلها و کابلها

۳) شناسایی نشتی

۴) شناسایی بخشهای آزاد و مهار نشده

کاربردهای ویژه در صنایع

۱) صنایع شیمیایی و پتروشیمی : شامل تستهای تانکهای ذخیره سازی، مخازن راکتور، سکوهای اسکله، خطوط لوله، شیرها و رفتارهای هیدرولیکی

۲) برق شامل : تستهای مخازن راکتورهای هسته ای، پایپینگ ، ژنراتورهای بخار، عایقهای سرامیکی، ترانسفروماتورها، تجهیزات رادیویی.

۳) هوا و فضا شامل : تستهای ترکهای خستگی، سازهای کامپوزیتی و غیره

۴) الکترونیک شامل : تستهای ذرات شل شده درعناصر الکترونیکی، ارتباط دهنده ها، ترکهای زیرلایه

جنبه‌های کاربردی AE

شاخه اول

روش کارا در زمینه غیرمخرب

۱- بررسی خصوصیات مکانیکی مواد

۲- تستهای اطمینان بیش از سرویس‌دهی

۳- نمایش لحظه به لحظه فرآیند

شاخه دوم

پیش‌بینی عدم کارایی در زمینه غیرمخرب

۱- تست‌های ارزیابی مجدد کارایی سازه‌ها

۲- تشخیص نشتی

۳- بازرسی دوره‌ای مخازن تحت فشار

مکانیزم‌های مسبب آکوستیک امیشن

مکانیزمهایی که سبب ایجاد امواج AE می‌شوند در حقیقت منبع انتشار AE هستند در برگیندهٔ مکانیزمهای متفاوتی از قبیل شکست و تغییر شکل هستند.

منابع انتشار AE بر حسب مواد

1

در فلزات:
حرکت نابجایی‌ها ، ایجاد و رشد ترک‌های ماکروسکوپیک و میکروسکوپیک ، تغییرات فازی نظیر انجماد و انحلال و غیره که سبب تغییرات حجمی و در نتیجه ذخیره شدن و آزاد شدن انرژی کرنشی می‌شود

2

در بتونها:
ایجاد و رشد ترک‌های ماکروسکوپیک و میکروسکوپیک ، جدا شدن اعضای مسلح ، مالش مکانیکی سطوح جدا شده

3

در مواد مرکب:
شکست ماتریسی و جدا شدن پیوند رشته‌ها در سطح پایین کرنش ، شکست ماتریسی در سطح کرنش متوسط ، لایه لایه شدن در سطح کرنش بالا

آشنایی با خصوصیات منابع ارسال امواج آکوستیک امیشن سبب درک بهتر و آشنایی بیشتر با کاربردهای آن می‌گردد.

دسته بندی منابع آکوستیک امیشن

ماکروسکوپیک

به منابعی گفته می‌شود که سطح یا حجم نسبتاً بزرگی را از قطعه تحت بار را نشر شرکت داشته باشد

میکروسکوپیک

برای منابعی نظیر حرکت نابه‌جاییها و تغییرات فازی که در مقیاس دانه‌هاست به کار می‌رود.

در مجموع AE یک پدیده موجی است.

مقایسه اکوستیک امیشن با سایر روش‌های تست غیرمخرب

A

روش AE قابلیت تشخیص تغییرات دینامیکی در یکپارچگی سازه را دارد

B

تفاوت این روش با روش‌های التراسونیک و رادیوگرافی این است که انرژیی که تشخیص داده می‌شود از خود قطعه تحت آزمایش آزاد شده است

C

در بیشتر حالات منابع AE بصورت نقطه‌ای عمل می‌کنند و انرژی در تمامی جهت به صورت کروی منتشر می‌کنند

D

تست به روش AE یک معاینه غیر جهت‌دار است. و مانند روش اولتراسونیک که فقط عیوب عمود بر سطح یا زوایای کم نسبت به زاویه تابش را تشخیص می‌دهد؛ نمی‌باشد و معمولاً سنسورها هر جای اطراف منبع AE قرار گرفته باشند می‌توانند امواج را دریافت کنند.

مزایای تست به روش AE

۱- یک روش تشخیص دینامیک است

۲- در طول انجام تست، قابلیت و ارزیابی اهمیت یک ناپیوستگی در کل سازه را دارد

۳- در این روش سطح کمی مورد نیاز است و به همین دلیل اغلب ناپیوستگی‌هایی که قابل دسترس نیستند، قابل تشخیص می‌باشند

٤- مخازن و سیستم های تحت فشار را بدون تعطیل و در سرویس کاری می‌توان مورد ارزیابی قرار داد

٥- نمونه را می تون از راه دور مورد ارزیابی قرار داد مانند خطوط نفت و گاز که اغلب نزدیک شدن به آنها خطرناک است

٦- امکان استفاده از این روش برای جلوگیری از خرابی‌های فاجعه‌آمیز و ناگهانی در سیستم‌هایی که ناپیوستگی‌های نامشخص دارند، وجود دارد

۷- با استفاده از روابط مثلثاتی و پردازش اطلاعات دریافتی از سنسورها می‌توان مکان عیب را به دقت مشخص بدست آورد

۸-سرعت انجام تست بسیار زیاد است

۹- نسبت هزینه به کارآیی در این روش پایین است

۱۰-یکی از حساسترین روش‌های تست غیرمخرب است و توانایی تشخیص عیوب در حد یک میلیونیم متر را نیز دارد

محدودیتهای روش AE

۱. عیوبی که نه رشد می‌کنند و نه حرکت می‌کنند، اکوستیک امیشن تولید نمی‌کنند و بنابراین نمی‌توان آنها را شناسایی نمود .

۲. اکوستیک امیشن یک اتفاق منحصر به فرد است و در بارگذاری مشابه تکرار پذیر نمی‌باشد .

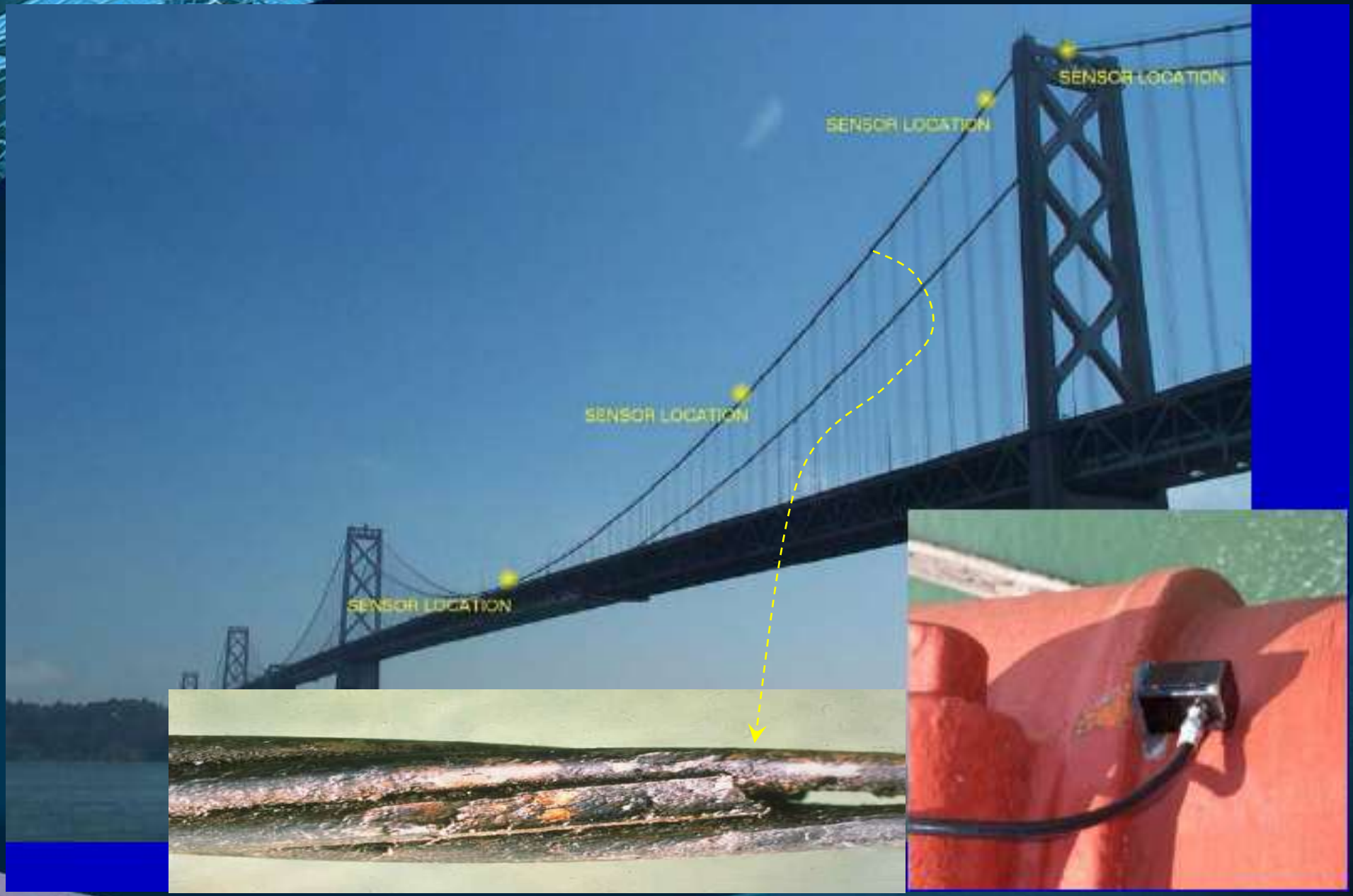
۳. سازه تحت تست امواج منتشر شده را تضعیف می‌کند. از این جهت برای اطمینان از نتایج بازرسی باید سنسورها درفواصل مناسبی نصب شوند .

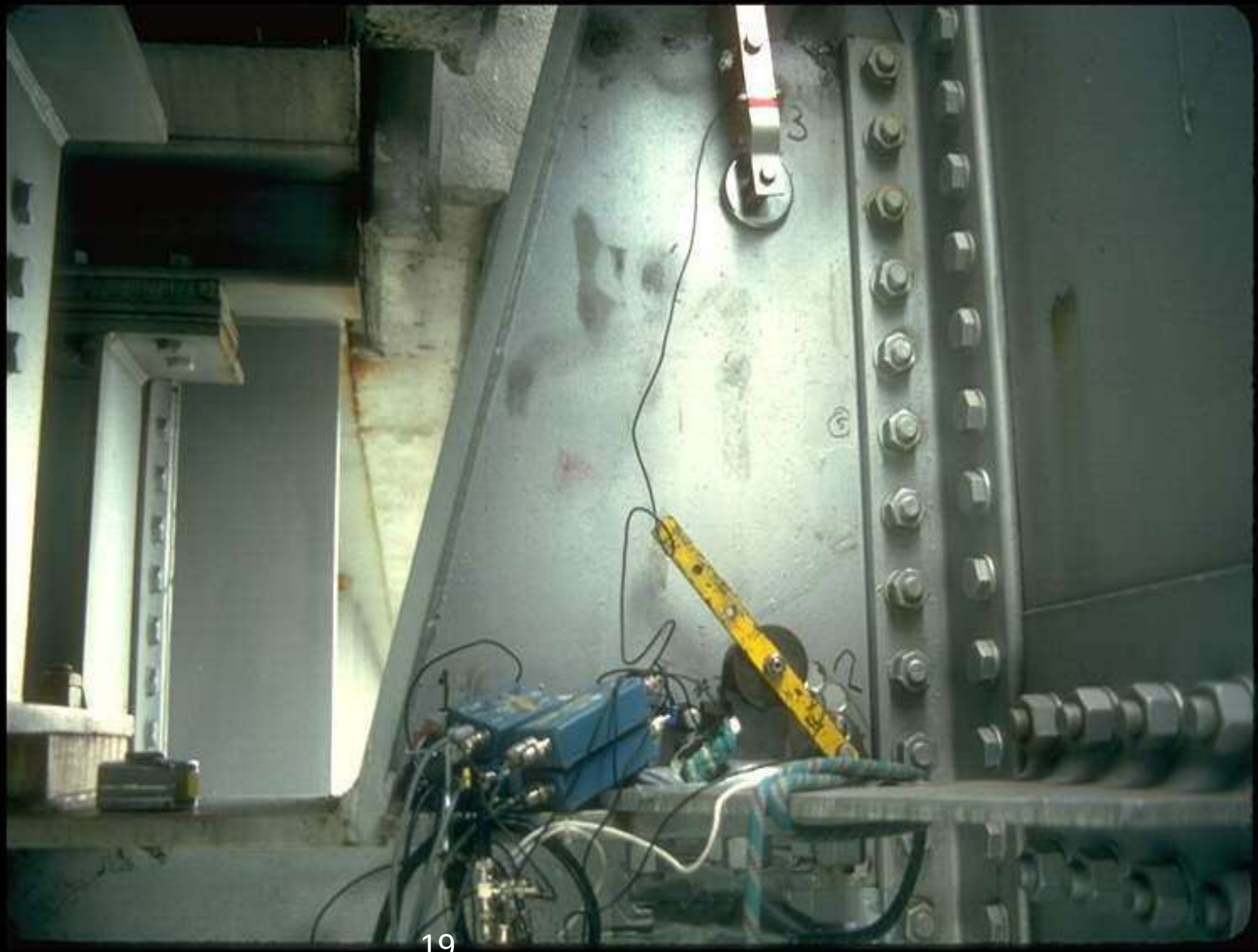
۴.سیگنالهای شناسایی شده انرژی پایینی دارند که برای شناسایی آنها به تجهیزات الکترونیکی پیچیده و نسبتاً گران قیمتی نیاز است .

۵. اکوستیک امیشن می‌تواند در معرض نویزهای خارجی قرار بگیرد به طوری که نویز پس زمینه گاهی اوقات به سختی از سیگنالها تفکیک می‌شود .

۶ . تست اکوستیک امیشن در مورد نویزهایی که از آستانه شناسایی فراتر می‌روند حساس است و آنها را نیز مانند سیگنالهای مفید اکوستیک پردازش می‌کند. در این صورت آستانه شناسایی باید افزایش یابد که آن هم به فاصله کمتر بین سنسورها و در نتیجه استفاده از سنسورها و کانالهای بیشتر منتهی می‌شود. در بالاتر از یک سطح نویز معین تست کارامدی خوبی ندارد .

۷. ملاک و معیاری برای ارزیابی به شکل داده‌های متداول و موجود، در دردسترس نیست ودسته‌بندی و سنجش نتایج اکوستیک امیشن به شدت به دانش و تجربه عرضه کننده خدمات بستگی دارد


SENSOR LOCATION
SENSOR LOCATION
SENSOR LOCATION
SENSOR LOCATION



فرا صوت لیزری

LUT

(LASER ULTRASONICS TESTING)

آزمایش مافوق صوت لیزری LUT در واقع همان تست مافوق صوت تماسی یا نزدیک به تماس معمولی UT می باشد که به صورت غیر تماسی و کنترل از راه دور توسعه یافته است.

از زمان اختراع لیزر در سال 1960تا کنون، این فناوری به لحاظ مشخصه های ویژه باریکه لیزر که شامل تکفامی، توان بالا،جهتمندی و همدوسی است در بیشتر زمینه های زندگی بشر از جمله صنعت، کشاورزی، پزشکی و ...کاربرد فراوان پیدا کرده است .در آزمونهای غیر مخرب نیز به دلیل انجام بازرسی ها، اندازه گیری ها و کنترل فرایندها به صورت غیرتماسی و همچنین حصول نتایج با سرعت و دقت بالا لیزر جایگاه ویژه ای کسب نموده است .تکنیک LUTروش بسیار مؤثر و ارزشمندی است که برای حل مشکلاتی که بطور عمده در روشهای مرسوم NDT وجود دارد بکار برده میشود .بطور مثال اگر چه UT در صنایع ریلی و هوافضا بیشترین کاربرد را دارد اما بازرسی قطعات بزرگ دارای هندسه پیچیده با این روش کلاسیک بسیار دشوار است؛ در صورتی که تست چنین قطعاتی با روش اولتراسونیک لیزری به راحتی قابل انجام میباشد.

کاربردتست فراصوتی لیزری

نظارت بر فرآیند :

اندازه گیری در اوایل روند صنعتی در قطعات است که گرم و / یا در حرکت با سرعت بالا

پس از فرآیند ارزشیابی:

بازرسی با وضوح بالا از قطعات کوچک، اسکن سریع areal از قطعات بزرگ یا ساختار

خدمات بازرسی:

بازرسی سازه های پیچیده (پره های توربین)، بازرسی تحت خطرناکشرایط (نیروگاه های هسته ای) اسکن سریع حساس به ایمنی خطوط لوله نفت و گاز

عدم ارتباط با ما و طبیعت از راه دور:

اجازه می دهد تا برای رسیدن به بازرسی از نمونه ها در دمای بالا و سخت است

ماهیت غیر تماسی :

به نفع برنامه های کاربردی که در آن بارگذاری سطح نیاز به اجتناب شود .

رد پای کوچک :

به دلیل اندازه کوچک لیزر پرتو نقطه ای، که اجازه می دهد تا بازرسی از هندسه های کوچک و پیچیده

پهنای باند:

اجازه می دهد تا بازجویی خواص مواد در تعداد زیادی از طول موج، و در نتیجه مقدار غنی تر از مواد و اطلاعات از ویژگی های

فرکانس های بالا:

۱۰ پالس لیزر NS بالقوه تولید فرکانس تا ۱۰۰MHz ، اجازه می دهد تا تشخیص نقص بسیار کوچک

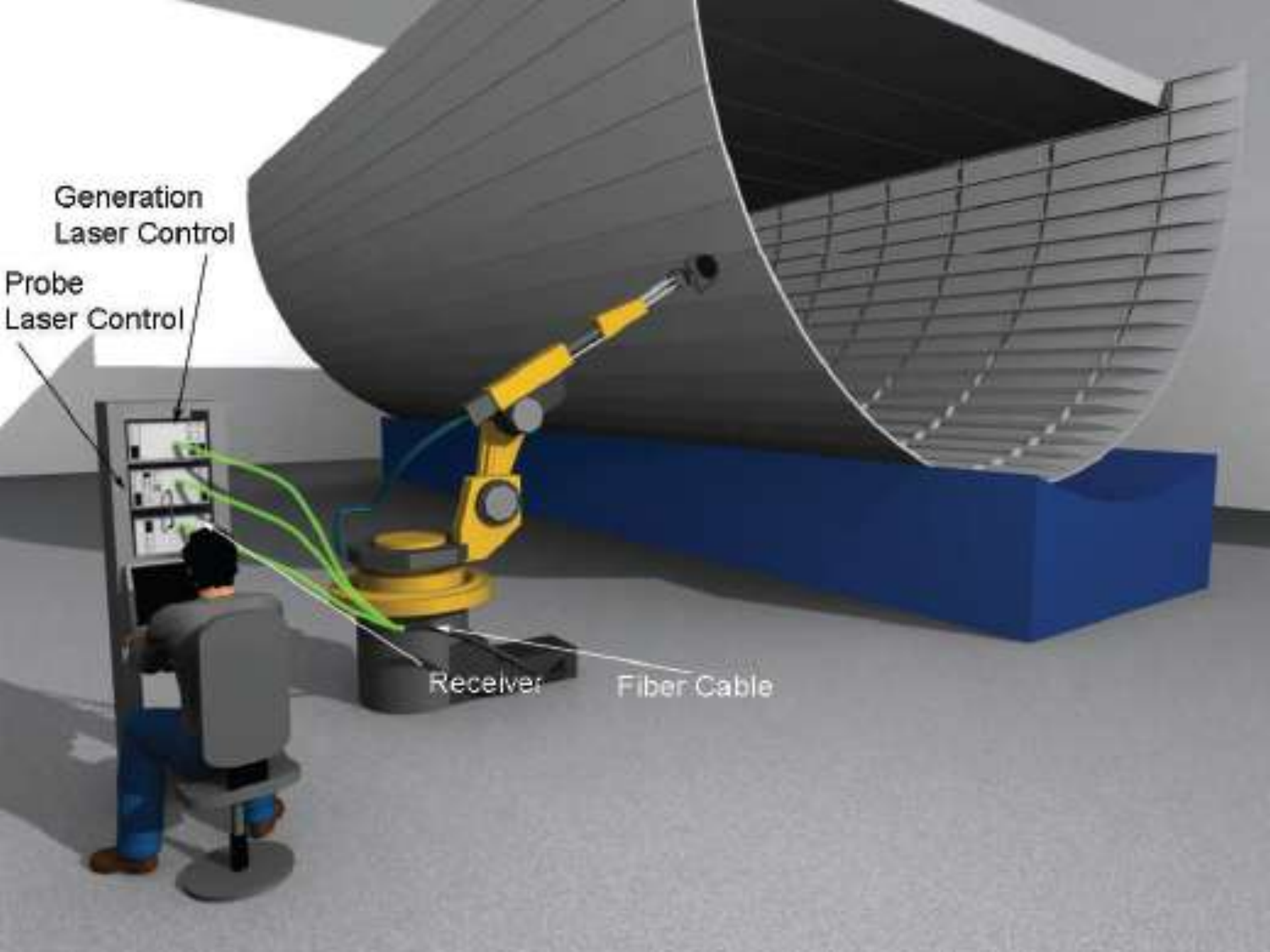
روش پرتو لیزر اسکن:

کاهش زمان بازرسی آلیاژها

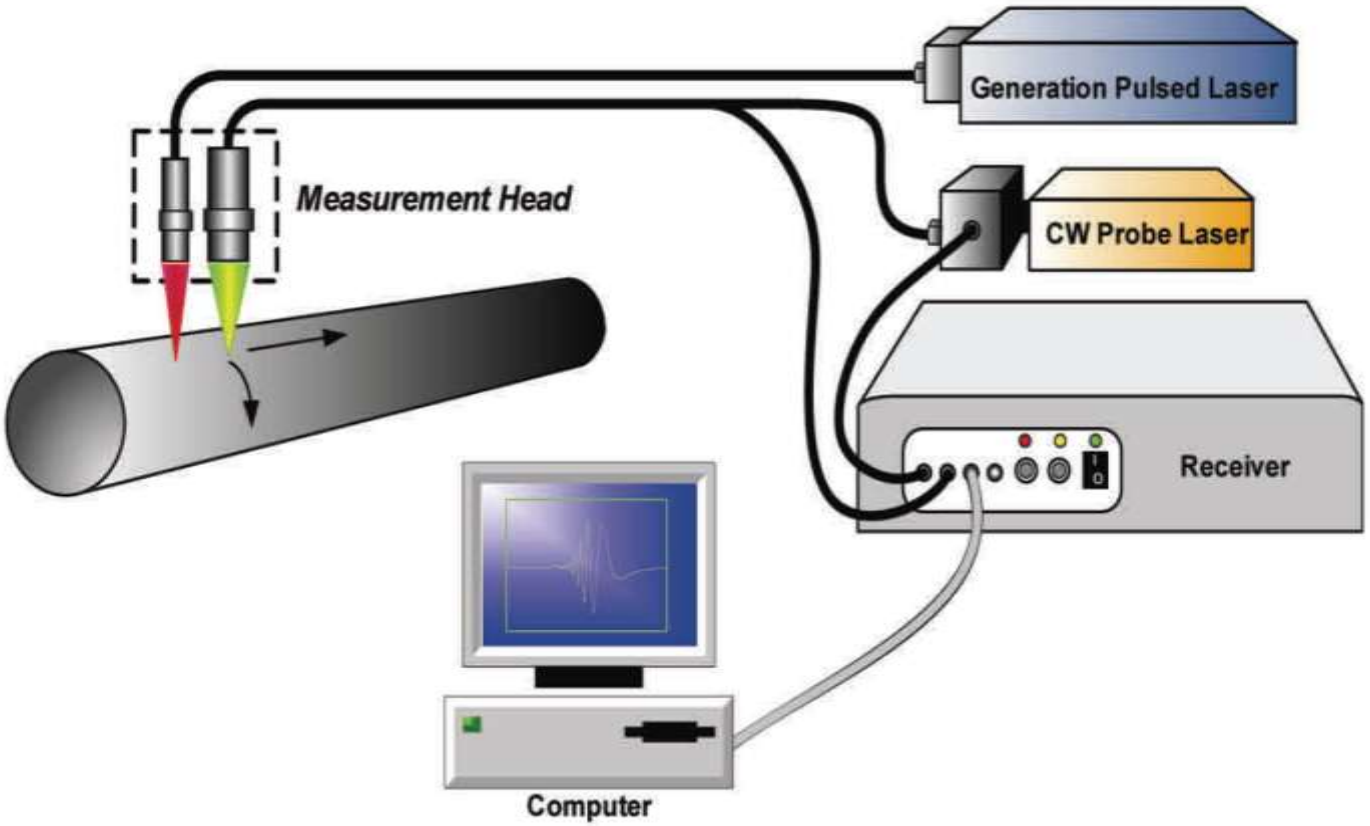
لوازم و تجهیزات

Data Acquisition and Control	گیرنده داده ها و کنترل
Scanning System	سیستم اسکنر
Generation Laser	منبع تولید لیزر
Probe Laser Options	پروب گزینه های لیزری
Receiver	گیرنده
Laser	لیزر

لوازم جانبی : عینک ایمنی ایمنی لیزر چشم، لنز و آینه پرتو نسل


Generation
Laser Control
Probe
Laser Control
Receiver
Fiber Cable

طرح کلی از سیستم مافوق صوت ای زری



آشکارسازی امواج اولتراسونیک

اساس روش آشکارسازی امواج اولتراسونیک معمولاً تداخل سنجی است و در همه آنها از نور لیزر بازتابیده یا پراکنده به وسیله سطح مورد آزمون استفاده میشود .اصولاً تداخلسنجها را میتوان به دو دسته تقسیم کرد :در نوع اول نور بازتابیده یا پراکنده با یک نور مرجع تداخل میکند .اختلاف فاز بین پرتوهای نور مستقیماً جابجایی خارج از صفحه را میدهد .در نوع دوم تداخل سنج تغییر در فرکانس نور بازتابیده را آشکار میکند

طرح تداخل سنج مایکلسون پایه ای ترین تداخلسنج نوع اول است و عمومیترین تداخلسنج نوع دوم، تداخلسنج هیترودین میباشد.

موارد استفاده در صنعت

- صنایع هواپیما سازی
- صنایع خودرو سازی
- خطوط لوله نفت و گاز
- کارخانه های ذوب و ریخته گری فولاد و چدن
- صنایع کشتی سازی
- صنایع بسته بندی و قطعات الکترونیکی
- صنایع پزشکی
- صنایع شیشه سازی
- جوش بازرسی
- اندازه گیری ضخامت پوشش
- تشخیص نقص کامپوزیت
- اندازه گیری عمق
- وغیره

مزایا LUT

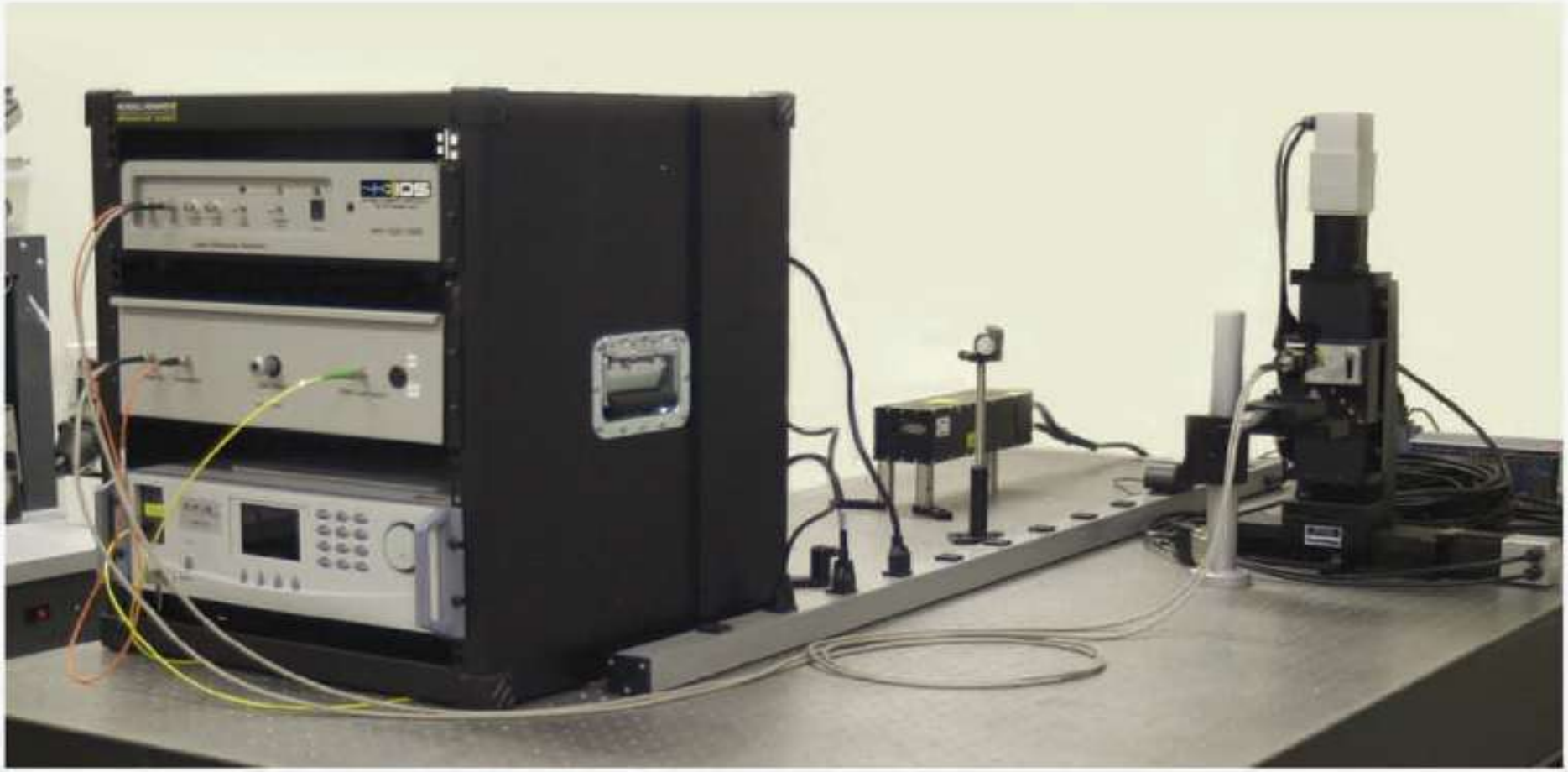
- توانایی اندازه گیری به صورت غیر تماسی و کنترل از راه دور
- تولید تصاویر سه بعدی
- اندازه گیری تمام میدانی
- دقت بسیار بالا و سرعت بازرسی بالا
- بازرسی دقیقتر قطعات پیچیده و مواد مرکب
- عدم نیاز به پراب های زاویه ای
- توانایی بازرسی در دماهای بالا
- توانایی بازرسی مواد سمی در محیطهای سمی نظیر پلوتنیوم
- شناسایی ترک سطح و شکستن
- تکنولوژی تعمیر و نگهداری پیشگیرانه برای جلوگیری از شروع SCC
- فن آوری تعمیر به بازگرداندن مواد ترک خورده
- بهره برداری آسان و قابلیت اجرا در فضای باریک
- پاسخ به نیازهای ایمنی سختگیرانه تردر نیازهای فرایند
- امکان آزمایش در خلاء
- توانایی اتوماسیون کردن فرآیند بازرسی

معایب LUT

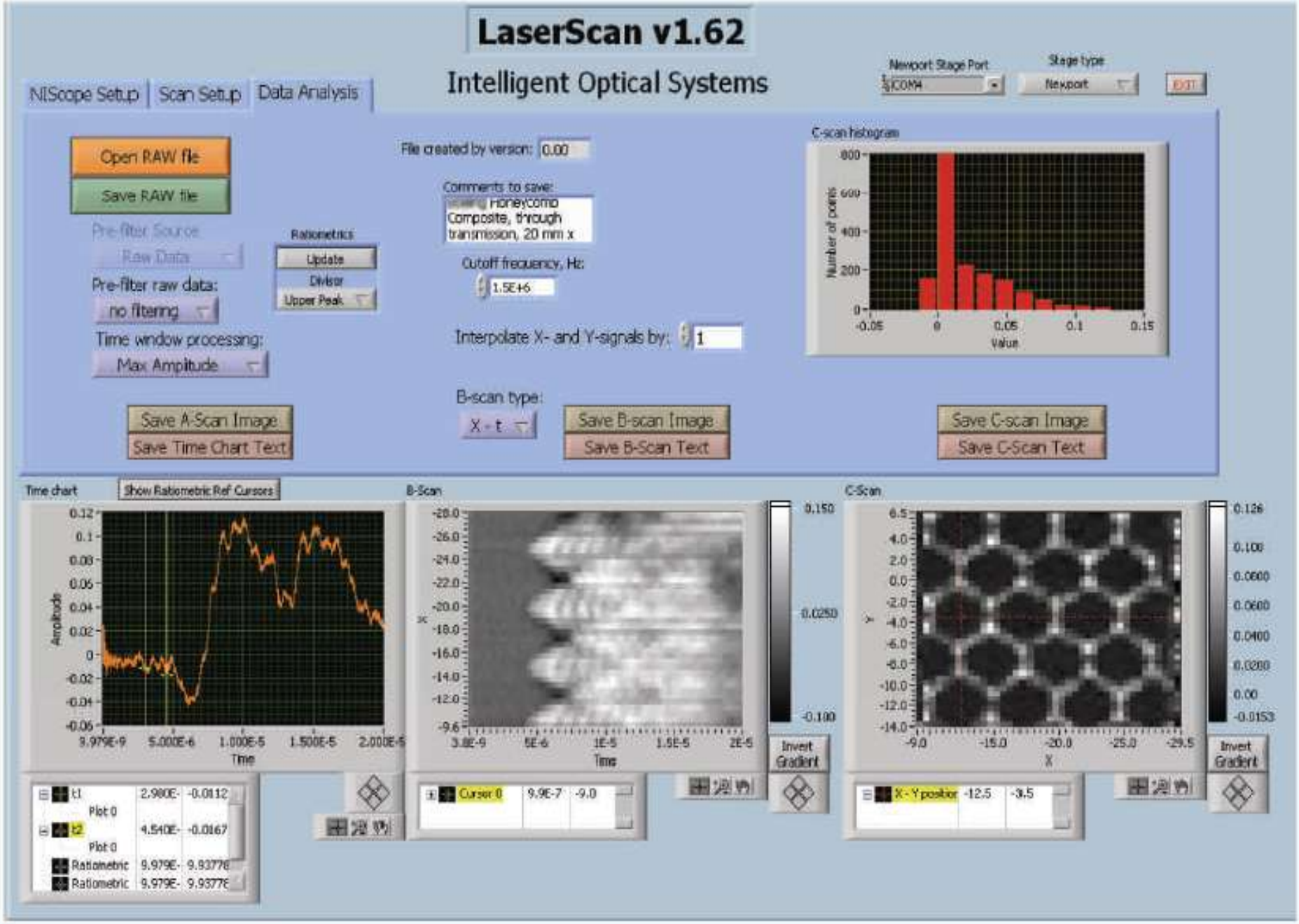
- هزینه زیاد سخت افزاری
- نیاز به آموزش بیشتر
- هزینه تعمیر و نگهداری بیشتر
- کالیبراسیون پیچیده

LASER ULTRASONIC KIT FOR STARTERS

LUKS-1550-TWM



The receiver and probe laser are mounted in a 19” rack. The remote measurement head is fiber coupled.


LaserScan v1.62
Intelligent Optical Systems
NIScope Setup
Scan Setup
Data Analysis
Newport Stage Port
COM4
Stage type
Newport
EXIT
Open RAW file
Save RAW file
Pre-filter Source
Raw Data
Pre-filter raw data:
no filtering
Time window processing:
Max Amplitude
Ratiometrics
Update
Divisor
Upper Peak
File created by version: 0.00
Comments to save:
Honeycomb Composite, through transmission, 20 mm x
Cutoff frequency, Hz:
1.5E+6
Interpolate X- and Y-signals by:
1
C-scan histogram
Number of points
Value
B-scan type:
X - t
Save A-Scan Image
Save Time Chart Text
Save B-scan Image
Save B-Scan Text
Save C-scan Image
Save C-Scan Text
Time chart
Show Ratiometric Ref Cursors
Amplitude
Time
B-Scan
Invert Gradient
C-Scan
Invert Gradient
t1
Plot 0
t2
Plot 0
Ratiometric
Ratiometric
Cursor 0
X - Y position

آرایه فازی فراصوتی

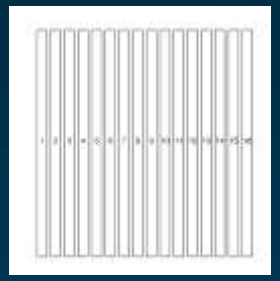
PA

(Phased Array ultrasonics)

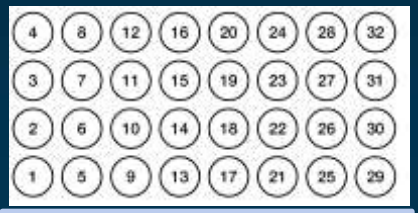
معرفی PHASED ARRAY :

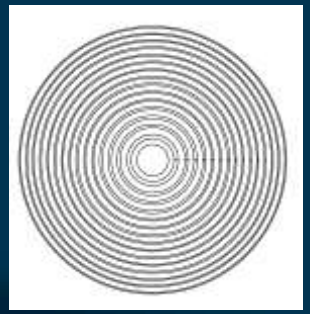
۱. روش PA یک روش دیجیتایز شده تصویری ، از متد های التراسونیک میباشد که در آن به جای استفاده از یک کریستال ، از چند کریستال استفاده میشود.

۲. آنها میتوانند به صورت آرایه تک محوری، دو محوری ویا مدور مورد استفاده قرار گیرند.

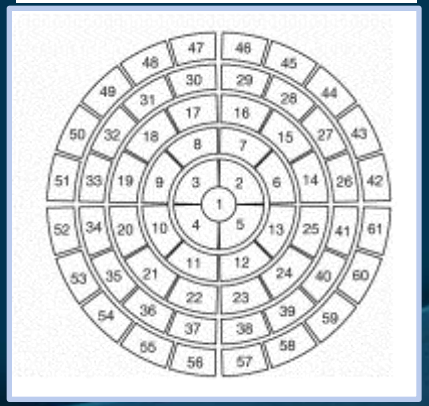


Linear





Circular



1D **2D**

۱. در این روش میتوان یک تصویر دوبعدی از جهت های مختلف از درون قطعه تهیه نمود

۲. دراین روش با بکارگیری ابزاری به نام ENCODER میتوان اطلاعات هرنقطه از مسیر روبش را به دقت به دست آورد

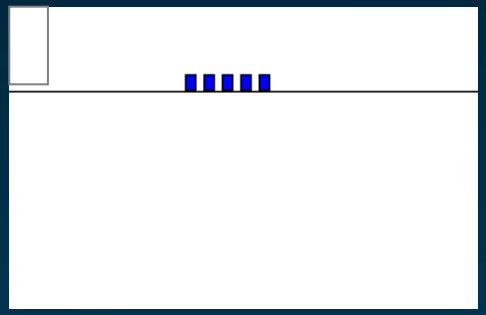
۳. با استفاده از ابزارهای دیجیتالی ، این اطلاعات قابل ذخیره میباشند.

٤. همچنین دسته پرتوصوتی را در یک نقطه متمرکز نمود.(در دستگاه های پیشرفته تر نقطه تمرکز تبدیل به مسیر تمرکز میگردد)

۵. در این روش میتوان با استفاده از نرم افزارهای مختلف تصاویر بدست آمده از یک مسیر یا محدوده یکپارچه را با یکدیگر تلفیق و نقشه یکپارچه بدست آورد.

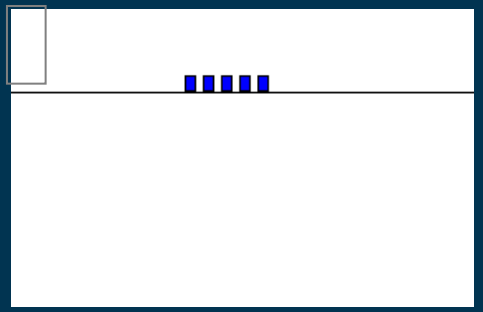
٦. همچنین بدون استفاده از کفشک ، دسته پرتو زاویه دار بدست آورد.

Beam Steering



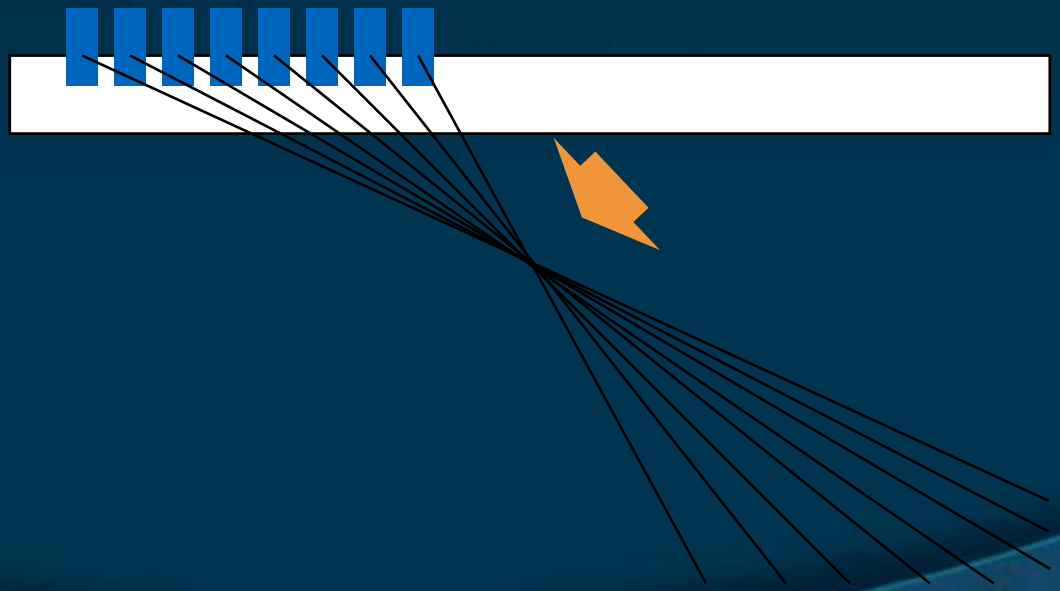
نحوه ایجاد امواج صوتی وروش تمرکز آنها بر روی یک نقطه.

Beam Focusing



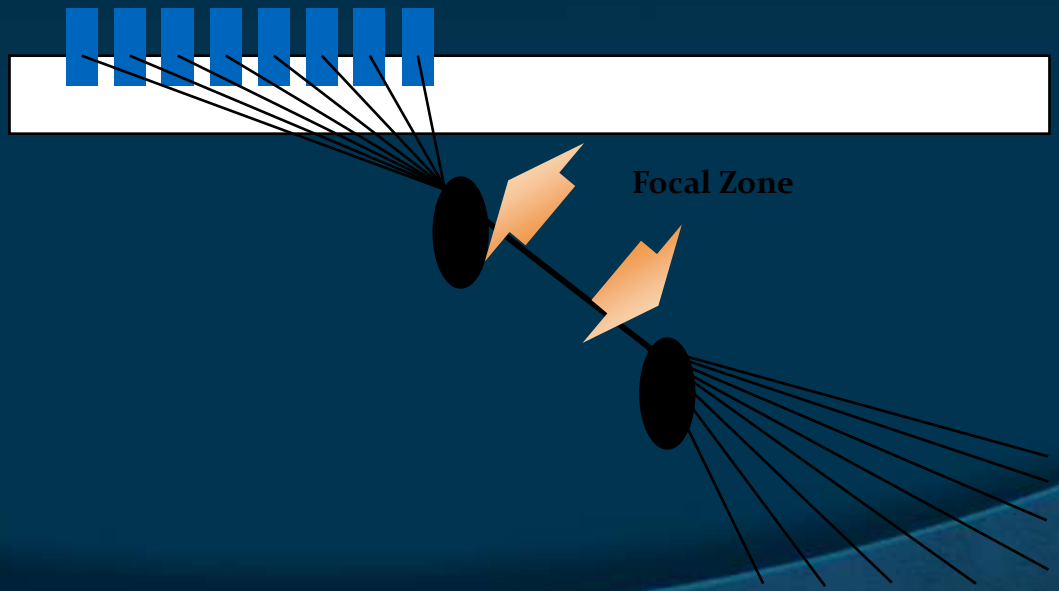
در بعضی از تجهیزات امکان تمرکز دسته پرتو فقط برروی یک نقطه وجود دارد این موضوع باعث میشود تا در نقاطی که تمرکز کمتر هست تصویر بدست آمده از عیوب به درستی قابل تشخیص نباشد.

Single point of focus

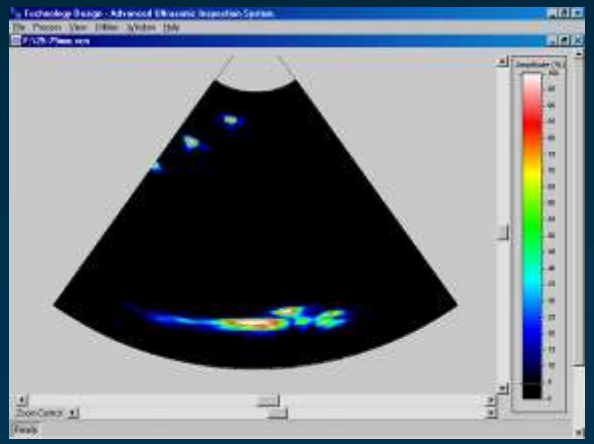
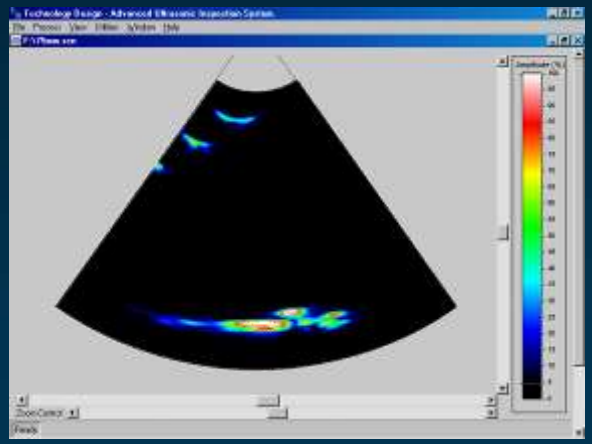
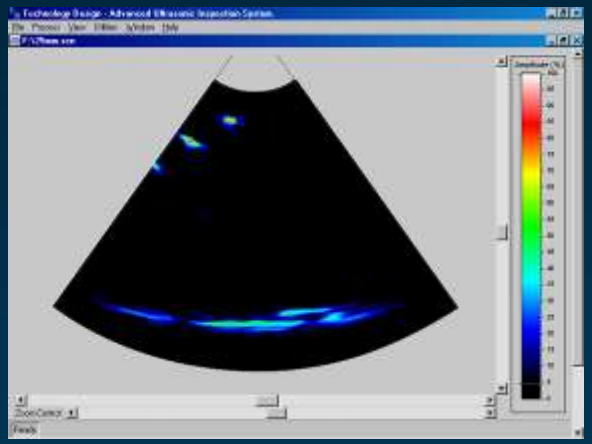


اما در تجهیزات مدرن تر این موضوع رفع شده و به قابلیت DDF یا (تمرکز در راستای عمق) نام گذاری میشود.

Solution = Dynamic Depth Focusing



یک مثال از DDF

Dynamic Focus **25 to 75mm**	Single Focus **75mm**	Single Focus **25mm**
		
• تصویر خوب در زیر سطح	• تصویر ضعیف در زیر سطح	• تصویر خوب در زیر سطح
• تصویر خوب در دیوار پشتی قطعه	• تصویر خوب در دیوار پشتی قطعه	• تصویر ضعیف در دیوار پشتی قطعه

- با توجه به این موضوع یکی از نکات اساسی در انتخاب دستگاهها ، استفاده آنها از سیستم عاملی است که :

۱. قابلیت ذخیره اطلاعات در حجم پایین را داشته باشد.

۲. دارای کمترین اشکال (BUG) در لحظه اجرا باشد.

۳. باسیستم عاملهای رایج در کامپیوتر های شخصی متفاوت باشد.

٤. قابلیت هم پایی با بقیه تجهیزات از قبیل (ENCODER) و ... را داشته باشد.

٥. ...

برخی از این دستگاه ها عبارتند از :

۱- HARFANG

۲- TD-Focus Scan

۳- OMNISCAN

1.HARFANG

معرفی دستگاه HARFANG :

۱. سیستم عامل UNIX

۲. عدم توانایی در ترکیب تصاویر(Marge)

۳. عدم توانایی در انطباق نقشه جوش یا قطعه برروی تصویر جهت تفسیر

٤. عدم توانایی در استفاده همزمان سیستم TOFD و PA

2-TD-Focus Scan

معرفی دستگاه TD-FOCUS :

۱. سیستم عامل WINDOWS XP
۲. توانایی در ترکیب تصاویر(Marge)
۳. توانایی در انطباق نقشه جوش یا قطعه برروی تصویر جهت تفسیر
٤. توانایی در استفاده همزمان سیستم TOFD و PA

3-OMNISCAN

معرفی دستگاه OMNISCAN

۱. سیستم عامل LINUX

۲. حجم بسیار کم سیستم عامل و فایلهای ذخیره شده(۵۱۲ Mb)

۳. توانایی در ترکیب تصاویر(Marge) توسط TOMOVEIW

٤. توانایی در انطباق نقشه جوش یا قطعه برروی تصویر جهت تفسیر

۵. توانایی در استفاده همزمان سیستم TOFD و PA

Manual Encoded Inspection

Automated and Motorized Inspection
بازرسی اتوماتیک و موتوریزه شده

PIPE WIZARD

Tower

Objective: Reduction of manpower

From 10 to 2 operators

From 8 hours to 40 min

Pressure Vessel Inspection

Application: Heavy Industries.

Location: Dubai

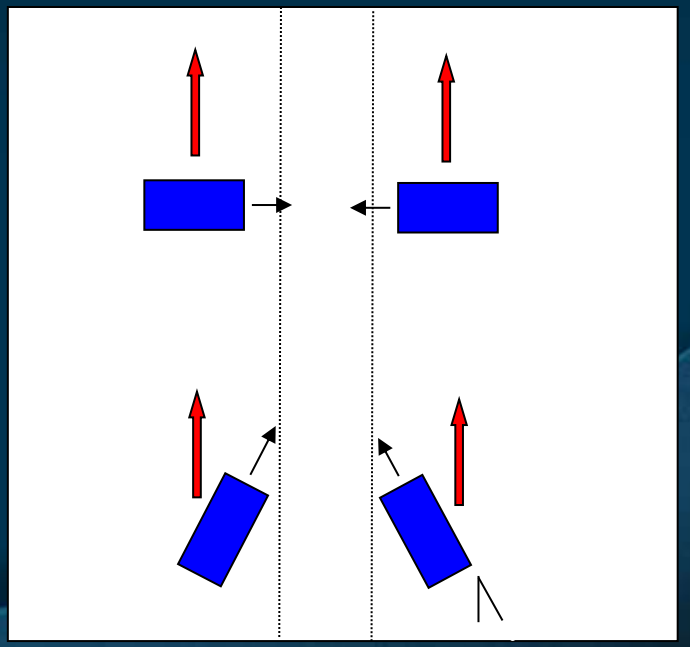
Problem:

- Replacing Radiography.
- جایگزینی پرتونگاری
- Respecting ASME codes.
- استانداردASME
- Temperature: +45 degrees.
- گرمای ۴۵ درجه

The Part

The Technique I

- Semi-automated Phased-Array UT using two probes.
- 4 passes, two on each side of the weld.



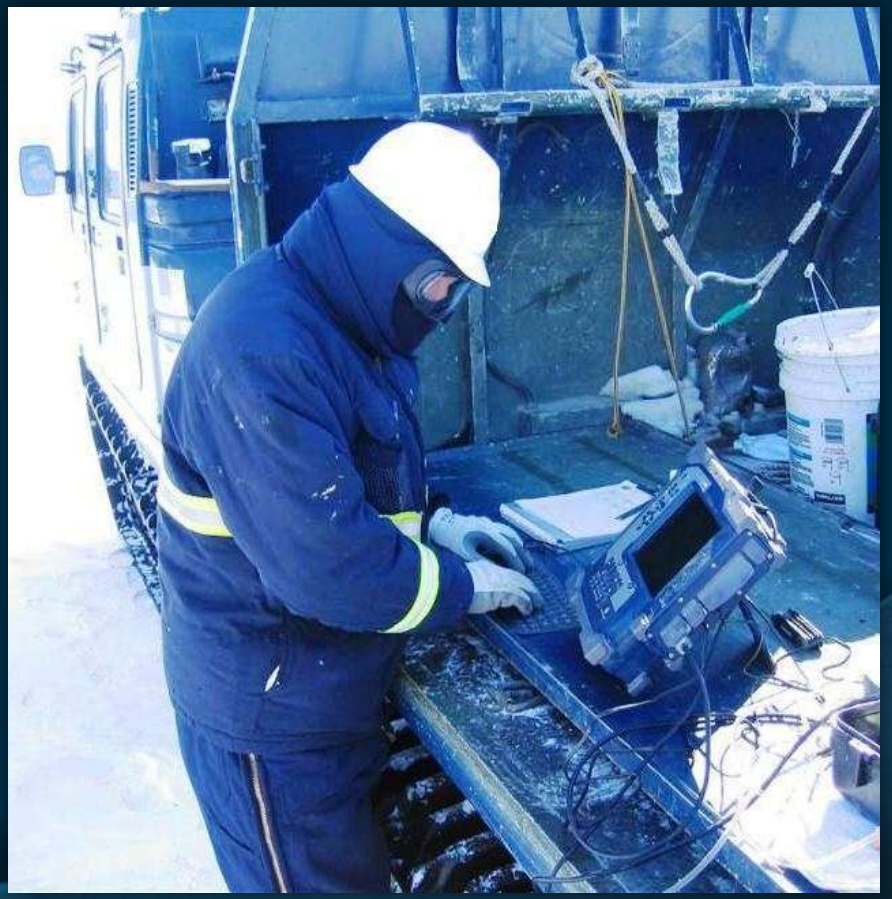
Pipeline Inspection

Application: Petrochemical Industry.

Location: Alaska

Problem:

- Speed and accuracy.
- سرعت و دقت
- Respecting ASME codes.
- استانداردASME
- Temperature: -25 degrees.
- سرمای ۲۵- درجه



توپک هوشمند (پیگ هوشمند)

INTELLIGENT PIG

توپک چیست؟ PIG

ابزار هایی هستند که داخل خط لوله فرستاده میشوند و توسط جریان خط لوله اعم ازنفت ،گاز ، آب و ... حرکت میکنند.

معمولا :

- برای از بین بردن مواد ته نشین شده که موجب مسدود شدن یا کند شدن جریان در خط لوله میشوند.
- شناسایی نقاط اسیب دیده مثل ترکها ، خوردگی ها و... در خطوط لوله از این وسیله بازرسی استفاده میشود.

تاریخچه توپک رانی :

به دلیل عبور نفت سیاه در خطوط لوله های اولیه و ایجاد گرفتگی در خطوط ،جریان عبوری کاهش پیدا کرد و سبب افزایش هزینه پمپاژمواد گردید و این مساله نشاندهنده ی تجمع مواد زاید و جرم در دیواره داخلی خطوط لوله بود .

راههای مختلفی برای از بین بردن مواد زاید به کار بردند ولی در هر بازه زمانی هر کدام به نحوی رد شد. تا اینکه ایده فرستادن یک وسیله در داخل لوله مطرح شد و اولین عملیات توپک رانی در سال ۱۸۷۰ انجام گرفت.

تاریخچه توپک هوشمند :

از سالهای ۸۰-۱۹۷۹ فناوری توپک های بازرسی مورد بررسی قرار گرفت و در سال ۱۹۸۱ اولین بازرسی توپک در خط لوله گازدر بندر frigg انجام شد. این عملیات در ۶ مرحله انجام گرفت که در ۴ مرحله آن کل خط لوله و در ۲ مرحله نیزبازرسی دوباره خط لوله انجام شد.

در سال ۱۹۸۷ شرکت total oil marine plc نسل جدیدی از توپک هوشمند به نام British Gas از نوع توپک مغناطیسی و Pipe tronix از نوع ماورای صوت را به بازار عرضه کرد.

۴-) توپک ها چگونه کار می کنند؟

توپک، تحت فشار ناشی از ماده داخل خط لوله که از پشت آنهاپمپ می شود، از میان خط لوله حرکت می کند در این حالت ماده واسطه در دو شکل وجود دارد:

۱- گاز (Gas) ۲- مایع (Liquid)

هر چیزی که ماده واسط است (گاز یا مایع)
تأثیر قابل توجهی بر مشخصات توپک رانی کاربردی،
بخصوص درمشخص کردن مؤلفه هـای سـرعت توپـک دارد. صـرفنظر از نوع ماده واسط، سرعت توپک تأثیر زیادی بر رانـدمان توپـک رانـی دارد. توپک ها جهت کارکرد با راندمان مناسب با یک دامنه محدود سرعت کـه ممکن است دسترسی به آن مشکل باشد، طراحی میشوند، که این بسـته به ماده واسط یا دیگرعوامل مانند قابلیت نـرخ جریـان محصـول موجـود است.

توپک ها در خط لوله تحت تـاثیر یـک اخـتلاف فشـار در طـول لولـه حرکت میکنند.

آن عبارتست از فشار پشت توپک(p1) منهای فشار جلـوی توپـک (p2) این اختلاف فشار (ΔP) سرعت یک توپک را ایجاد خواهد کرد.

$$(\Delta P) = (p2) - (p1)$$

۵-) توپک ها به ۲ دسته کلی تقسیم میشوند :

۱- توپک های عملیاتی (utilite pig):

برای تمیز کردن ، جدا سازی و آب زدایی خطوط لوله استفاده میشوند.

نمونه :(توپک های بدنه فلزی ،یک تکه و کروی)

۲-توپک های بازرسی خط لوله (in –line inspection tool) :

این نوع توپک ها که به توپک های هوشمند نیز معروفند برای فراهم کردن اطلاعاتی در مورد شرایط خط لوله ، وسعت و موقعیت هر گونه نقص در خط لوله به کار میروند.

انواع توپک های عملیاتی

- **توپک های عکاس:** این نوع توپک ها دارای دوربین ها و نورافکن های مخصوصی جهت عکس برداری از دیواره خط لوله می باشند.

- **توپک های تعیین مشخصه هندسی** : برای ضبط اطلاعاتی در رابطه با موقعیت های تورفتگی ها ، نقاط آسیب دیده ، مقدار زاویه خمش و در کل مشخصات داخلی خط لوله استفاده می شود.
- توپک های نقشه بردار: دارای حس گرهای بسیار ضعیفی برای انتخاب اطلاعاتی در رابطه با کشیدن نقشه خطوط لوله، هسستند.

- **توپک های تمیزکننده** :

توپک هایی هستند که با استفاده از کلاه کها، خراشنده ها، برس ها، می توانند کثیفی ، زنگ زدگی و ... را از دیواره خط لوله پاک کنند.

- **توپک های اندازه گیر** :

این نوع توپک ها قابلیت تغییر شکل در مقابل انسداد خط لوله را دارند و بنابراین پس ازبازیافت توپک هر گونه تغییری گواه بر هر قطعه از خط لوله است.

- **توپک ژلاتینی** :

توپکی که ژلاتینی با ویسکوزیته بالا جهت تمیزکردن خط لوله تولید میکند.

نمونه ای از توپک های عملیاتی

یک تکه

بدنه فلزی

کروی

مقایسه بین توپک های مغناطیسی و ماوراء صوتی :

۱- توپک های ماوراء صوتی دارای دقت بیشتری نسبت به توپک های مغناطیسی هستند.

۲- برای سوراخ های عمیق ناشی از خوردگی قابلیت عملکرد توپک های مغناطیسی بیشتراست.

۳- هردو نوع توپک قابلیت شناسلیی و تشخیص عیوب داخلی و خارجی را دارا هستند.

۴- در یک عملیات توپک رانی بیشترین موفقیت در این است که علت خرابی مشخص شود.

۵- توپک های ماوراء صوتی برای خطوط لوله که محتوای آن مایع است مناسب تر است.

۶- قبل از استفاده از توپک ماوراء صوتی باید دیواره خطوط لوله را کاملا تمیز نمود زیرا موم و ناخالصی از دسترسی پالس های ماوراء صوتی به دیواره خط لوله جلوگیری میکند.

توپک مغناطیسی

مزایا

+ حساس نبودن به ماده داخل لوله
+ حساس نبودن به عدم صافی خط لوله
+ حساس به عیوب داخلی و خارجی
+ حساس در نزدیکی نقاط جوش

معایب

- گران
- محدودیت در برابرضخامت
- حساسیت کم در برابر عیوب کم عمق
- نداشتن امکان گزارش در محل

توپك ماوراء صوت

مزايا

+ حساس به عيوب داخلی و خارجی
+ دارای دقت اندازه گيری بالا
+ نداشتن محدوديت در قبال ضخامت
+ حساس در حضور نقاط جوش

معايب

محدود به خطوط مايع

نداشتن قابليت رانش در فاصله زياد

نداشتن حساسيت به ذرات غيرفلز

ناديده گرفتن خطاهای كوچک

هدف اصلی از اجرای توپک رانی بالا بردن طول عمر و توانایی یک خط لوله است . از جمله هدف های معمول توپک رانی عبارتند از :

۱- بالا بردن کیفیت جریان مواد در خطوط لوله :

با انجام تست های کیفیت به منظور تعین اینکه خط لوله نیاز به توجه خاص دارد یا خیر ، حتی افزایش ٪ ۰/۱ کیفیت یک خط لوله شامل گاز طبیعی میتواند موجب افزایش (یک میلیون فوت مکعب) تولید در روزانه شود.

۲- جدا کردن محصولات :

بوجود اوردن یک رابط یا (واسط) بین دو محصول در منطقه ای که آنها با هم تماس دارند (مانند زمانی که ۲ ماده مختلف با فاصله کمی ازهم در یک خط لوله پمپاژ میشود)

۳- کنترل خوردگی :

با از بین بردن مواد زاید و ته نشین شده در لوله از خوردگی آن جلوگیری میکنند.

۴- هوا گیری و آب زدایی قبل از تست (هیدرو استاتیک) :

تست هیدرو استاتیک شامل ایجاد خلاء در خط لوله و پر کردن ان توسط آب و سپس تحت فشار قراردادن خط لوله دریک فشار مشخص برای مدت زمان معینی است. پس از اتمام تست ، آب موجود در خط لوله باید کاملا از خط خارج شود، برای این منظور از batching / displscement pig برای خارج کردن هوا و آب زدایی بعد از انجام تست هیدرواستاتیک استفاده میشود.

۵- تایید اندازه گیری سرعت جریان مواد در خط لوله :

از توپک های ۲ جهته که با معکوس نمودن جریان در خط لوله بهسادگی به عقب بر میگردند استفاده میشود ،دارای اشکال کروی بوده همراه با کالیبراتور، شامل یک لوله، حاوی یک کره توپراست که همراه با سیگنال دهنده های الکترونیکی توپک و تله توپک (برای گرفتن و پرتاب کردن کره ها) در هر دو انتهای لوله نصب شده اند.

۶- مشخص کردن محل گرفتگی در یک خط لوله جدید :

قبل از ارسال توپک هوشمند توپکی به نام calsca را میفرستند تا از عدم وجود کوچکترین گرفتگی ناشی از عملیات احداث لوله ، جوشکاری و ... اطمینان حاصل شود ، این نوع توپک قابلیت تغیر شکل حداکثر ۲۵٪ را دارد.

طول توپک رانی :

فرمولی برای مشخص کردن طول توپک رانی وجود ندارد، مدت زمان کارکرد یک توپک به کیفیت خط لوله ،سرعت توپک ، طرح توپک ، موقعیت های داخلی خط لوله(ناهموار ، نیم خشن و یا صاف) و در کل به محیطی که توپک درآن حرکت میکند بستگی دارد . Max فاصله ای که هر توپک در یک مسیر طی میکند...

160 km برای خطوط لوله گاز جاری که به تازگی ساخته شده

240 km برای خطوط لوله نفت جاری که به تازگی ساخته شده

320 km برای خطوط لوله نفت خام جاری که به تازگی ساخته شده

آشکار ساز یا (سیگنالور) توپک :

وقتی یک توپک به داخل لوله فرستاده میشود موقعیتش به طور مستقیم مشخص نمیشود. به همین علت به سیستمی نیازمندیم تا موقعیت توپک را به صورت پیوسته یا ناپیوسته در نقاطی از لوله که از قبل مشخص شده اند نشان دهد.

تله های توپک :

این تجهیزات امکان داخل شدن و خارج شدن توپک را فراهم می کنند. تله های توپک بر اساس وظایفی که به عهده دارند، نامگذاری می شوند. مثلاً (پرتاب کننده ها ، دریافت کننده ها ، تله های برنده ، تله های عمومی ، تله های دو منظوره، تله های کروی) از مهمترین انواع تله ها می باشد.

همچنین بر اساس نحوه اتصال می توانند عمودی، افقی، شیبدار یا موقتی نصب شوند. اگر یک خط لوله نیاز به توپک رانی داشته باشد، قابلیت های ارسال ودریافت باید روی آن نصب شود. در واقع این تله ها به گونه ای عمل می کنند که بدون ایجاد کوچکترین تاثیری در پارامترهای خط لوله مانند فشار، توپک ها را وارد یا خارج میکنند .

محک زن زمانی :

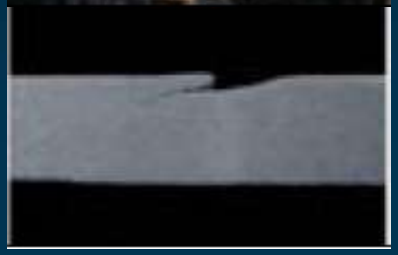
تحویل دقیق زمان عبور یک توپک از موقعیت شناخته شده در خط لوله مساله بسیار مهمی جهت شناسایی موقعیت دقیق توپک در هر لحظه از زمان می باشد. برای این کار از یک محک زن زمانی به نام CD ۴۷ استفاده میکنند. یک سیستم محک زنی برای استفاده هر نوع ازتوپک های هوشمندی است که خوردگی را تشخیص می دهند.

اغلب، یک سری چرخ هایی هستند که "چرخ های مسافت سنج" نامیده می شوند. که با دیوار لوله اتصال برقرار میکنند و در هر زمان که توپک چند اینچی پیش رفته است سیگنال به کامپیوترمی دهند. (همانطور که مسافت سنج در اتومبیل با حرکت انتقالی تایر افزایش می یابد). در این روش توپک می تواند مسافتی که در لوله حرکت کرده است را اندازه بگیرد و بداند که عیوب کجا ها هستند. همان طور که توپک در طول خط لوله حرکت می کند و داده ضبط میکند، مسافت بر طبق چر خهای مسافت سنج در ساختار توپک، آن داده و زمان ضبط داده را مشخص میکند .

نمونه ای از خرابی های خط لوله

خم شدگی

پیچ خوردگی



تا خوردگی

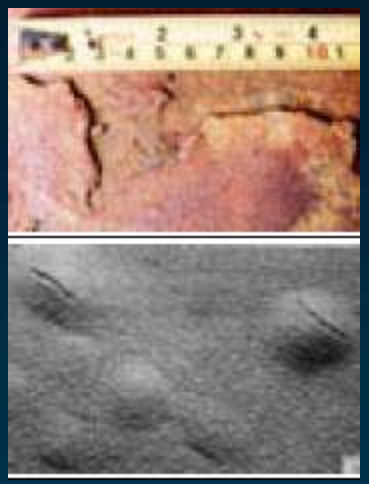
خوردگی خارجی

از بین رفتن جوش

سوراخ

نمونه ای از خرابی های خط لوله

خوردگی پیش رفته



ورقه ورقه شدن

تاول به همراه ترک

ترک عمیق

کندگی

تو رفتگی

توپک هوشمند (بر اساس نشتی شار مغناطیسی)

MFL

(Magnetic flux leakage)

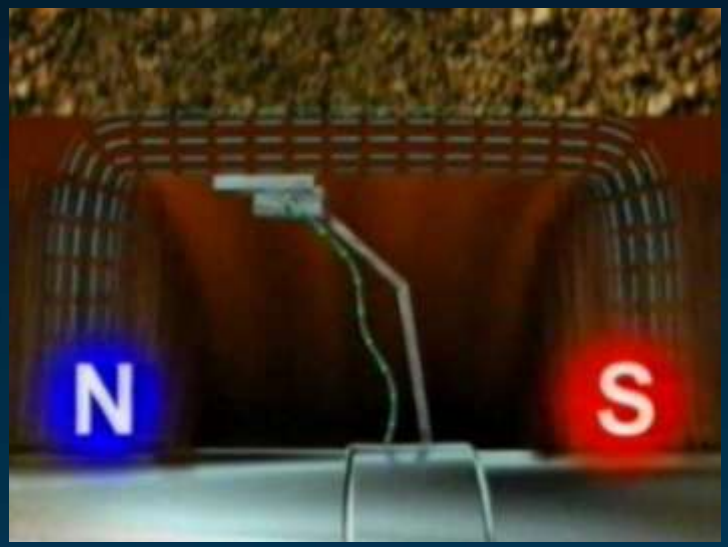
توپک هوشمند یا پیگ هوشمند چیست

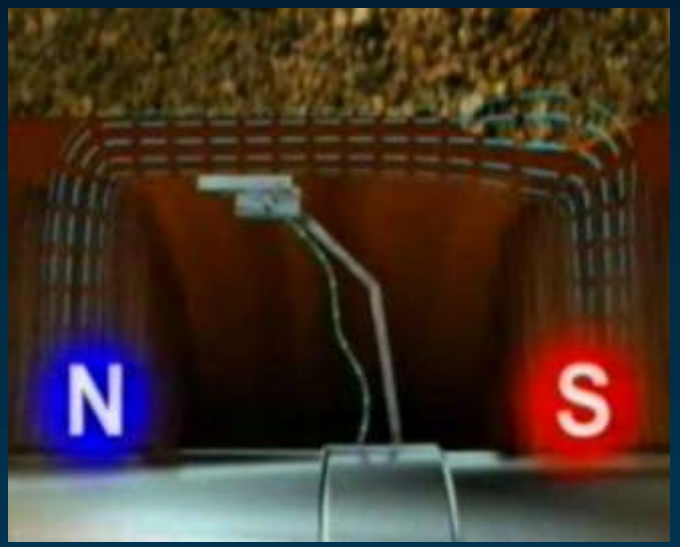
توپک های هوشمند MFL باسابقه ترین و رایجترین روش ارزیابی خط لوله جهت تشخیص نواحی خوردگی فلز در خطوط لوله نفت و گاز می‌باشد. این روش قادر است خوردگی فلز و بسیاری از خرابی‌های خط لوله را با اطمینان بالایی آشکار سازد. گرچه MFL برای تعیین وضعیت هندسی و متالوژیکی خط لوله طراحی نشده است ولی در پاره‌ای از موارد برای نیل به این منظور نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

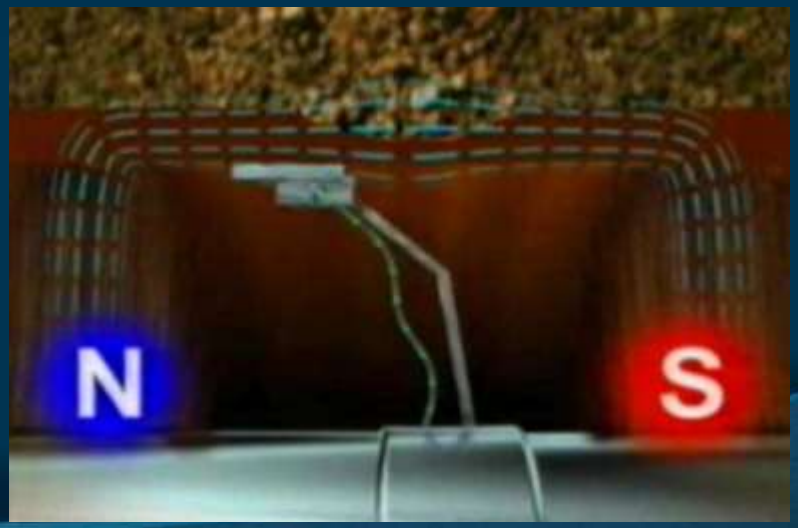
ارزیابی خط لوله به روش MFL معمولاً به منظور آشکارسازی، تعیین محل و تعیین مشخصات کاهش ضخامت (Metal Loss) و سایر خرابی‌ها (Anomaly) در خطوط انتقال نفت و گاز صورت می‌گیرد. خرابی‌های خط لوله بسیار متنوع‌اند و همهٔ انواع خرابی‌های خط لوله توسط High Resolution MFL قابل شناسایی نیستند. ولی این توپک قادر است بسیاری از خرابی‌های مهم و متداول خط لوله را با درصد اطمینان بالایی تشخیص دهد.

روش MFL

مفاهیم بکار رفته در روش MFL بسیار ساده می‌باشد. امّا کاربرد آنها در ادوات ارزیابی خطوط لوله، تکنولوژی نسبتاً بالایی را طلب می‌کند. در ادامه به اختصار به توضیح مفهوم روش MFL می‌پردازیم .یک سیستم مغناطیس کننده که معمولاً از نوع آهن ربای دائمی بوده و برروی بدنهٔ توپک High Resolution MFL نصب می‌شود. همواره در طول حرکت توپک قسمتی از لوله را که با آن در تماس است، مغناطیس می‌کند و باعث عبور شار در آن قسمت از دیوارهٔ لوله می‌شود. وجود نواحی خراب در دیوارهٔ لوله که ضخامت کمتری نسبت به قسمتهای دیگر دیوارهٔ لوله دارند باعث ایجاد یک شار نشتی در اطراف این قسمتها می‌گردد. و این به شرطی روی می‌دهد که میزان شار عبوری از دیوارهٔ لوله در حوالی حد اشباع مغناطیسی لوله باشد، در چنین شرایطی شار از هر دو طرف لوله (در ناحیه خرابی) نشت می‌کند. سنسورهای تعبیه شده برروی بدنه توپک که به دیوارهٔ لوله نزدیک هستند دائماً میزان شار نشتی از دیواره لوله را اندازه‌گیری می‌کنند و در حوالی نقاط خراب از خط لوله به


N
S


N
S


N
S

علت ایجاد شار نشتی بیشتر، خروجی سنسورها مقدار بیشتری را نشان می‌دهد. سنسورها توسط یک سیستم نمونه‌برداری و ثبت داده، در حافظهٔ سیستم ثبت می‌شود و در انتهای توپک‌رانی، داده های ثبت شده در حافظهٔ سیستم توسط سخت‌افزار رابط خاص به کامپیوتر وارد می‌گردند و توسط نرم‌افزار تحلیل داده مورد پردازش قرار می‌گیرند تا عیوب خط لوله از آن استخراج گردد. لازم به ذکر است توپک مجهز به یک سیستم ادومتر است که وظیفهٔ فاصله‌یابی را در طول توپک‌رانی برعهده دارد. ادومتر متشکل از یک یا چند چرخ و بازو است که با دیوارهٔ داخلی خط لوله در ارتباط است و با حرکت توپک در داخل لوله، چرخ متصل به سر بازو می‌چرخد و تعداد دور چرخش آن توسط سیستم ثبت داده، در حافظه ثبت می‌گردد و از روی این مقادیر، فاصلهٔ پیموده شده توسط توپک محاسبه می‌گردد.تشخیص نوع خرابی از روی نحوهٔ نشت شار در اطراف محل خرابی توسط سیستم تحلیل داده، تشخیص داده می‌شود و بسیاری از انواع خرابی‌های متداول خط لوله بدین طریق قابل شناسایی می‌باشند.

اجزاء توپک MFL

۱- بخش سنسور و ابزار دقیق:

این بخش که در واقع قلب توپک MFL+ به شمار می‌رود یکی از اصلی‌ترین بخش‌های توپک MFL+ است

این بخش شامل سنسور های مختلف می‌شود که هر یک از آنها وظیفه مشخص و جداگانه‌ای دارند . دسته اول از این سنسورها عبارتند از :

الف) سنسور های نشت شار مغناطیسی (MFL)

ب)سنسورهای ادومتر

ج)سنسورهای اندازه‌گیری دما ، فشار و شتاب

۲ - بخش جمع آوری و ذخیره سازی داده

این بخش شامل سخت افزار مورد نیاز برای جمع‌آوری داده از کلیه سنسورها و ذخیره سازی داده‌ها درحافظه است به نحوی که بتوان در پایان عملیات توپکرانی توسط یک سیستم انتقال داده(Data Logger)، داده‌ها را از حافظه توپک به کامپیوتر انتقال داد. این بخش به چهار قسمت عمده و مهم به شرح زیر تقسیم می‌شود:

الف) بخش فیلترها و مبدل‌های سگینال

ب) بخش سخت‌افزار جمع‌اوری داده

ج) بخش ذخیره داده و حافظه

د) سخت‌افزار انتقال داده

بخش تغذیه و مدارات محافظ :

این بخش شامل مجموعه باطریها و کلیه مدارات جانبی و مدارات محافظ می باشد و وظیفه تأمین انرژی بقیه مدارات و سنسورها را در توپک بر عهده دارد.

بخش پردازش داده و تشخیص الگو :

این بخش بیشتر شامل عملیات نرم‌افزاری می‌شود و سخت‌افزار قابل ملاحظه‌ای درتوپک MFL نخواهد داشت ولی در نتیجه کار و عملکرد کلی توپک بسیار تأثیرگذار خواهد بود. از آنجا که قرار است توپک MFL+ پس از طی خط لوله خرابیها، خوردگیها و به طور کلی عیوب خط لوله را همراه با اطلاعاتی از قبیل عمق، طول و عرض خرابیها و همچنین مکان خرابی گزارش نماید، لذا می‌بایست فرآیند تشخیص ویژگیهای عیوب توسط یک نرم آفزار تشخیص الگو انجام گیرد و برای این منظور لازم است یک سری داده نمونه جهت تهیه بانک داده اولیه تهیه و در اختیار بخش تشخیص الگو قرار گیرد.

بخش کنترل هوشمند:

این بخش بیشتر وظیفه کنترل فرآیند نمونه برداری و ذخیره سازی داده را به صورت هوشمند و با توجه به شرایط pig در داخل خط لوله بر عهده دارد. از جمله وظایف این بخش، تنظیم نرخ نمونه برداری سنسورها با توجه به سرعت حرکت توپک در داخل خط لوله می‌باشد. مدیریت توان و انرژی مصرفی در توپک نیز در طول فرآیند توپک رانی بر عهده این بخش می‌باشد.

مگنت:

بخش مگنت در توپک MFL+ جز اصلی ترین بخش هاست که وظیفه تولید شار و انتقال آن به دیواره لوله را بر عهده دارد. همانطور که در مقدمات بحث اشاره شد اصل روش MFL+ بر پایه اندازه گیری نشت شار تزریق شده به دیواره لوله می‌باشد. پس آنچه مهم است نشت شار مغناطیسی در محل‌های خرابی در خط لوله است. لازم است بدانیم که نشت شار مغناطیسی از دیواره لوله زمانی به وقوع می‌پیوندد که :

الف) حجم شار گذرنده از دیوار لوله در حد اشباع مغناطیسی آن باشد.

ب) خرابی یا عیب در دیواره لوله به گونه‌ای باشد که هم جهت و هم راستا با مسیر شار نباشد

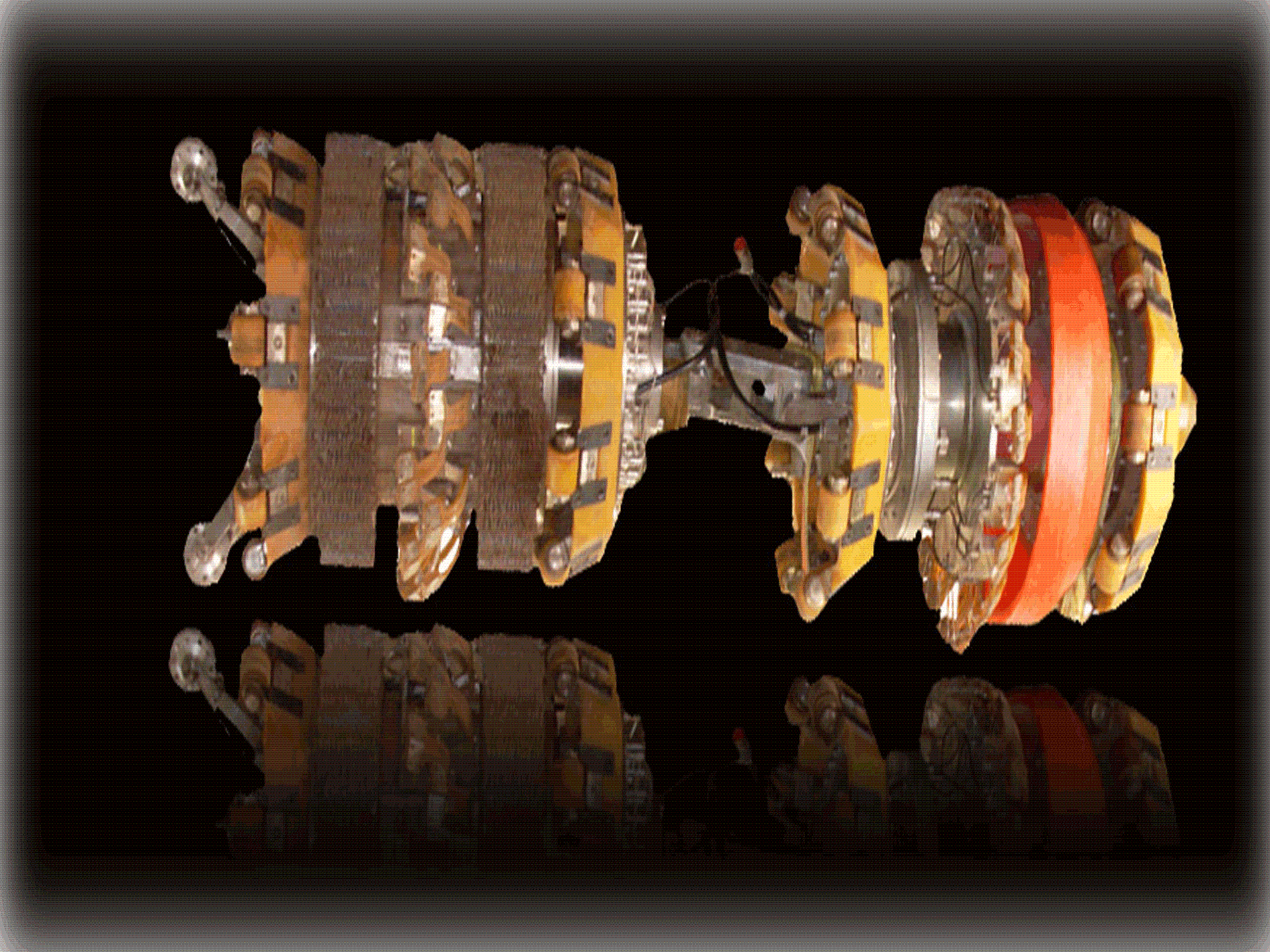


Figure 5: Manoeuvring the Magnetic Flux Leakage Pig into the Pipeline

ترموگرافی

THERMOGRAPHY

انواع موج :

۱) امواج گاما
۲) اشعه ایکس
۳) نورهای ماوراء بنفش
٤) نورهای قابل دید
٥) امواج مادون قرمز ✓
٦) مایکروویو
۷) امواج رادیویی

امواج مادون قرمز

منبع اصلی امواج مادون قرمزحرارت یا به عبارت دیگر امواج حرارتی می باشد.

ترموگرافی چیست؟

آنالیز ترموگرافی که به نامهای گرما نگاری، ترمو ویژن و تصویر برداری حرارتی نیز شناخته می شود ، تکنیک مهمی است که از این طریق کلیه اشکالاتی که منجر به تغییر در الگوی توزیع دمای سطحی می شوند، قابل شناسایی خواهند بود.

کاربرد

سیستم ترمو ویژن در محل‌ها و دستگاه هایی که عامل گرما می تواند فاکتور مهمی در بازگویی مشخصات دستگاه باشد ، قابل بهره برداری است.

- پزشکی (اسکنرها، تشخیص انواع سرطان‌ها، سوختگی‌ها و ...)
- ایمنی آتش (تشخیص محل نشت مواد آتش زا، عملیات نجات، کنترل آتش و ...)
- پلیسی (کنترل آشوب و شورش، کنترل محیط، شناسایی، خنثی‌کردن بمب و ...)
- امنیتی (نظارت تصویری پیشرفته)
- نـظامی (دیده‌بانی، عکسبرداری،رادارهای پسیو و ...)
- جنگلبانی (کنترل حیوانات، کنترل آتش‌سوزی، کنترل محیطی و ...)

کاربرد صنعتی

- بازرسی خوردگی لوله ها
- سطوح مخازن
- پره های توربین
- یاتاقانها
- عیوب داخلی بتن
- تلفات حرارتی ساختمان
- بازرسی عایق ها
- کیفیت قطعات به هم چسبیده و کامپوزیت ها
- خطوط الکتریکی و تجهیزات انتقال و توزیع برق

روش اجرا

داده برداری به کمک ترمومتر لیزری

داده برداری به کمک دوربین ترموگرافی

اجزاء سیستم تصویر برداری حرارتی

۱ – سیستم اپتیکی جمع کننده Objective

قسمت جمع آوری تابش حرارتی جسم و کانونی نمودن آن در یک نقطه و ایجاد یک تصویر حرارتی از جسم

۲ – آشکار ساز Detector

آشکارسازها وسایلی هستند که تابش مادون قرمز جمع آوری شده را به تصویر مرئی تبدیل می کنند.

۳ – اسکنرها Scanner

انتقال اطلاعات صفحه هدف بروی آشکار ساز می باشد .

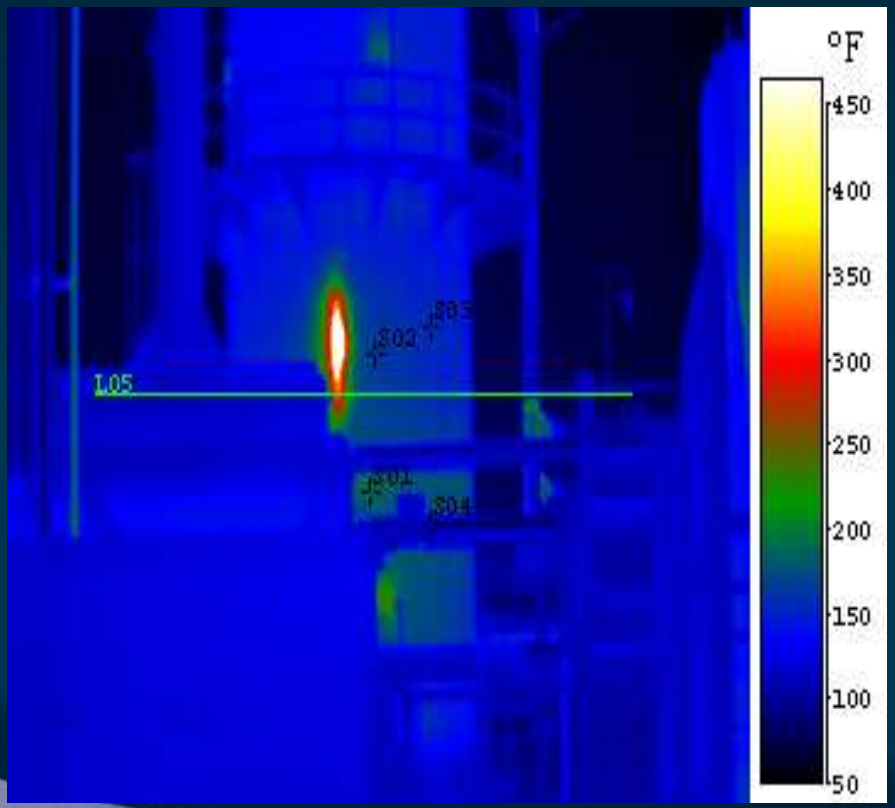
۴ – مدارات الکترونیکی

a)منابع تغذیه b)تقویت گرها c)پردازشگرها d) نمایش گر

۵ – سیستم اپتو مکانیک Eyepiece

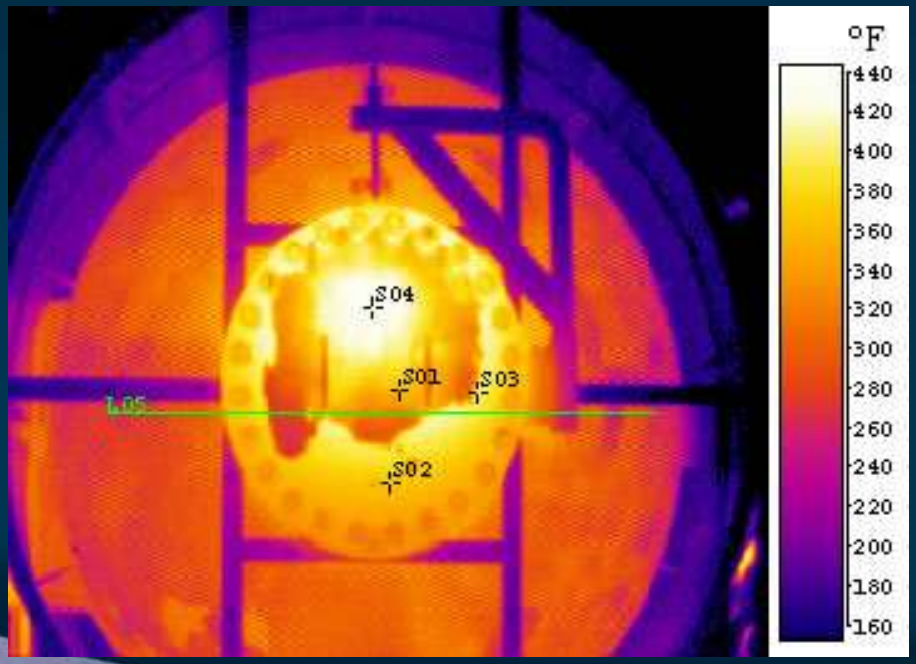
مجموعه چشمی قابلیت روئیت تصویر تشکیل شده را به ناظر می دهد .

تصویر مربوط به بویلر پروپان یک پالایشگاه گازی است. همانطور که می بینید یک نقطه هات اسپات بر روی بدنه وجود دارد که احتمالاً بواسطه آسیب دیدگی عایق حرارتی از این ناحیه است.

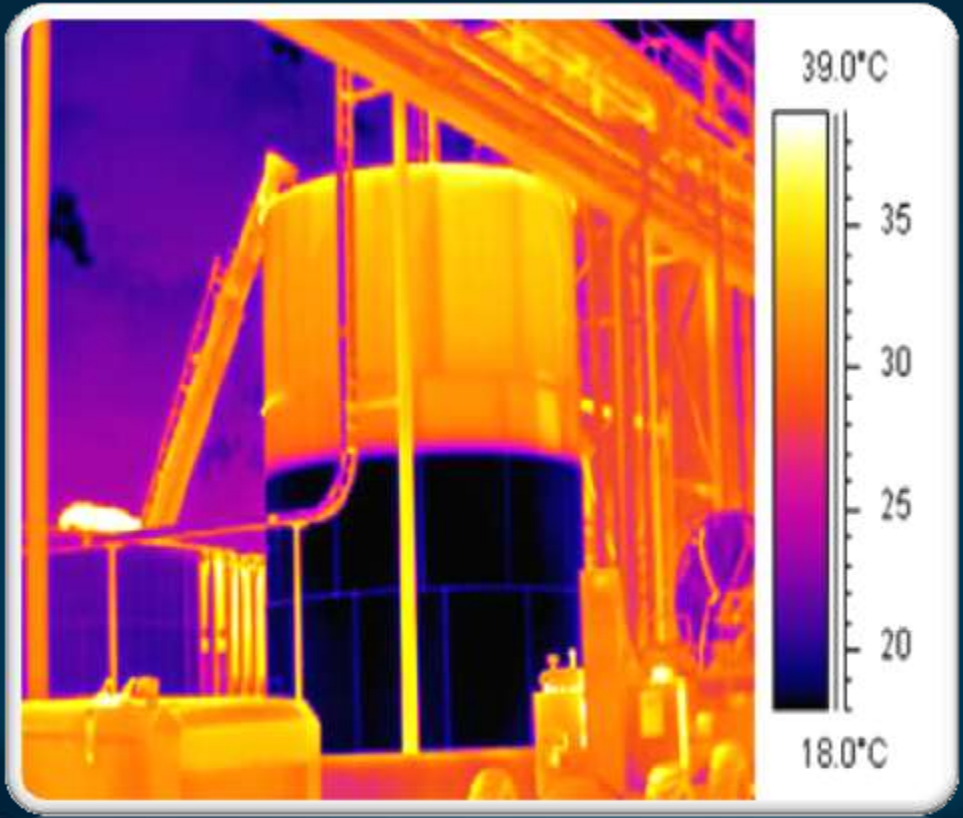


تصویر مربوط به یک بویلر است که از ناحیه منهول دارای دمای غیرعادی است

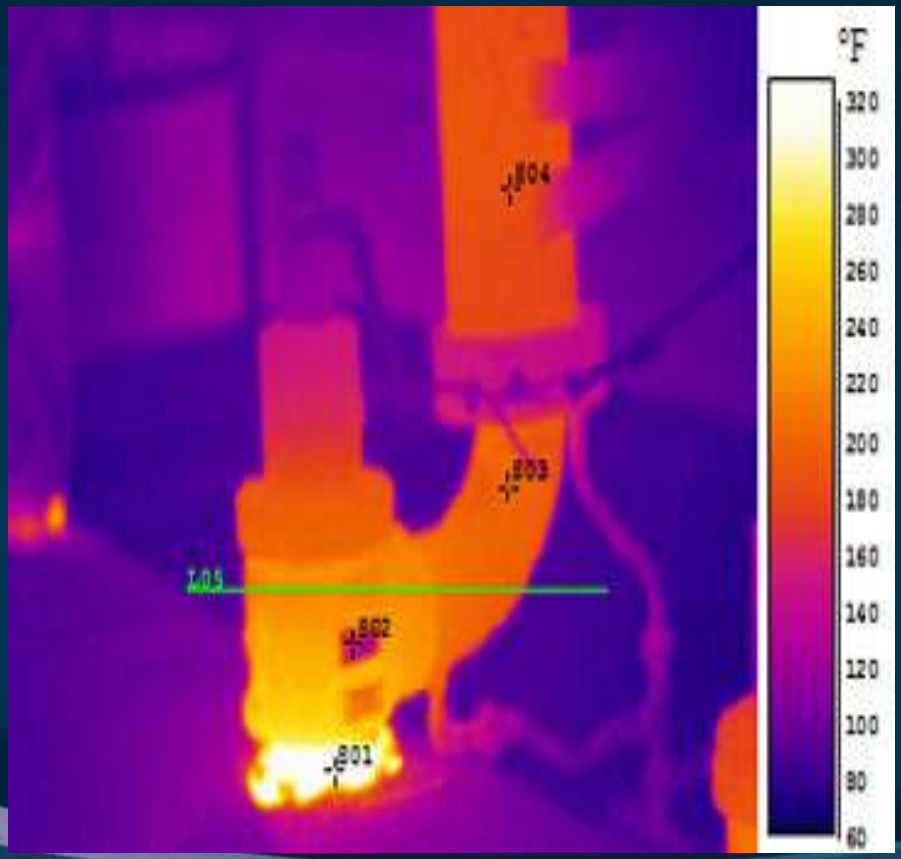
تا حدی که رنگ آن علیرغم ضد حرارت بودن ، صدمه دیده است.



تعیین سطح مایع در مخزن



تصویر مربوط به شیر اطمینان یک بویلر است که دچار نشتی داخلی می باشد . این امر اگر چه خطرناک نیست اما منجر به هدر رفتن انرژی می شود .



عوامل مؤثر بر کیفیت تصویر

- مانیتور (تشعشعات ، کنتراست و فاصله از شخص مشاهده)
- موضوعات صفحه (مشخصات هدف ، مشخصات زمینه ، حرکت و انعکاسات)
- مشخصات سیستم تصویر حرارتی (حد تفکیک، حساسیت ، نویز و خروجی به ورودی دوربین)
- ضریب عبور از اتمسفر (مه ، باران و غبار)
- مشخصات فنی سیستم
- فاصله
- دمای کلی محیط

رده های دقت و تشخیص تصویر

۱- Detection صفحه (مشخصات

حس کردن و یا آشکار نمودن جسم .(معمولاً دیدن جسم بصورت یک لکه)

۲- Orientation

تشخیص ابعاد کلی سیستم را انجام می‌دهد . (تشخیص طول و عرض)

۳- Recognition

تشخیص رده هدف است . مثلاً نشان دهد جسم هواپیما است یا هلیکوپترها.

۴- Identification

تشخیص و تمایز هدف در بین اجسام هم خانواده خود می‌باشد . مثلاً اینکه جسم چه نوع هواپیمایی است .

*** در واقع از حالت ۱ به ۴ که پیش می رویم ، تعداد پیکسلها زیادتر شده و تصویر با کیفیت بهتری نشان داده می‌شود.

مزایای دوربینهای حرارتی نسبت به دید در شب

- این دوربینها توانایی ایجاد تصویر در شب و روز را دارا می باشند .
- در این دوربینها نور ابدا اهمیتی ندارد و برای مثال اگر این دوربینها روبروی یک پروژکتور ۱۸۰۰۰ وات قرار بگیرد هیچ تاثیری در تصویر خروجی دوربین نخواهد داشت.
- دوربینهای دید در شب برای روئیت هدف نیاز به یک منبع کمکی دارند. اما دوربین حرارتی نیاز به منبع خارجی ندارد و تابش خود اجسام را دریافت می کند.
- اینگونه سیستمها قابلیت انتقال تصویر بروی مانیتور را دارند. یعنی می توان تصویر را هم دورن چشمی مشاهده نمود و هم می توان تصویر را به یک مانیتور خارجی ارسال کرد.

بررسی کیفیت پوشش به کمک روش شیب پتانسیل

DCVG

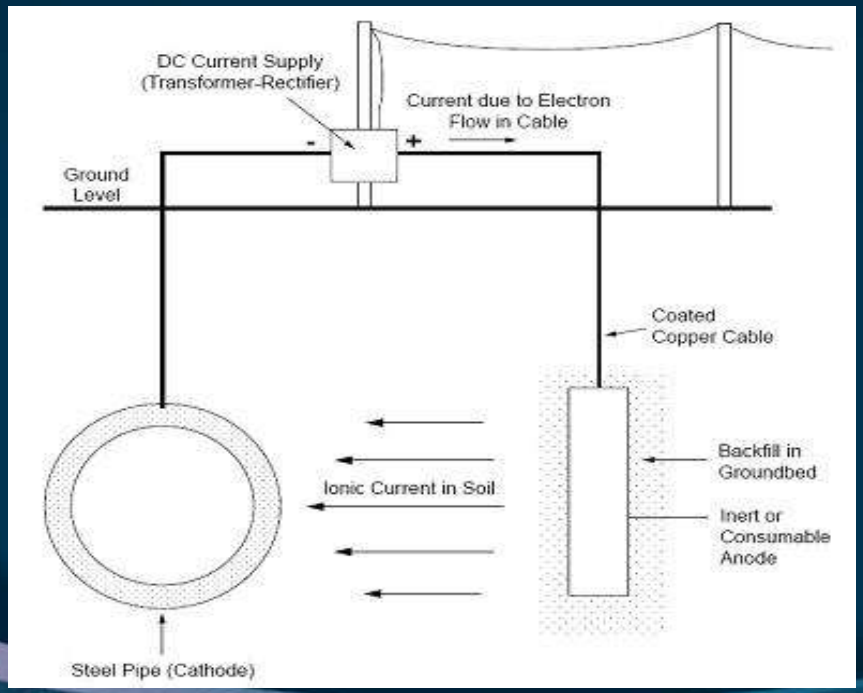
(DC Voltage Gradient)

شایع ترین خوردگی ایجاد شده در خطوط لوله زیر زمینی مربوط به خوردگی خارجی لوله ها می باشد که ناشی از تخریب پوشش لوله بوده و با تخریب پوشش لوله ها شرایط جهت ایجاد خوردگی در سطوح خارجی لوله فراهم می گردد.خوردگی در زیر پوشش لوله شامل خوردگی یکنواخت ، حفره دار شدن و خوردگی شیاری می باشد.

حفاظت کاتدی به دو شیوه اعمال می گردد :

۱- جریان اعمالی Impressed current

۲- آند فدا شونده sacrificial anode



طبق استانداردهای موجود روش های متفاوتی برای ارزیابی پوشش لوله های زیرزمینی وجود دارد این روشها عبارتند از :

۱ – اندازه گیری مقاومت الکتریکی پوشش

۲ – اندازه گیری میزان میرائی جریان و پتانسیل

۳ – حفاظت کاتدی در طول خطوط لوله ،(Attenuation test)

۴ – بررسی کیفیت پوشش به کمک روش شیب پتانسیل (DCVG)

۵ – بررسی کیفیت پوشش خطوط لوله به روش اندازه گیری پتانسیل خط(CIPS)

۶ – بررسی کیفیت پوشش خطوط لوله مدفون در خاک به روش Pearson

۷ – بازرسی پوشش خطوط لوله به روش C-Scan

- بررسی کیفیت پوشش به کمک روش شیب پتانسیل (DCVG) :
- تکنیک DCVG دقیق ترین شیوه موجود برای مشخص کردن انواع خرابی های پوشش خطوط لوله می باشد .فارغ از این که بر روی چه سطحی (خاک، آسفالت، بتن و حتی آب) اقدام به بازرسی از خط لوله می شود یا از چه نوع پوششی استفاده شده است .این دستگاه خرابی های پوشش به کوچکی نوک انگشت را با اختلاف چند سانتی متر بر روی لوله ای که در عمق یک الی دو متر مدفون شده است را مشخص می کند این تکنیک بسیار انعطاف پذیر بوده و می تواند شبکه های پیچیده خطوط لوله موجود در پالایشگاه ها، پتروشیمی ها، ایستگاههای تقویت یا تقلیل فشار گاز، خطوط لوله موازی و متقاطع، لوله های موجود در خیابان های شهر و یا عبوری از رودخانه ها، دیاچه ها و حتی لوله هایی که در زیر خطوط انتقال برق فشار قوی قرار دارند را مورد بازرسی قرار دهد .

اجزاء دستگاه DCVG :

- دستگاه DCVG تشکیل شده است از:
- ۱ – یک عدد ولتمتر عقربه ای صفر در وسط با حساسیت زیاد(امپدانس داخلی ۱۰اهم)
- ۲ – یک عدد قطع و وصل کننده جریان قابل تنظیم و سازگار با ولت متر
- ۳ – دو عدد الکترود عصایی مس / سولفات مس، متناسب با ولت متر

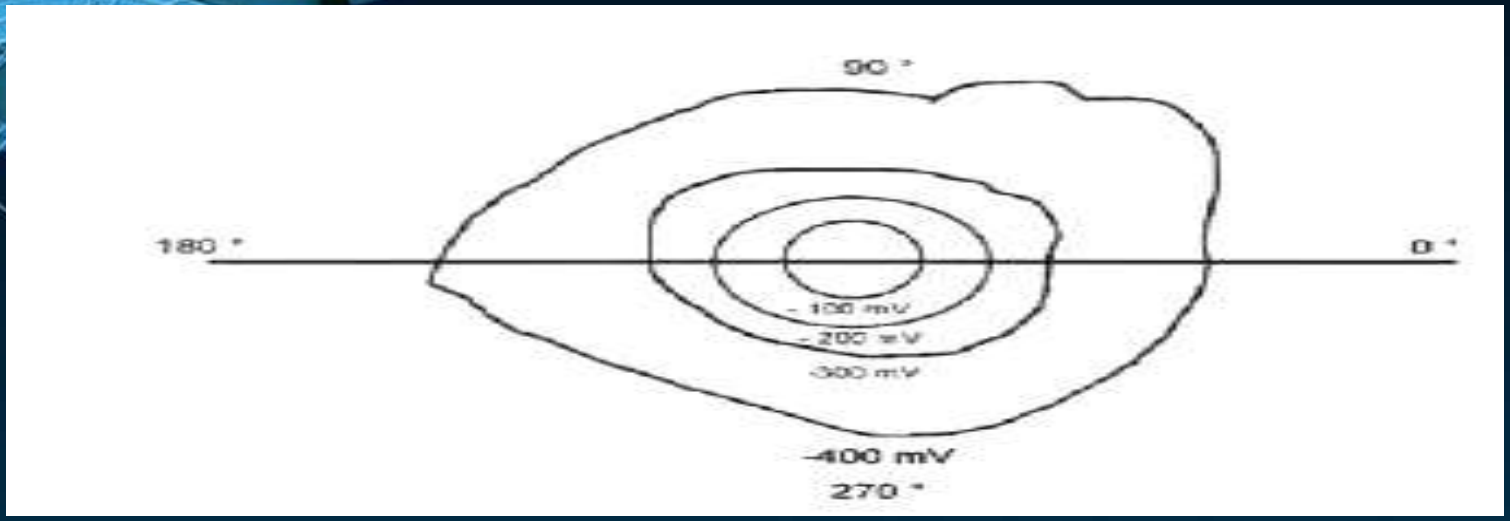
مبانی روش DCVG :

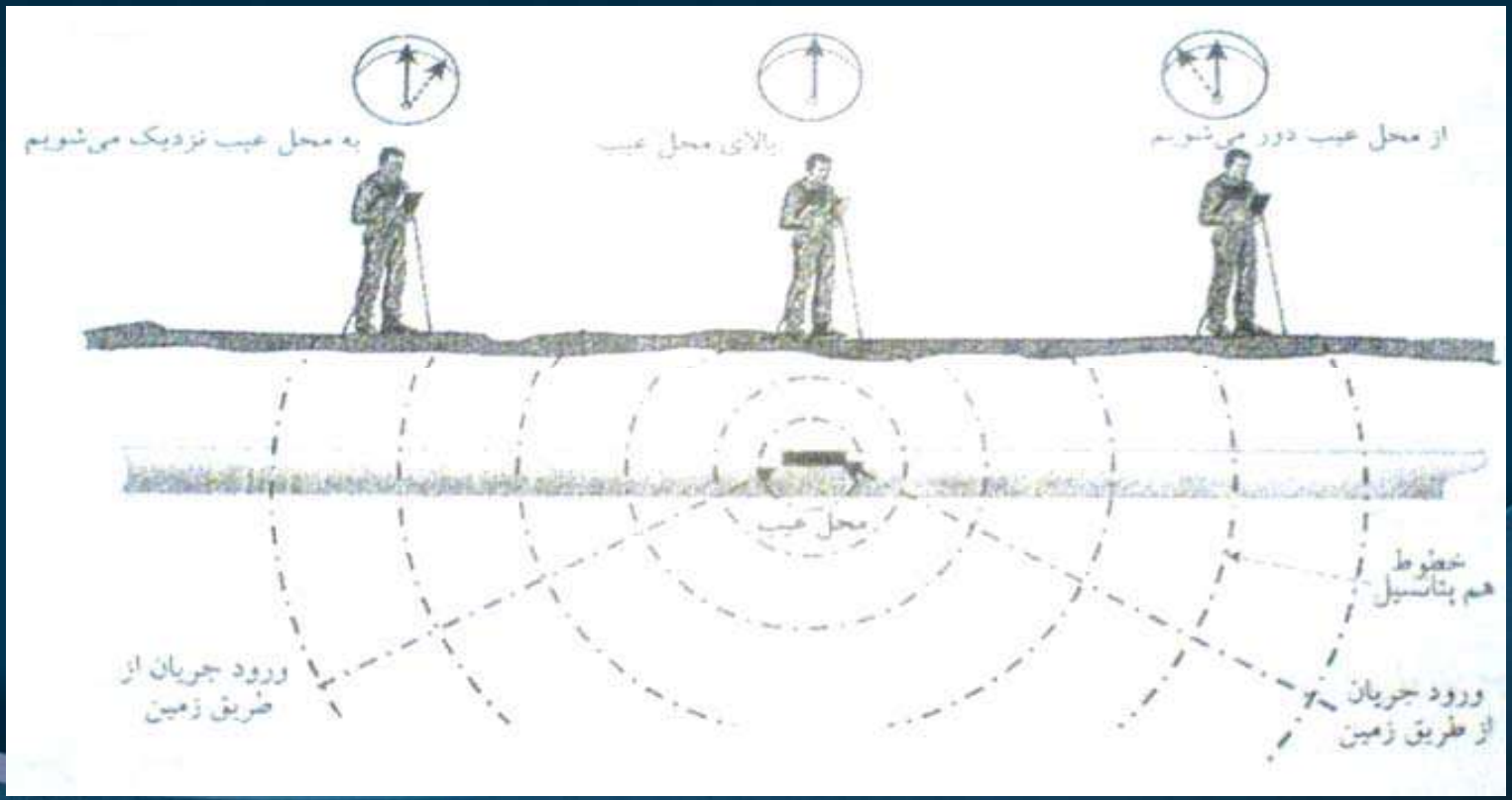
خط لوله ای را در نظر بگیرید که تحت حفاظت می باشدولی در قسمتی از مسیر به علت خرابی پوشش، لوله به زمین اتصال پیدا کرده است .بدیهی است که جریان حفاظتی از این محل و از طریق زمین وارد لوله می شود ورود جریان از طریق زمین به لوله ، با درنظرگرفتن مقاومت خاک محل ، باعث ایجاد افت ولتاژی در زمین اطراف محل عیب می گردد که نتیجه آن بصورت دوایری هم مرکز ولی دارای پتانسیل متفاوت ظهور می کند .

هر چقدرعیب پوشش بزرگتر باشد به همان میزان افت ولتاژ (گرادیان و یا شیب ولتاژ) بیشتر می شود باید بگوییم که اصل کار دستگاه DCVG پیدا کردن کوچکترین دایره افت ولتاژی اطراف محل عیب است .

نحوه عیب یابی با تکنیک DCVG:

با گذاشتن یکی از الکترودها روی زمین در مسیر لوله وبالای محل عیب وقراردادن الکترود دیگر به فاصله ۱/۵تا ۲متری از الکترود اول وعمود بر مسیر لوله مقدار شیب پتانسیل را اندازه گیری ویاداشت میکنیم وبا تعیین موقعیت های عیوب به وسیله بررسی انحرافات ولتاژ بر روی ولتمتر دستگاه قابل اندازه گیری است. نتیجه انجام آزمون مذکور دیاگرامهای پتانسیل – فاصله می باشد که با بررسی این دیاگرام و بررسی نقاط کاهش و افزایش پتانسیل می توان به عیوب پوشش ، تغییرات مقاومت خاک ، اتصالات فلزی و در شرایط خاص جریانهای سرگردان پی برد.


90 °
180 °
0 °
- 100 mV
- 200 mV
-300 mV
-400 mV
270 °


به محل عیب نزدیک می‌شویم
بالای محل عیب
از محل عیب دور می‌شویم
محل عیب
خطوط هم پتانسیل
ورود جریان از طریق زمین
ورود جریان از طریق زمین

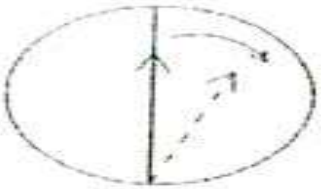
توانمندی دستگاه DCVG :

- ۱- مشخص کردن مرکز خرابی پوشش با خطای 15 سانتیمتر
- ۲- بازرسی شبکه های پیچیده لوله
- ۳ - مشخص کردن رفتار خوردگی (جهت حرکت جریان)
- ۴- مشخص کردن تقریبی شدت خرابی پوشش
- ۵- بررسی عملکرد عایقها
- ۶ - مشخص کردن Test Pointهای معیوب

استفاده از DCVG در بررسی عملکرد حفاظت کاتدیک

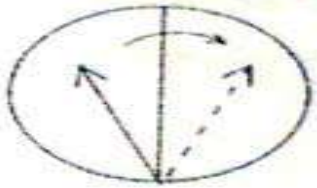
استفاده از DCVG می تواند دیدگاهی از وضعیت عملکرد سیستم حفاظت کاتدی ارائه نماید . استفاده از این روش در تشخیص حفاظت و یا عدم حفاظت نقاط معیوب درشرایط نرمال(لوله تحت حفاظت کاتدی)و غیر نرمال (لوله بدون حفاظت کاتدی)می توان استفاده کرد . برای انجام این تست لازم است که لوله تحت حفاظت نرمال(با شرایط موجود)قرارگرفته وکلیه تنظیم های اولیه انجام پذیرد و سپس د ستگاه DCVG را در مدار حفاظتی قرارداده ومشابه اعمالی که برای عیب یابی پوشش انجام می دادید عمل نمایید .

حالت اول



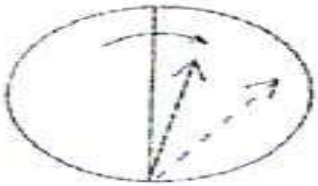
محل خرابی پوشش حالت کاندی دارد

حالت سوم



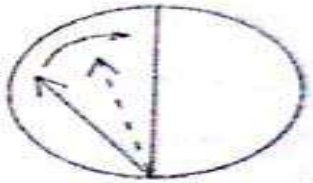
محل خرابی پوشش حالت آندی دارد
فقط با اعمال حفاظت کاندیک مشکل
حل می‌شود

حالت دوم



محل خرابی پوشش حالت کاندی دارد

حالت چهارم



محل خرابی پوشش حالت آندی دارد
با حفاظت کاندیک هم مشکل حل نمی‌شود

کاربرد دستگاه DCVG در تشخیص جریانهای سرگردان :

محل ورود جریان سرگردان به لوله مشابه ورود جریان محل عیب می باشد بدین معنی که در زمان نزدیک شدن به محل ورود جریان سرگردان عقربه ولتمتر شروع به نوسان درجهت مثبت می نماید .ولی اگر در حین عیب یابی به محل خروج جریان سرگردان برسید ، عقربه ولتمتر مشابه حالتی عمل می نماید که گویا از محل عیب دور می شوید یعنی عقربه ولتمتر مشابه حالتی عمل می نماید که گویا از محل عیب دور می شوید یعنی عقربه ولتمتر در جهت منفی شروع به نوسان خواهد کرد .

نقشه برداری جریان الکتریکی خطوط لوله
(PCM)
(Pipeline Current Mapper)

معرفی متد

روش PCM یکی از روش های مدرن بازرسی وضعیت حفاظت کاتدی و کیفیت پوشش خطوط لوله می باشد اساس این روش برمبنای استفاده از جریان متناوب و تعقیب جهت و مقدار آن در داخل لوله می باشد . استفاده از جریان متناوب و با فرکانس های مختلف دستگاه PCM قادر به تشخیص تداخل جریان استاتیکی و دینامیکی در محیط های شلوغ شهری می کند . مسلما این دستگاه می تواند در بازرسی خطوط لوله بین شهری نیز بکار رود بعبارت دیگر توانایی های دستگاه PCM به مراتب بیش از دستگاه C-scan می باشد .

- روش PCM از روشهای مدرن بازرسی خوردگی خطوط لوله مدفون در خاک محسوب می شود . روشهای قدیمی عمدتا دربازرسی سیستم های پیچیده و شلوغ مثل خطوط لوله گاز شهری از دقت لازم برخوردار نیستند و دارای خطای بالا می باشند .
- از آنجائیکه این روش ازروشهای مدرن بازرسی خطوط لوله می باشد، متاسفانه هنوز در ایران بکار گرفته نشده است .

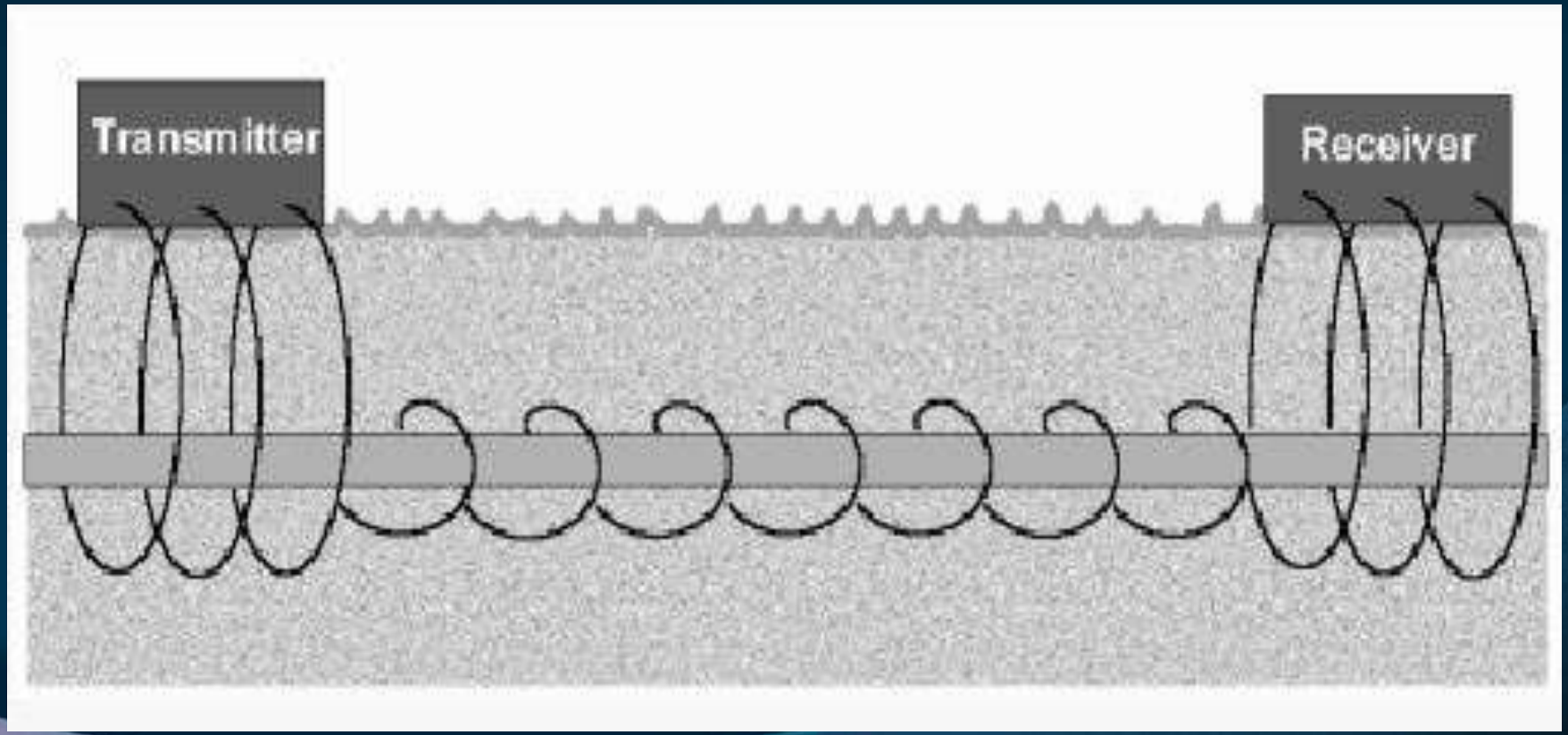
طرز کار دستگاه PCM

در برخی از منابع روش PCM را تحت عنوان روش بازرسی به شیوه رادیویی (Radio detection) نامگذاری شده است. در این رابطه باید توجه داشت براثر حرکت جریان متناوب در خطوط لوله فقط میدان مغناطیسی متغیر ایجاد می شود . بنابراین هیچ گونه امواج الکترو مغناطیس تولید نمی شود و لذا گیرنده های رادیویی در این رابطه هیچگونه سیگنالی دریافت نمی کنند.در این روش با بکارگیری سنسور های حساس، میدان مغناطیسی ناشی از جریان AC عبور کرده از خطوط لوله اندازه گیری می شود.هرگاه جسم هادی الکتریسیته در میدان مغناطیسی متغیر قرار گیرد جریان الکتریسیته متناوب در آن ایجاد می شود.

اساس کار دستگاه

اساس کار این دستگاه بر اساس نقشه برداری از جریان شارژ شده به خط لوله می باشد(current Mapping) و نیز نقشه برداری از جریان های سرگردان(Stray Current Mapping) می باشد. در این روش جریان اعمال شده به خط لوله موجب ایجاد میدان مغناطیسی در اطراف آن می شود. برای اعمال جریان از دستگاهی به نام Transmitter استفاده می شود . این دستگاه جریان الکتریکی را در یک فرکانس مشخص به خط لوله وارد می کند.

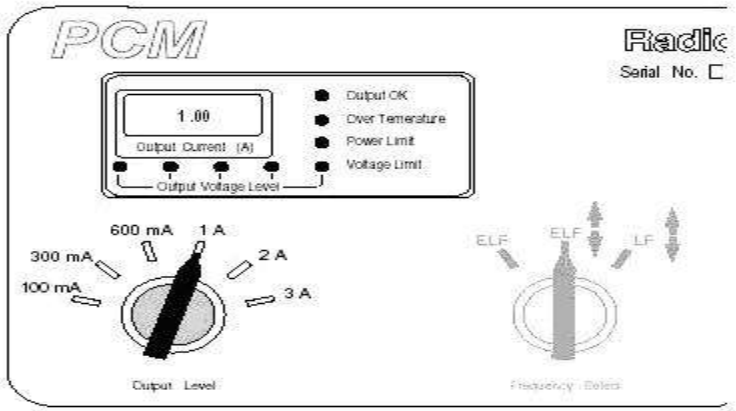
از آنجائیکه فرکانس جریان اعمالی کاملا مشخص است لذا میدان مغناطیسی حاصله از طریق فرکانس میدان قابل تشخیص میباشد .



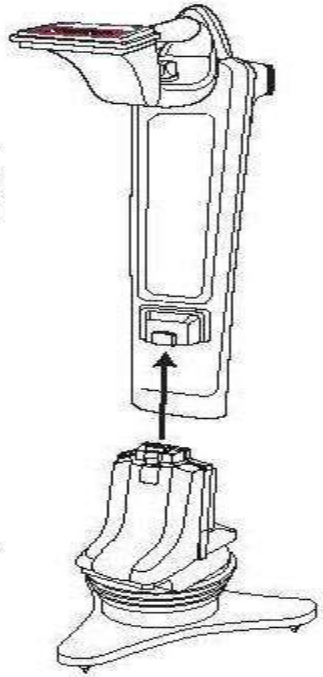
اجزا دستگاه PCM

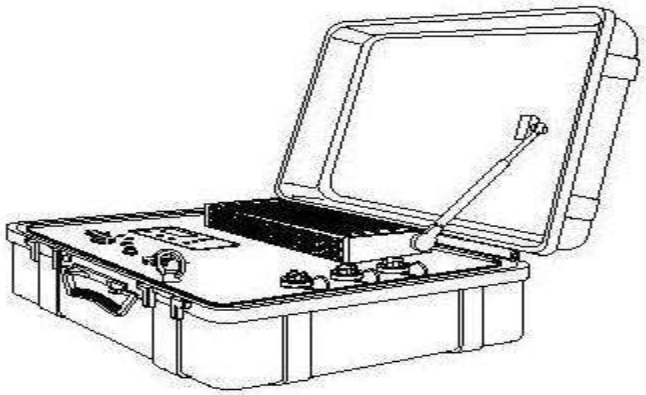
- دستگاه فرستنده سیگنال به خط لوله
- سیستم Earth
- دستگاه گیرنده میدان مغناطیسی ناشی از جریان ارسال شده توسط دستگاه فرستنده

- همچنین دستگاه فرستنده دارای دو سیم کابل می باشد یکی برای اتصال به خط لوله و دیگری برای اتصال به Earth دستگاه . البته در بسیاری از موارد می توان از سازه های موجود مدفون در خاک بعنوان محلی برای اتصال کابل Earth دستگاه استفاده نمود.

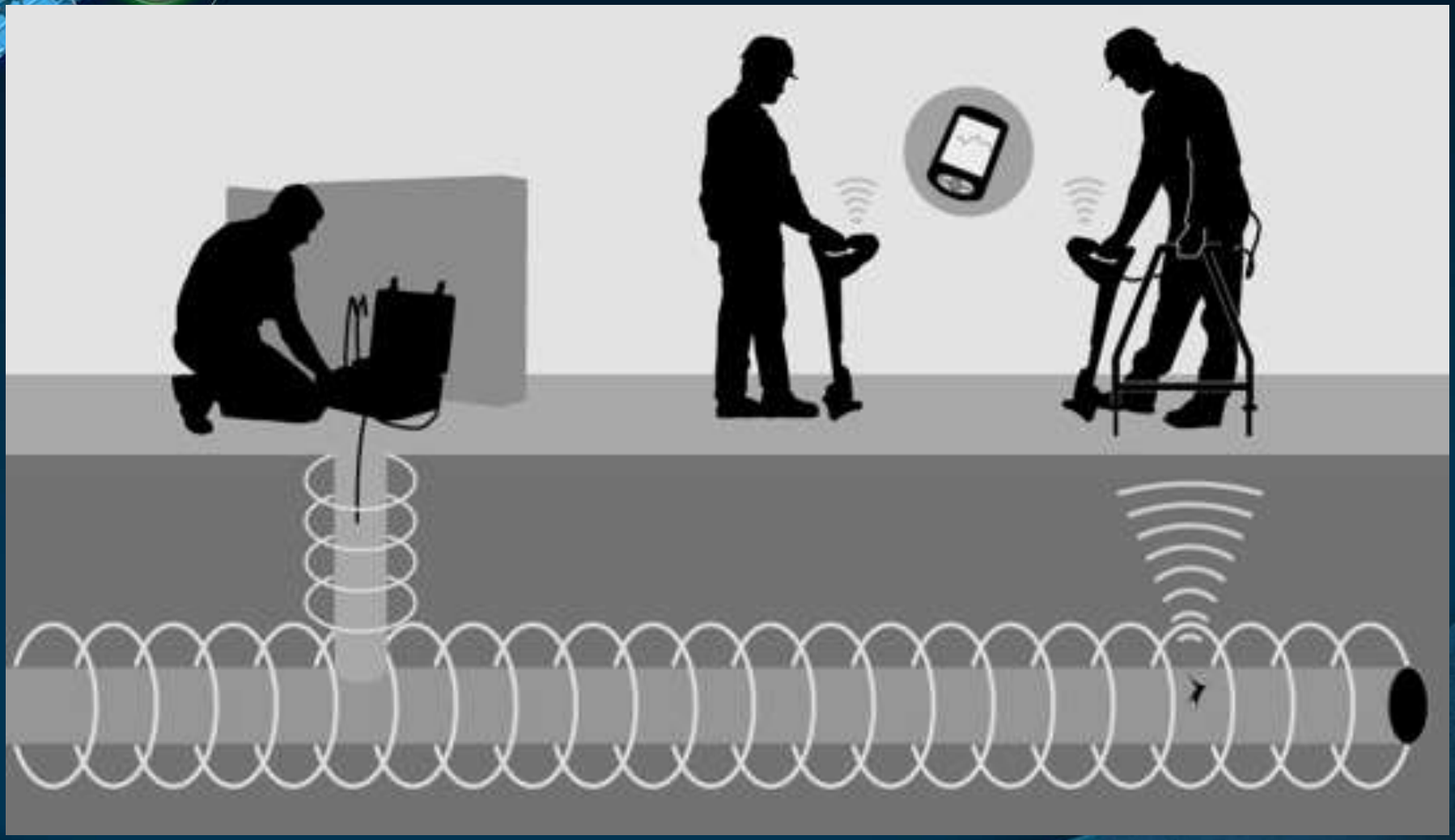


صفحه دستگاه فرستنده در نمای بزرگتر


دستگاه گیرنده


دستگاه فرستنده

- دستگاه فرستنده سیگنال هایی را نزدیک به جریان DC را به داخل لوله ارسال می کند و دستگاه گیرنده میدان مغناطیسی ناشی از آن را از روی سطح خاک بررسی می کند .
- دستگاه گیرنده دارای سنسور مغناطیس سنج (Magnetometer) می باشد .با فشار دادن دکمه مربوطه بر روی دستگاه گیرنده سنسور مزبور فعال شده و شروع به نقشه برداری جریان خطوط لوله (PCM) میکند.
- این دستگاه قادر است با تغییر ولتاژهای اعمالی مقدار جریان شارژ شده به خط لوله را کنترل می کند و به همین خاطر محلی برای تنظیم جریان الکتریکی دارد.

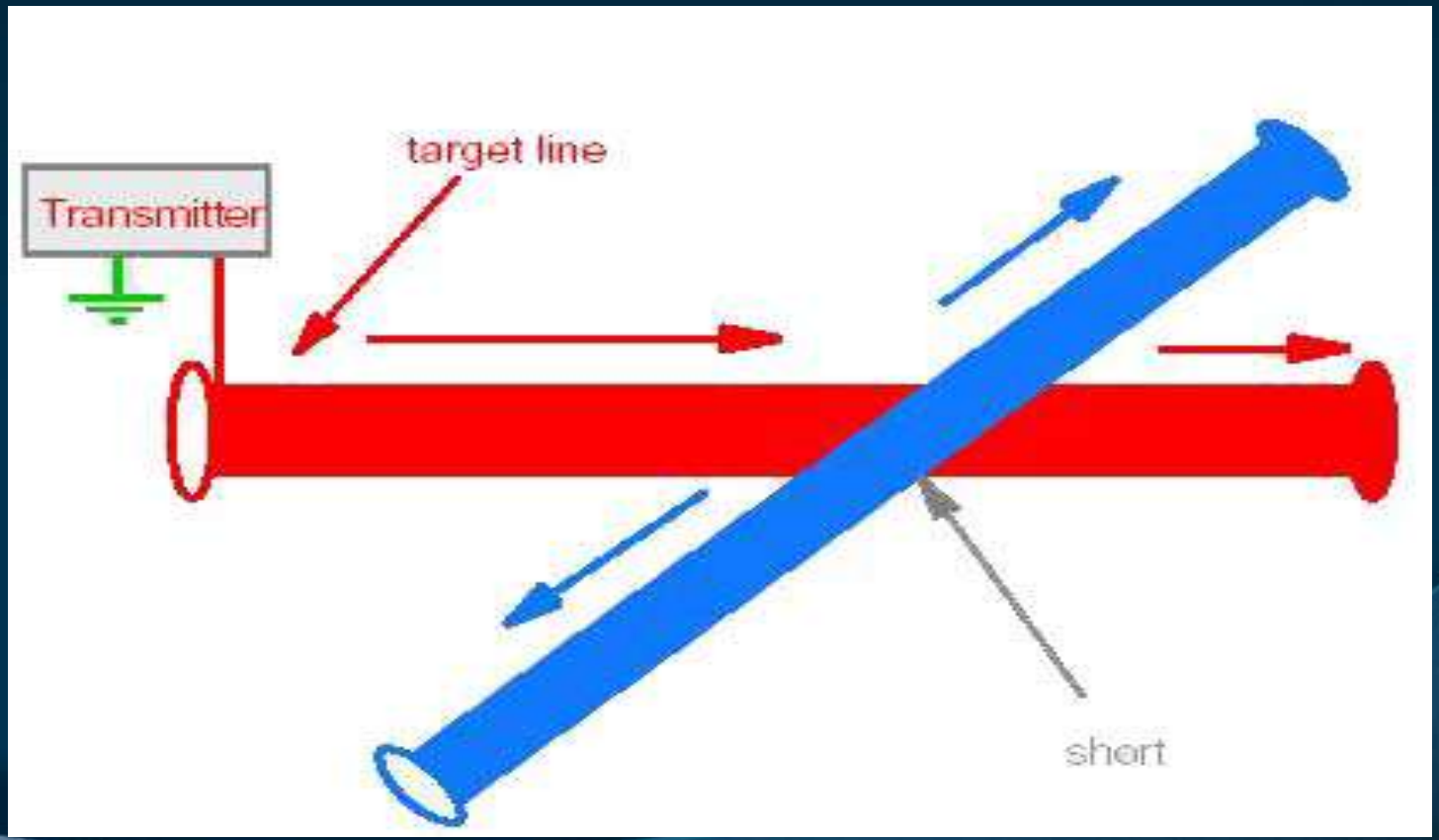


- دستگاه ارسال کننده سیگنال در طول مدت بررسی خط لوله

جریان ثابتی را به سمت خط لوله ارسال می کند .اگر به دلایلی شرایط محیطی تغییر اندکی بکند مثلا بر اثر بارش باران مقاومت خاک کاهش یابد دستگاه مذبور بطور خودکار با این موضوع مقابله کرده و جریان ارسالی به خط لوله را ثابت نگه می دارد . اگر شرایط به گونه ای تغییر کند که دستگاه نتواند جریان ارسالی را ثابت نگه دارد دستگاه جریان راه به صفر می رساند و روی مانیتور جمله No Signal ظاهر می شود.

- در بررسی خطوط لوله توصیه می شود نقطه تزریق سیگنال در وسط خط لوله انتخاب شود در این حالت سیگنال ها از نقطه تزریق در دو جهت مختلف در خط لوله حرکت می کنند و می توان جریان سیگنالی بیشتری به لوله فرستاد.
- همچنین این دستگاخ دارای Data Logger می باشد و با اتصال آن به کامپیوتر می توان اطلاعات آن را به کامپیوتر منتقل کرد.

- همانطور که گفته شد یکی از قابلیت های این روش امکان دنبال کردن جریان اعمالی به خط لوله در سطح زمین می باشد بدین ترتیب محل های اتصال سازه های بیگانه با خط لوله مشخص می شود.



- در این شکل نمونه ای از اتصال الکتریکی خط لوله فرعی با خط لوله اصلی مشاهده می شود محل این اتصال توسط بررسی جهت جریان به کمک دستگاه PCM انجام شده است.

مزیت های روش PCM

- عدم تاثیر پذیری نسبی میدان های الکترو مغناطیس در عبور از محیط هایی مثل آب و خاک
- عدم نیاز به حفاری (زیرا از طریق سطح زمین این روش امکان پذیر است)
- مشخص کردن وضعیت پوشش خط لوله (از طریق میزان جریان هدر رفته)
- مشخص کردن محل های اتصال سازه های بیگانه با سازه تحت حفاظت کاتدی (از طریق بررسی جهت و مقدار جریان در نواحی مختلف خطوط لوله)
- مشخص کردن محل های بروز تداخل جریان (از طریق بررسی جهت و مقدار جریان در نواحی مختلف خطوط لوله)
- مشخص کردن مسیر عبور کابل های حفاظت کاتدی در زیر خاک ، نواقص عایق کابل ها ، محل نواقص و اتصالات ناخواسته با کابل

نتیجه گیری:

- روش PCM از قابلیت های بالایی در بررسی کیفیت پوشش و عیوب سیستم های حفاظت کاتدی برخوردار است. با بکار گیری دستگاه PCM محل تداخل جریان و علل آن بسرعت تشخیص داده می شود که خود از هدر رفتن منابع و ایجاد خسارت های ناشی از آن راکاهش می دهد.

رادیو گرافی دیجیتال

RT - Digital

تعریف :

عکس برداری بوسیله اشعه X و ϒ میباشد که به جای فیلم رادیو گرافی از صفحه ای الکترونیکی حساس به اشعه استفاده می شود.

چرا از این روش استفاده می کنیم ؟

این روش مزایا ی بسیار زیادی نسبت به روش معمول دارد که عبارتند از :

- ✓ کیفیت
- ✓ سرعت
- ✓ دقت
- ✓ امکانات کمکی برای بازرسی دقیق تر
- ✓ هزینه کم
- ✓ حذف مراحل مربوط به فیلم رادیو گرافی

(ظاهر کردن ، شستشو ، ثابت کردن ، شستشو ، خشک کردن)

- ✓ توانایی بازرسی تمام ضخامت جسم
- ✓ قابلیت استفاده برای فلزات و غیر فلزات

تجهیزات مربوط به دستگاه رادیو گرافی دیجیتال

۱. منبع تولید اشعه
۲. پراپ یا وسیله تاباندن اشعه
۳. صفحه حساس به پرتو
٤. پردازشگر تصویر(convertur) (به کمک نرم افزار)
٥. نمایشگر تصویر
٦. اتاقک پرتو افکنی (در صورت وجود)
۷. پایه ای برای قرار دادن نمونه

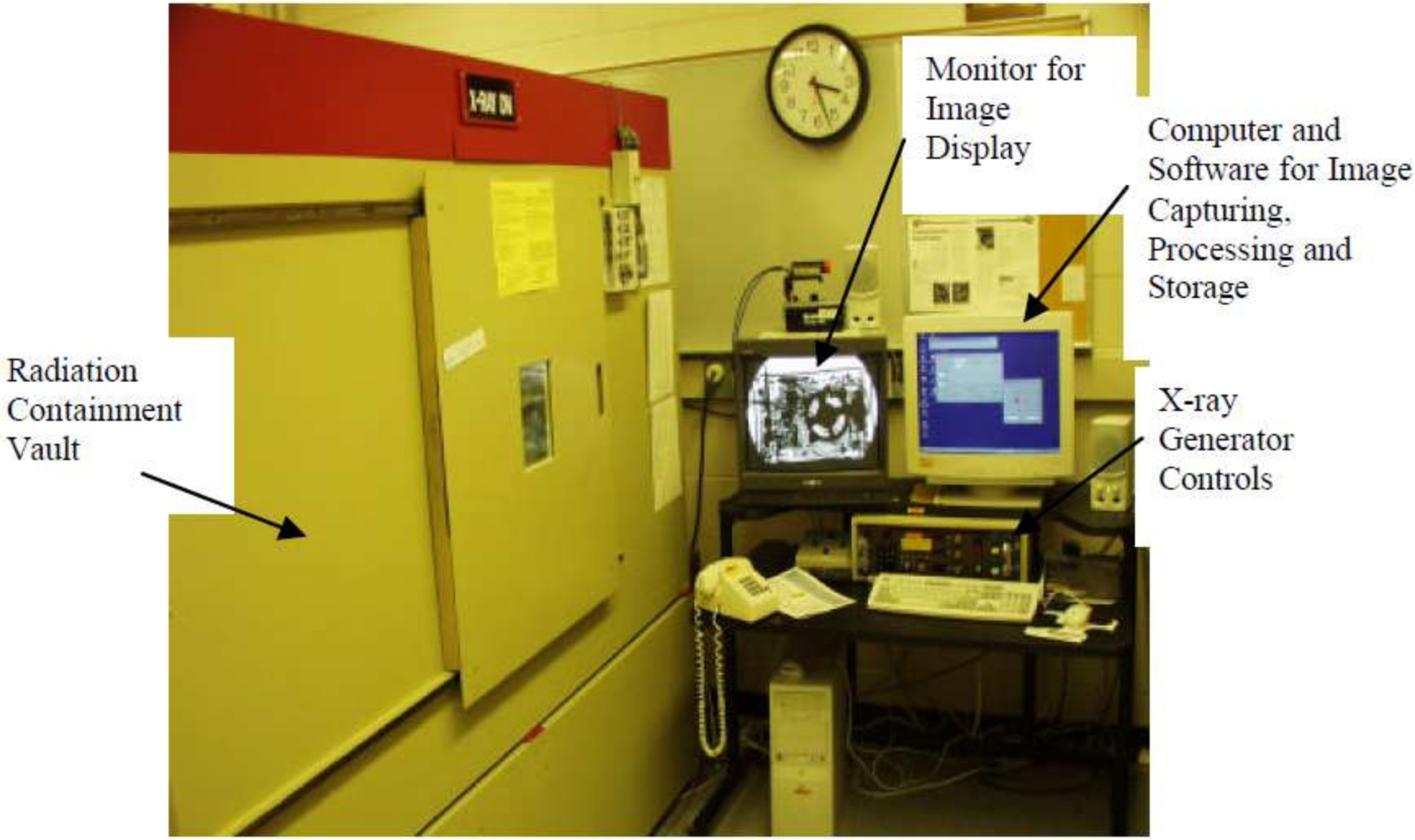


Figure 3. Photograph of an example real-time radiograph system.

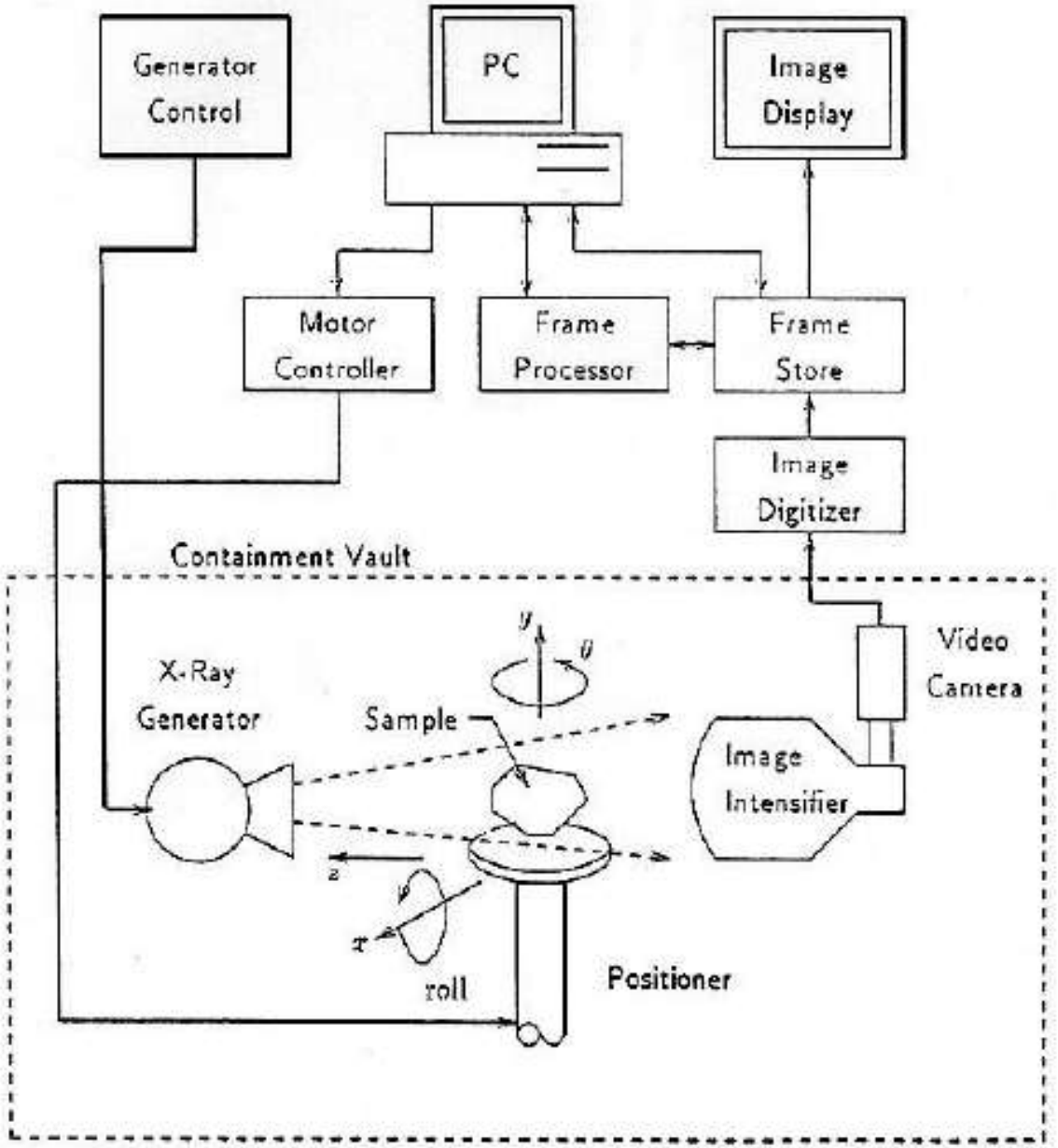


Figure 4. Schematic showing the various components of a real-time system.

Figure 14. Photograph of a stepper motor controlled sample-positioning system with three degrees of movement.

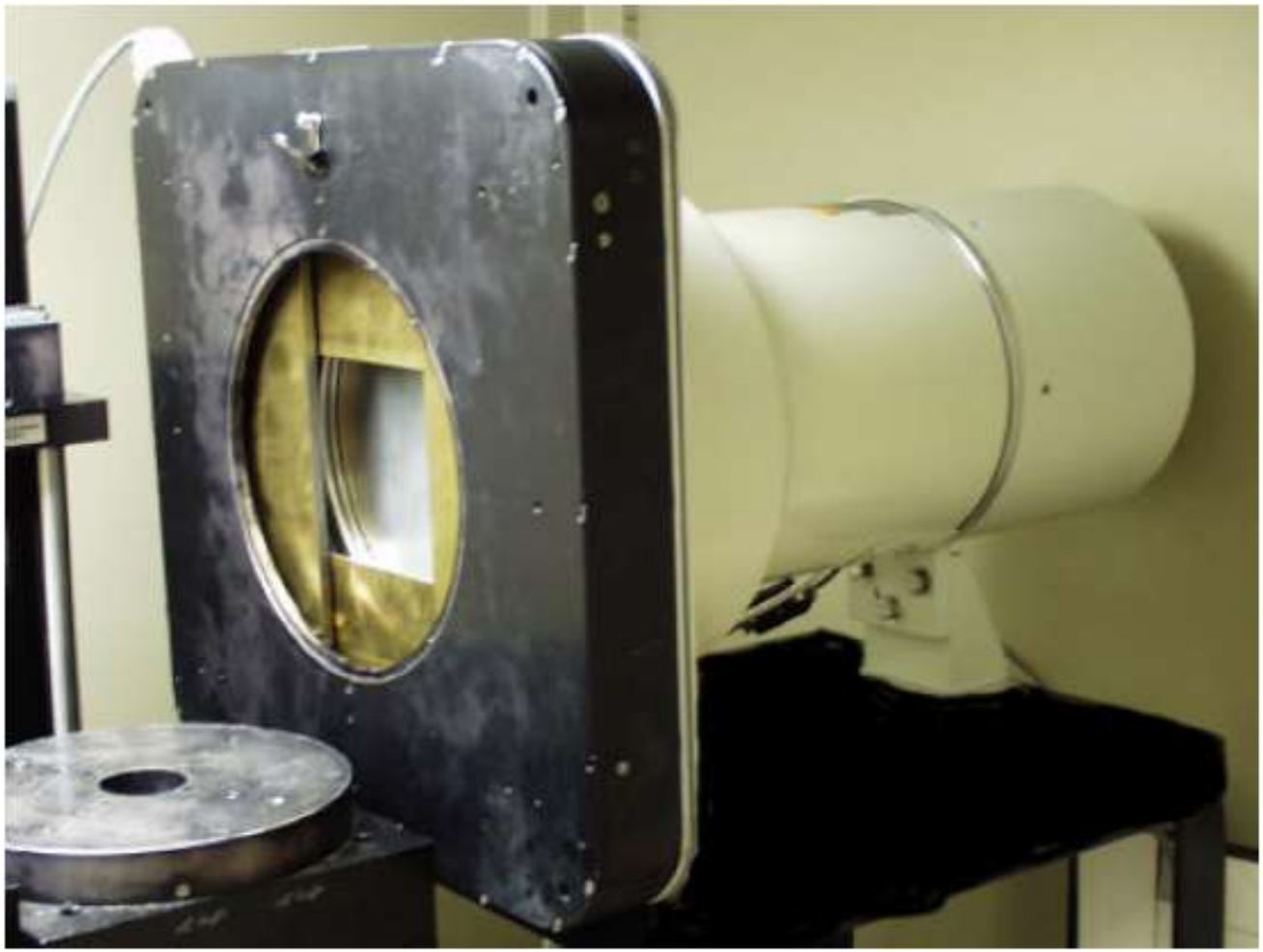


Figure 7. Picture of a real-time image intensifier with adjustable lead collimator on the front.

عوامل مربوط به کیفیت تصویر

۱. فاصله جسم تا منبع
۲. فاصله منبع تا فیلم (یا صفحه حساس به پرتو)
۳. قطر پرتو تابیده شده
٤. شدت پرتو
٥. ضخامت جسم
٦. چگالی جسم

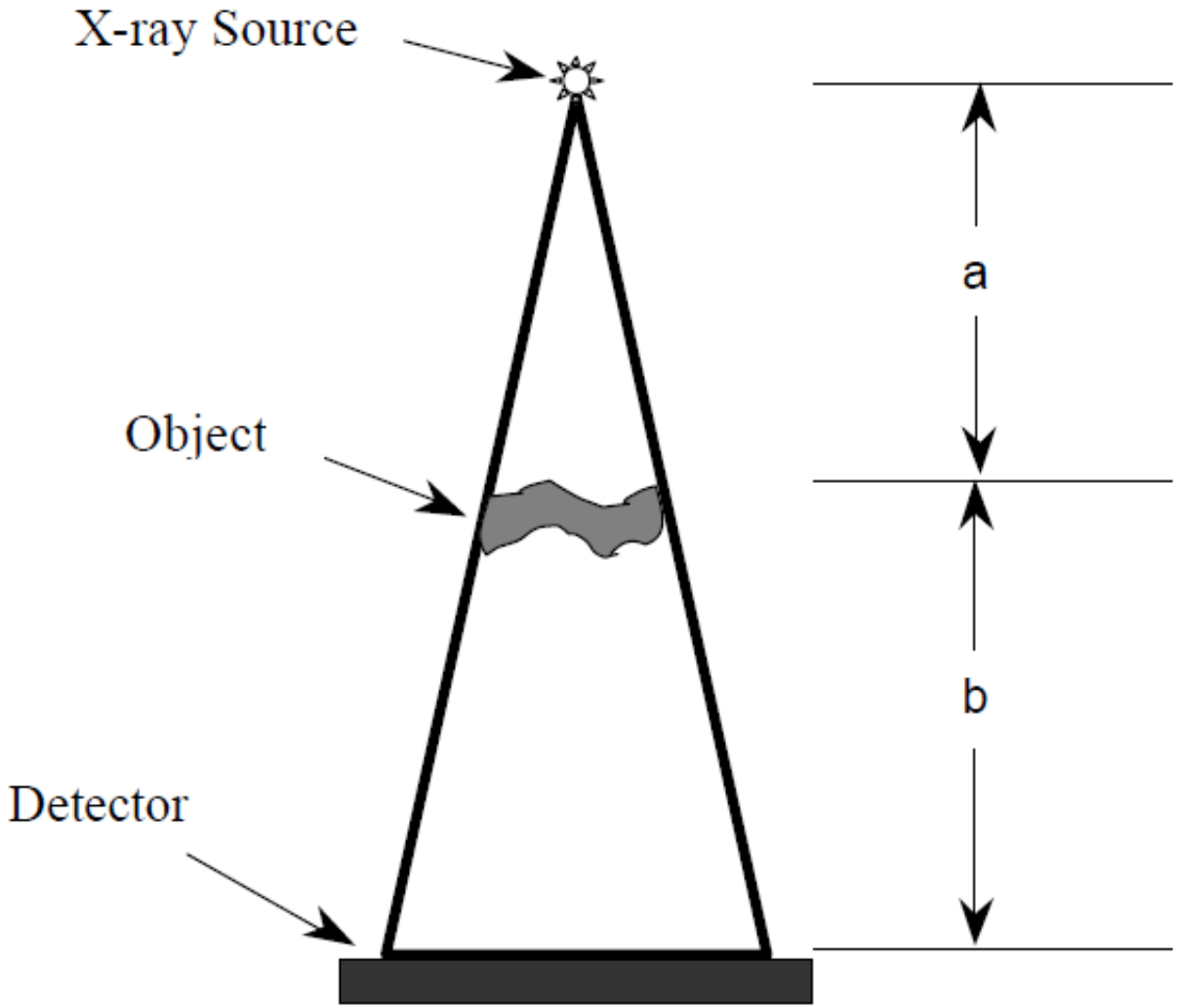


Figure 2. Sketch showing geometric variables that affect magnification.

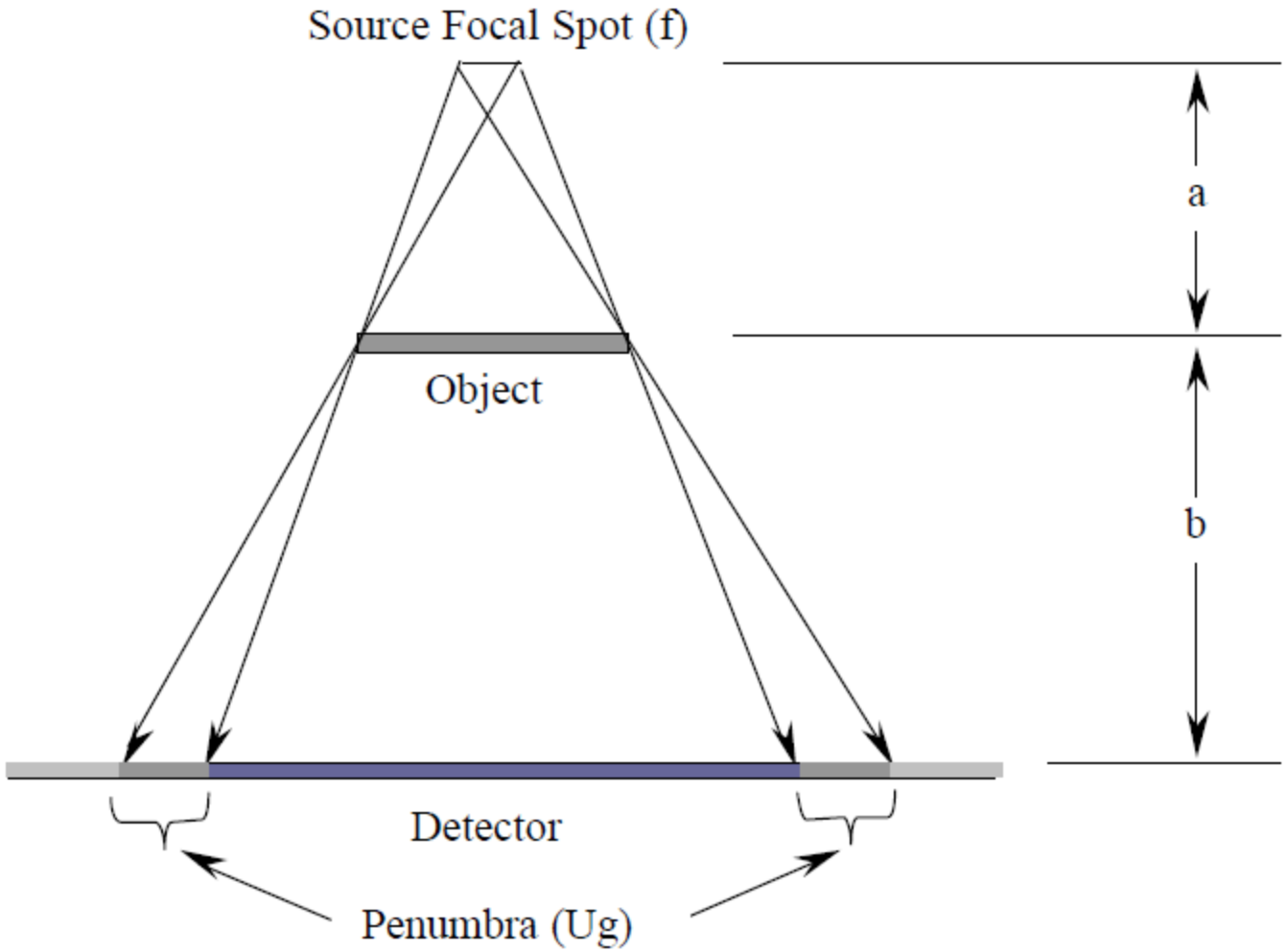


Figure 1. Sketch showing geometric variables that affect the penumbra

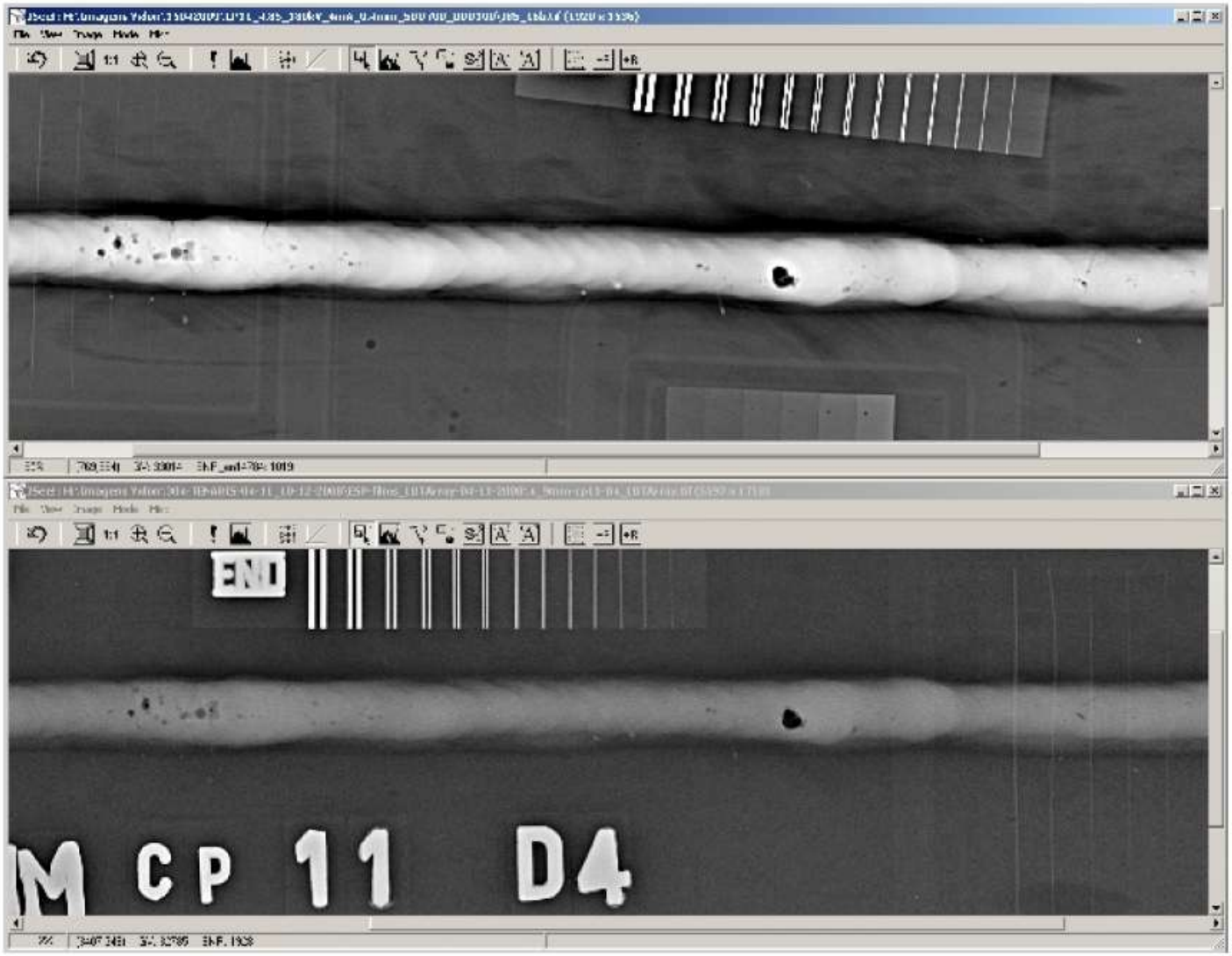


Figure 6 – Sample 11 – Comparison of digital radiography with total time of 8 seconds (top) and conventional radiography with film D4 (bottom).

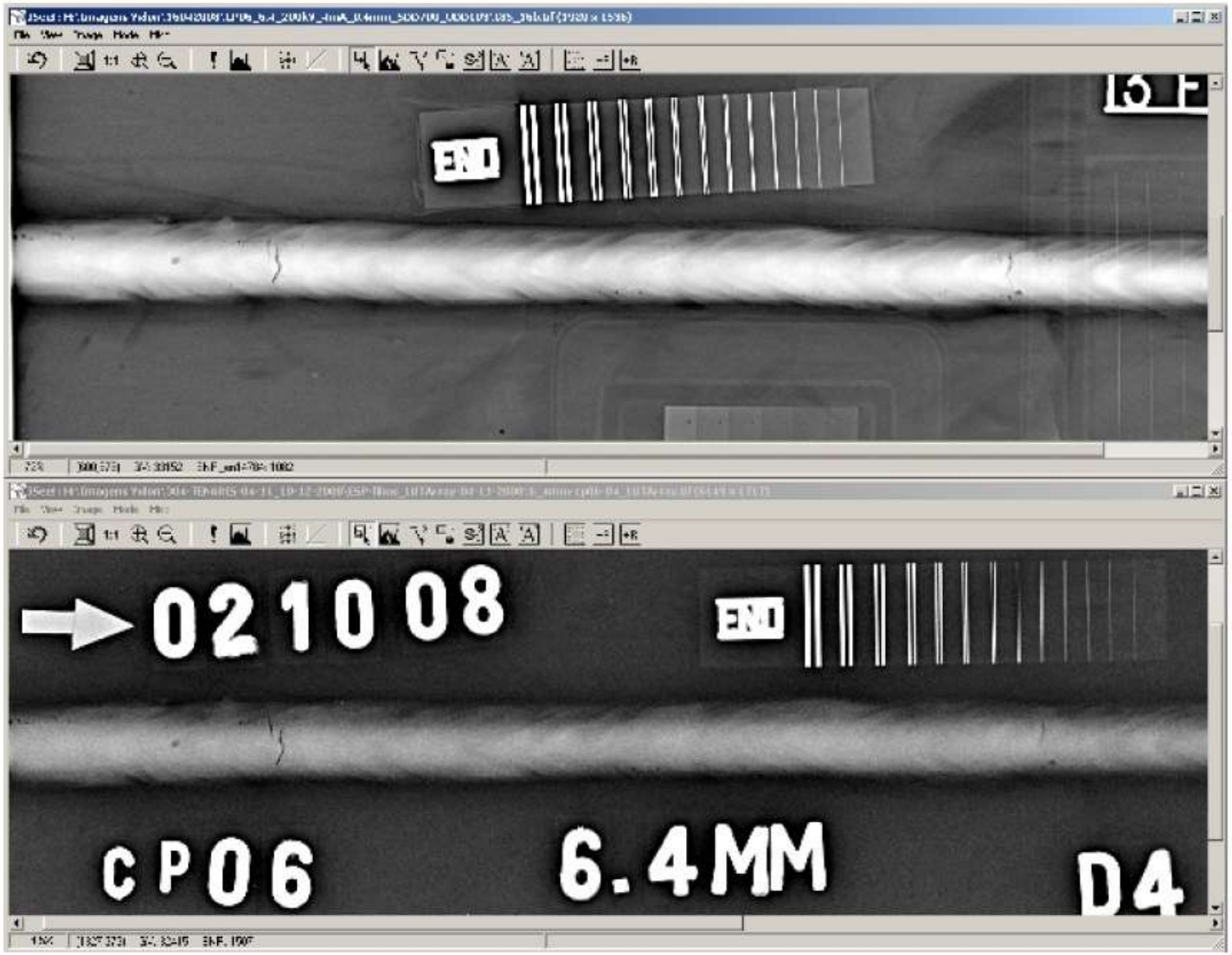


Figure 7 – Sample 06 – Comparison of digital radiography with total time of 8 seconds (top) and conventional radiography with film D4 (bottom).

با تشکر از حسن توجه شما