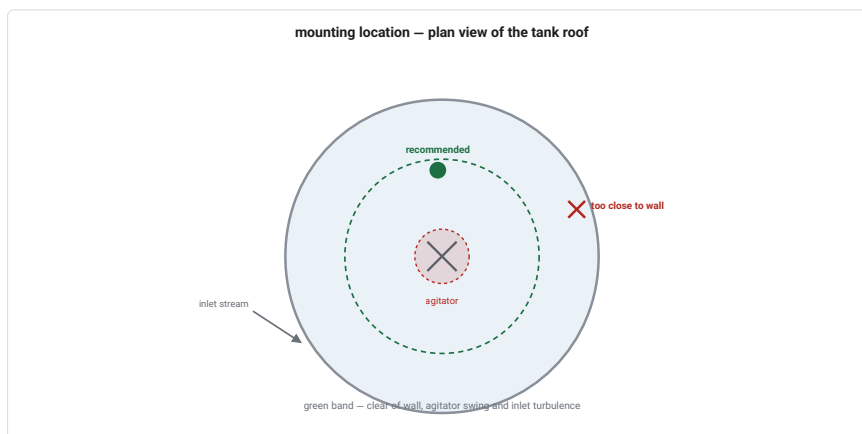


راهنمای مهندسی انتخاب و نصب Radar Level Transmitter

Engineering Guide to Radar Level Transmitter Selection and Installation

انتخاب فرکانس، محل نصب، مهندسی نازل، اثر ثابت دی الکتریک، کف و آشفتگی سطح، بازتاب کاذب، فاصله کور و کالیبراسیون خروجی – به همراه موارد نصب متداول، یک سناریوی میدانی، ماتریس عیب یابی و چک لیست راه اندازی – برای تصمیم گیری عملی مهندسان ابزار دقیق، نصب و راه اندازی.



شکل ۲ – محل نصب مناسب نسبت به دیواره، همزن و جریان ورودی

تاریخ انتشار

August 2026 – شهریور ۱۴۰۵

سطح محتوا

LEVEL 2

بازنگری

Rev00

شماره سند

NICO-EDU-LVL-L2-002-FA

1 مقدمه

راهنمای سطح ۱ همین مجموعه (NICO-EDU-LVL-L1-001-FA) اصل کار Radar Level Transmitter را توضیح داد. این سند یک قدم جلوتر می‌رود: برای یک مخزن واقعی – با هندسه، سیال و شرایط فرآیند معلوم – چگونه فرکانس، محل نصب و نازل درست انتخاب شوند، چرا بازتاب کاذب رخ می‌دهد، و کالیبراسیون خروجی چگونه تنظیم می‌شود.

این سند به عمد وارد فیزیک دقیق FMCW، محاسبه هندسه پرتو یا تحلیل کمی منحنی بازتاب (Echo Curve) نمی‌شود – این موضوعات در سطح ۳ همین مجموعه با جزئیات مهندسی کامل ارائه می‌شوند.

پس از مطالعه این راهنما خواهید توانست:

۱. داده‌های فرآیندی لازم برای انتخاب رادار سطح را فهرست کنید.
۲. فرکانس مناسب را با توجه به هندسه مخزن، نازل و سازه‌های داخلی توجیه کنید.
۳. محل نصب مناسب را نسبت به دیواره، همزن و جریان ورودی تعیین کنید.
۴. اثر ابعاد نازل بر خروج تمیز پرتو را توضیح دهید.
۵. بگویید ثابت دی‌الکتریک سیال چرا و چگونه قدرت بازتاب را تغییر می‌دهد.
۶. منابع بازتاب کاذب (False Echo) را شناسایی کنید.
۷. فاصله کور و محدوده کالیبراسیون خروجی 4–20 mA را تنظیم کنید.
۸. یک سناریوی میدانی واقعی را تحلیل و عیب‌یابی کنید.

2 داده‌های فرآیند مورد نیاز

پیش از انتخاب هر مدل یا تنظیم هر پارامتری، این داده‌ها باید از سرویس واقعی جمع‌آوری شوند – حدس زدن هرکدام از این پارامترها، ریسک انتخاب نادرست فرکانس یا محل نصب را بالا می‌برد.

جدول ۱ – داده‌های فرآیندی لازم و اهمیت هرکدام

پارامتر	چرا اهمیت دارد
ارتفاع و قطر مخزن	محدوده کالیبراسیون، هندسه پرتو و انتخاب فرکانس را تعیین می‌کند
نوع سیال (مایع / جامد)	رفتار سطح و بازتاب – سطح جامد معمولاً بازتاب پراکنده‌تری نسبت به مایع دارد
ثابت دی‌الکتریک سیال	قدرت بازتاب سیگنال را مستقیماً تعیین می‌کند
فشار و دمای فرآیند	رده و متریکال اتصال فرآیند و پنجره آنتن را محدود می‌کند
بخار / کف روی سطح	می‌تواند بازتاب را ضعیف یا کاملاً پنهان کند
وجود همزن یا اختلاط	آشفته‌گی سطح و ریسک بازتاب کاذب از شفت همزن را بالا می‌برد

پارامتر	چرا اهمیت دارد
اندازه و ارتفاع نازل	تعیین‌کننده خروج تمیز یا بازتاب داخلی پرتو در نازل است
سازه‌های داخلی مخزن	نردبان، لوله، صفحه حرارتی – هرکدام منبع بالقوه بازتاب کاذب‌اند
دقت مورد نیاز	یکی از معیارهای انتخاب فرکانس و کلاس دستگاه است
طبقه‌بندی منطقه خطرناک	گواهی ایمنی ذاتی یا ضدانفجار مورد نیاز را تعیین می‌کند

3 انتخاب فرکانس

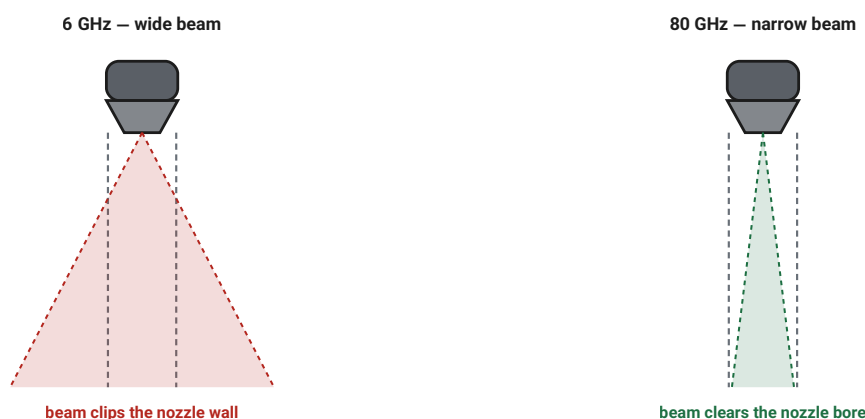
رادار سطح در چند باند فرکانسی صنعتی رایج عرضه می‌شود – از جمله باندهای پایین‌تر (در محدوده چند GHz) و باند 80 GHz. فرکانس بالاتر، با همان اندازه آنتن، معمولاً به مخروط پرتو باریک‌تری می‌انجامد – نکته‌ای که راهنمای سطح ۱ در حد مفهوم معرفی کرد. در عمل، این تفاوت مستقیماً روی نتیجه واقعی نصب اثر می‌گذارد:

جدول ۲ – مقایسه مهندسی فرکانس پایین‌تر و 80 GHz

معیار	فرکانس پایین‌تر (چند GHz)	80 GHz
زاویه پرتو	معمولاً بازتر – با اندازه آنتن یکسان	معمولاً باریک‌تر – تمرکز بیشتر روی سطح
سازگاری با نازل کوچک	محدودتر – پرتو باز به دیواره نازل برخورد می‌کند	مناسب‌تر برای نازل کوچک یا بلند
سازه‌های داخلی مخزن	احتمال بیشتر برخورد پرتو با سازه‌ها پیش از سطح اصلی	احتمال کمتر، به لطف پرتو متمرکزتر
مخزن‌های کوچک	تمرکز پرتو دشوارتر است	معمولاً عملکرد بهتر
تمرکز سیگنال روی سطح	پراکنده‌تر	متمرکزتر

شرکت نیکان صنعت خاورمیانه

the same nozzle, two frequencies



the antenna itself does not change – only the beam angle at that frequency does

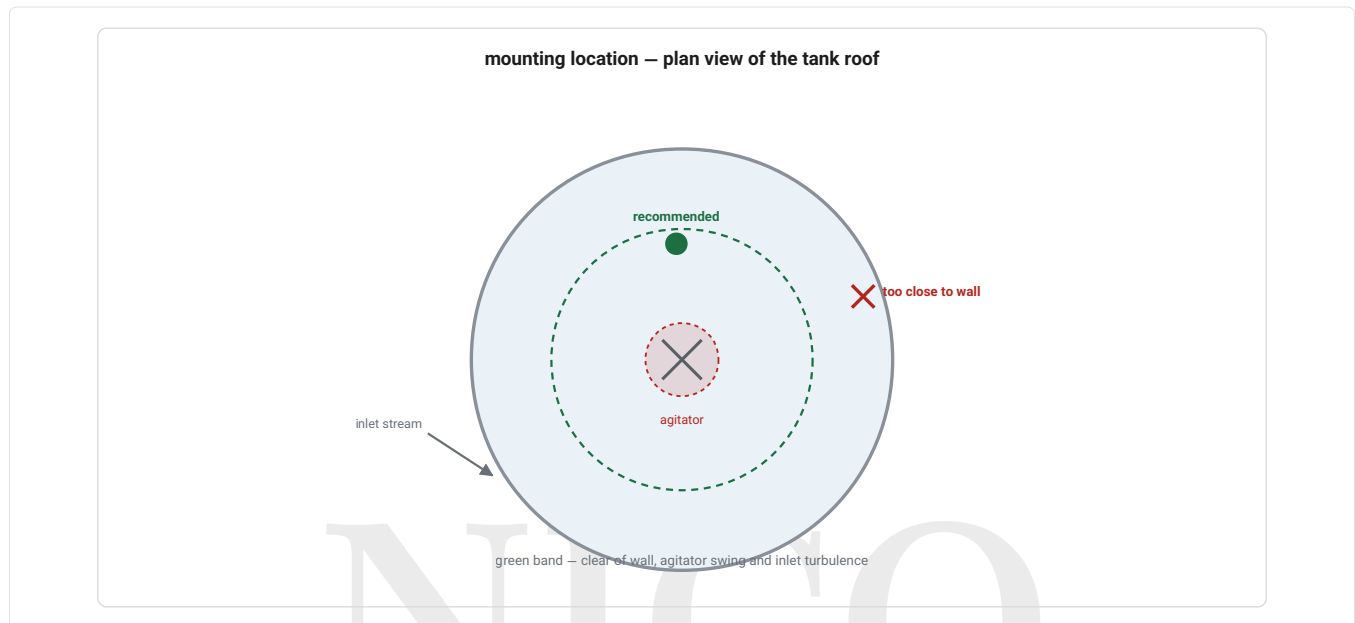
شکل ۱ – همان نازل، دو فرکانس متفاوت – یکی از دیواره نازل عبور تمیز دارد، دیگری با آن برخورد می‌کند

ENGINEERING NOTE – چرا این جدول عدد درجه نمی‌دهد

زاویه پرتو دقیق تابع اندازه فیزیکی آنتن انتخاب شده است، نه فقط فرکانس؛ دو آنتن با فرکانس یکسان و قطر متفاوت، زاویه پرتو متفاوتی دارند. مقدار دقیق همیشه از مدرک سازنده (دیتاشیت آنتن) گرفته می‌شود، نه از یک قاعده کلی.

4 محل نصب و فاصله از منابع اغتشاش

محل نصب به اندازه انتخاب فرکانس در کیفیت بازتاب اثر دارد. سه منبع اغتشاش باید در انتخاب محل نصب لحاظ شوند: نزدیکی به دیواره مخزن، مسیر حرکت همزن، و ورودی جریان.



شکل ۲ – محل نصب مناسب نسبت به دیواره، همزن و جریان ورودی – نمای از بالا

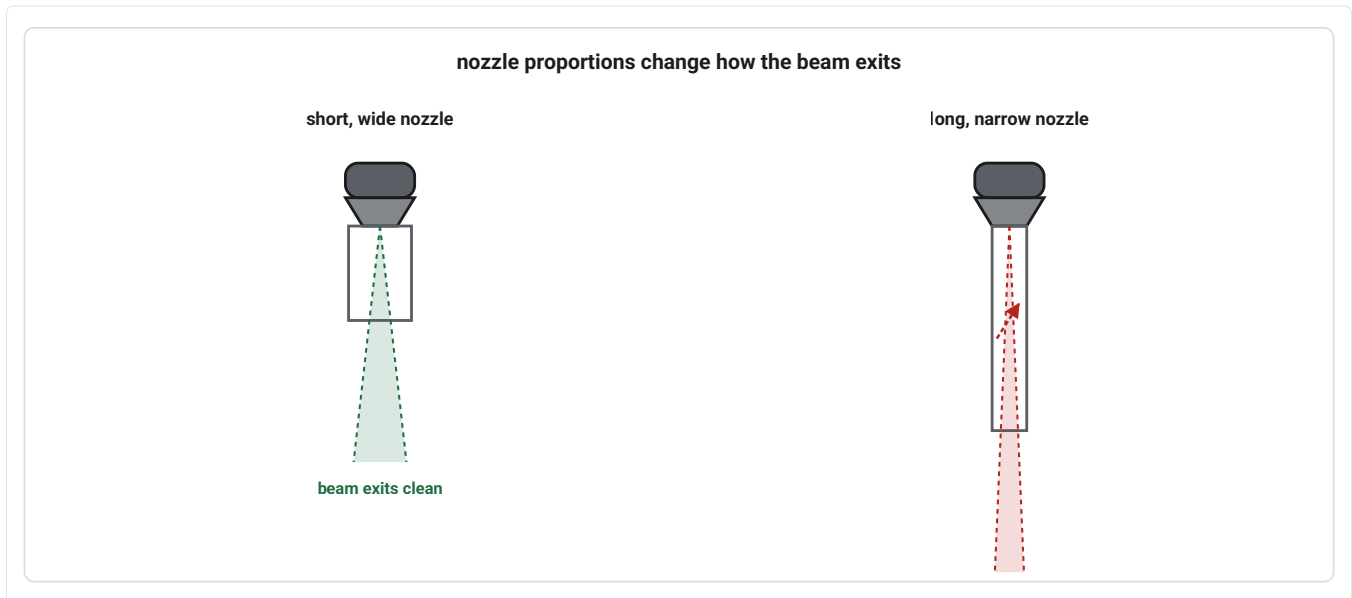
- **فاصله از دیواره** – نصب نزدیک دیواره باعث می‌شود بخشی از مخروط پرتو به دیواره برخورد کند و بازتاب کاذب تولید شود.
- **فاصله از همزن** – آنتن هرگز نباید مستقیماً بالای مسیر حرکت شفت یا پره‌های همزن نصب شود.
- **فاصله از جریان ورودی** – نصب نزدیک نازل ورودی، سطح را دائماً آشفته نگه می‌دارد و بازتاب را ناپایدار می‌کند.

COMMON MISTAKE – انتخاب محل نصب فقط بر اساس راحتی دسترسی

محل نصب اغلب بر اساس نزدیک‌ترین سکوی موجود یا راحت‌ترین دسترسی انتخاب می‌شود، نه بر اساس فاصله از دیواره، همزن یا ورودی جریان. این تصمیم باید در مرحله طراحی – نه در سایت و پس از نصب نازل – گرفته شود.

5 مهندسی نازل

نسبت طول به قطر نازل تعیین می‌کند پرتو تمیز از آن خارج شود یا بخشی از آن به جدار داخلی نازل برخورد و بازتاب کند. یک قاعده عملی ساده: نازل کوتاه و نسبتاً پهن، برای اکثر فرکانس‌ها مشکلی ایجاد نمی‌کند؛ نازل بلند و باریک، ریسک بازتاب داخلی را بالا می‌برد – به‌ویژه در فرکانس‌های پایین‌تر با پرتو بازتر.



شکل ۳ – نازل کوتاه و پهن در برابر نازل بلند و باریک، و اثر آن بر خروج پرتو

اگر هندسه فرآیند اجازه انتخاب آزاد نازل را ندهد، دو راه حل عملی وجود دارد: انتخاب فرکانس بالاتر (پرتو باریکتر، سازگاری بهتر با همان نازل) یا افزایش قطر نازل – هر دو باید در مرحله طراحی خط لوله و نازل بررسی شوند، نه پس از ساخت.

6 اثر ثابت دی الکتریک سیال

قدرت بازتاب سیگنال از سطح، مستقیماً به خواص الکتریکی سیال – به ویژه ثابت دی الکتریک نسبی آن – بستگی دارد. آب، ثابت دی الکتریک بسیار بالایی دارد و بازتاب قوی می دهد؛ بسیاری از هیدروکربن ها و حلال های آلی، ثابت دی الکتریک پایینی دارند و بازتاب ضعیف تری تولید می کنند – یک اصل شناخته شده الکترومغناطیس، نه یک عدد اختصاصی محصول.

جدول ۳ – دسته بندی کیفی سیالات بر اساس رفتار بازتاب

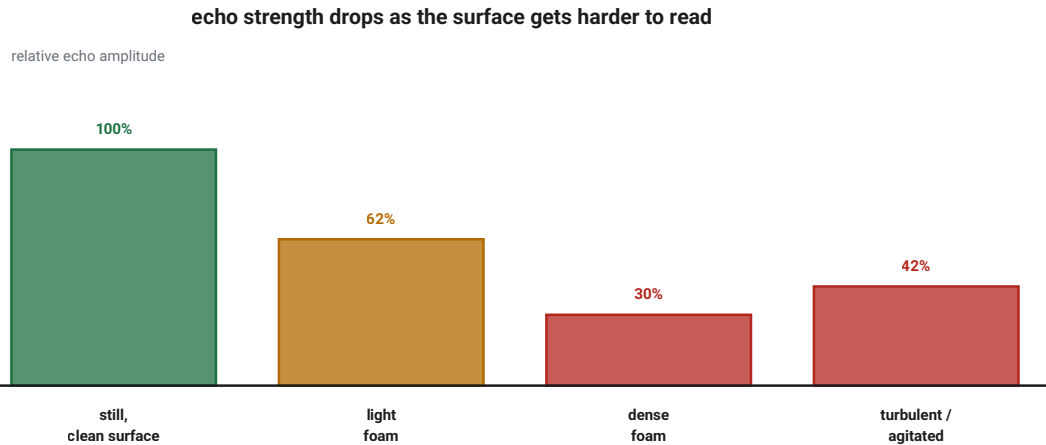
دسته	نمونه سیال	پیامد مهندسی
ثابت دی الکتریک بالا	آب، اسیدها و بسیاری از سیالات آبی	بازتاب قوی – انتخاب دستگاه معمولاً ساده تر
ثابت دی الکتریک پایین	هیدروکربن ها، حلال های آلی، برخی روغن ها	بازتاب ضعیف – نیاز به دستگاه یا تنظیمات مناسب برای سیگنال ضعیف

ENGINEERING TIP – عدد دقیق ثابت دی الکتریک هر سیال

مقدار عددی دقیق ثابت دی الکتریک هر سیال فرآیندی باید از مدرک مهندسی سیال یا منبع معتبر فیزیکی گرفته شود، نه حدس زده شود. این سند فقط رفتار کیفی (بالا/پایین) را توضیح می دهد.

7 کف و آشفته گی سطح

کف (Foam) سبک و نازک، معمولاً بخشی از سیگنال را عبور می دهد و بازتاب همچنان قابل استفاده می ماند؛ کف ضخیم و متراکم می تواند بازتاب را به شدت تضعیف کند یا کاملاً بپوشاند. آشفته گی سطح ناشی از اختلاط یا پرشدن سریع مخزن نیز الگوی بازتاب را ناپایدار می کند – حتی بدون وجود کف.



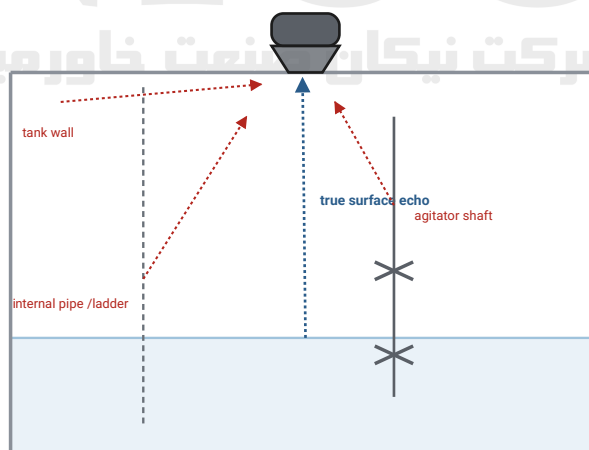
شکل ۴ – کاهش نسبی قدرت بازتاب از سطح آرام تا کف متراکم و سطح آشفته

در سرویس‌هایی با کف شناخته‌شده یا اختلاط دائمی، انتخاب دستگاهی با قابلیت پردازش سیگنال‌های ضعیف – و در صورت نیاز، مشورت با سازنده درباره سرویس‌های کف‌دار شناخته‌شده – بخشی از فرایند انتخاب است، نه یک اقدام اصلاحی پس از نصب.

8 بازتاب کاذب (False Echo)

هر سطحی که بخشی از انرژی سیگنال را به سمت آنتن بازتاب دهد – نه فقط سطح اصلی سیال – یک بازتاب کاذب (False Echo) تولید می‌کند. منابع رایج آن عبارت‌اند از دیواره مخزن، لبه نازل، شفت یا پره همزن، و لوله یا نردبان داخلی.

several surfaces can reflect the signal, not only the liquid



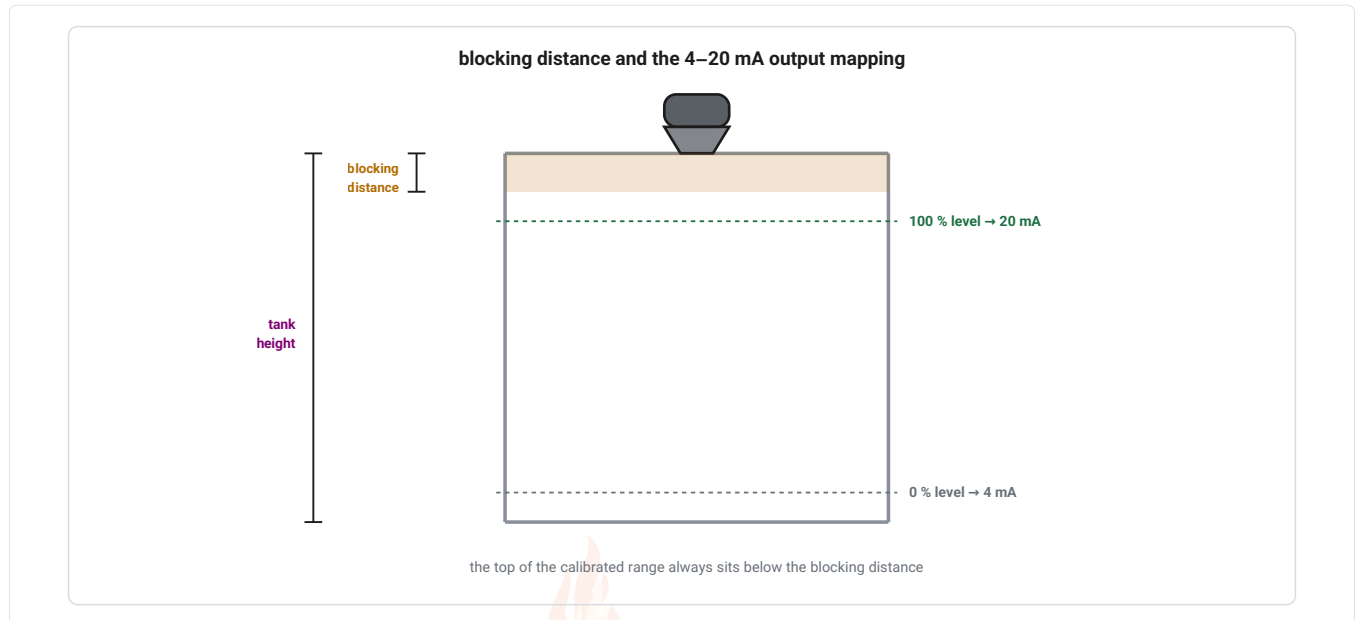
each stray path is a false echo – it competes with the real surface echo

شکل ۵ – منابع رایج بازتاب کاذب در کنار بازتاب واقعی از سطح سیال

ترانسمیترهای مدرن معمولاً قابلیتی برای نادیده گرفتن بازتاب‌های ثابت و تکرارشونده – که به آن حذف بازتاب کاذب (False Echo Suppression) گفته می‌شود – دارند. این قابلیت با ثبت یک نقشه بازتاب (Echo Mapping) از سازه‌های ثابت مخزن کار می‌کند. جزئیات تحلیل کمی منحنی بازتاب، موضوع سطح ۳ همین مجموعه است.

9 فاصله کور و کالیبراسیون خروجی

محدوده کالیبراسیون خروجی 4–20 mA باید همیشه داخل محدوده مفید اندازه‌گیری بماند – یعنی هرگز به فاصله کور نزدیک نشود. سطح ۰٪ روی فاصله خالی (Empty Distance) و سطح ۱۰۰٪ روی نزدیک‌ترین نقطه مجاز به آنتن، با حاشیه ایمنی مشخص از فاصله کور، تنظیم می‌شود.



شکل ۶ – فاصله کور و نگاشت محدوده تراز به خروجی 4–20 mA

WORKED EXAMPLE

مثال ۱ – تنظیم کالیبراسیون برای یک مخزن واقعی

گام ۱ – داده مخزن: مخزن استوانه‌ای عمودی با ارتفاع کل 6.0 m نسبت به نقطه مرجع نصب آنتن. طبق دیتاشیت دستگاه (فرضی، برای این مثال)، فاصله کور 0.30 m است.

گام ۲ – تعیین سطح ۱۰۰٪: برای حفظ حاشیه ایمنی، سطح ۱۰۰٪ حداقل 0.20 m پایین‌تر از فاصله کور تنظیم می‌شود – یعنی 0.50 m زیر نقطه مرجع.

گام ۳ – تعیین سطح ۰٪: فاصله خالی بر اساس کف مخزن یا پایین‌ترین سطح قابل‌استفاده، 5.80 m زیر نقطه مرجع تعیین می‌شود.

$$\text{measuring range} = 5.80 - 0.50 = 5.30 \text{ m}$$

نتیجه: خروجی 4 mA روی فاصله 5.80 m (سطح ۰٪) و خروجی 20 mA روی فاصله 0.50 m (سطح ۱۰۰٪) تنظیم می‌شود. مقادیر ارتفاع مخزن و فاصله کور در این مثال فرضی‌اند و باید از مدرک واقعی مخزن و دیتاشیت دستگاه گرفته شوند.

10 موارد نصب متداول

جدول ۴ – ملاحظات نصب برای هندسه‌ها و سرویس‌های رایج

حالت نصب	ملاحظه اصلی
مخزن استوانه‌ای عمودی	حالت پایه – محل نصب طبق منطقه سبز شکل ۲ انتخاب می‌شود
مخزن افقی	هندسه پرتو نسبت به سقف منحنی و دیواره‌های انتهایی باید جداگانه بررسی شود
مخزن با همزن	محل نصب باید کاملاً خارج از مسیر حرکت شفت و پره‌ها باشد؛ حذف بازتاب کاذب معمولاً لازم است
مخزن باریک	پرتو باریک‌تر (فرکانس بالاتر) برای پرهیز از برخورد با دیواره ترجیح دارد
نازل بلند	نسبت طول به قطر نازل طبق بخش ۵ کنترل شود
سرویس با کف شناخته‌شده	دستگاه با قابلیت پردازش سیگنال ضعیف انتخاب شود؛ مشورت با سازنده توصیه می‌شود
سیال با ثابت دی‌الکتریک پایین	بازتاب ذاتاً ضعیف‌تر است؛ حاشیه سیگنال دستگاه باید کافی باشد

11 سناریوی مهندسی

خوانش رادار روی یک مخزن دارای همزن، به‌طور متناوب ثابت می‌ماند

سناریو میدانی

«روی یک مخزن اختلاط عمودی، خوانش رادار سطح گاه‌به‌گاه، صرف‌نظر از عملیات واقعی پرشدن یا تخلیه مخزن، برای چند دقیقه روی یک عدد ثابت می‌ماند و سپس ناگهان به مقدار درست بازمی‌گردد.»

گام ۱ – الگوی «ثابت‌ماندن موقت» چه می‌گوید

خوانش ثابت و سپس بازگشت ناگهانی، امضای کلاسیک قفل‌شدن روی یک بازتاب کاذب ثابت است – نه نویز تصادفی. دستگاه گاهی بازتاب سطح واقعی را با بازتاب یک سازه ثابت – در این مورد شفت یا پره همزن – اشتباه می‌گیرد.

گام ۲ – بازبینی محل نصب و نقشه بازتاب

بررسی نقشه نصب نشان داد آنتن تقریباً بالای مسیر حرکت پره‌های همزن نصب شده است – دقیقاً همان آرایشی که بخش ۴ (شکل ۲) به‌عنوان محل نامناسب معرفی کرد. حذف بازتاب کاذب (False Echo Suppression) نیز برای این نصب پیکربندی نشده بود.

گام ۳ – اقدام اصلاحی

دو اقدام مستقل لازم است: (۱) در صورت امکان، ارزیابی جابه‌جایی محل نصب به نقطه‌ای خارج از مسیر همزن مطابق منطقه سبز شکل ۲؛ و (۲) در هر صورت، اجرای یک نقشه‌برداری بازتاب کاذب برای ثبت بازتاب ثابت پره‌ها به‌عنوان یک منبع شناخته‌شده و قابل نادیده‌گرفتن.

ENGINEERING NOTE – جمع‌بندی سناریو

خوانشی که موقتاً ثابت می‌ماند و سپس بازمی‌گردد، معمولاً نشانه بازتاب کاذب است، نه خرابی دستگاه. تعویض دستگاه بدون بررسی محل نصب و نقشه بازتاب، مشکل را حل نمی‌کند.

12 عیب‌یابی

جدول ۵ – ماتریس عیب‌یابی نصب و انتخاب Radar Level Transmitter

علامت Symptom	علت احتمالی Possible Cause	بررسی Check	اقدام اصلاحی Corrective Action
تراز روی یک مقدار ثابت می‌ماند	بازتاب کاذب (False Echo)	بررسی محل نصب نسبت به دیواره، همزن و سازه‌های داخلی	نقشه‌برداری بازتاب کاذب؛ در صورت امکان، جابه‌جایی محل نصب
خوانش ناپایدار و نویزی	آشفته‌گی سطح ناشی از اختلاط یا سیگنال ضعیف	بررسی وضعیت همزن و ثابت دی‌الکتریک سیال	ارزیابی محل نصب و – در صورت نیاز – دستگاه با حاشیه سیگنال بالاتر
تراز ناگهان به صفر می‌رسد	از دست رفتن بازتاب (کف ضخیم، سیگنال بسیار ضعیف)	بررسی وجود کف و ثابت دی‌الکتریک سیال در سرویس واقعی	انتخاب مجدد دستگاه یا تنظیمات پردازش سیگنال ضعیف
خطا هنگام پرشدن سریع مخزن بیشتر می‌شود	آشفته‌گی ناشی از جریان ورودی نزدیک آنتن	بررسی فاصله محل نصب از نازل ورودی	ارزیابی جابه‌جایی محل نصب طبق بخش ۴
خطا در تراز پایین (نزدیک کف) بیشتر می‌شود	بازتاب سازه‌های داخلی نزدیک کف مخزن	بررسی نقشه بازتاب برای سازه‌های نزدیک کف	پیکربندی حذف بازتاب کاذب برای آن ناحیه
خوانش هرگز به ۱۰۰٪ نمی‌رسد	سطح ۱۰۰٪ داخل یا نزدیک فاصله کور تنظیم شده	بازبینی محدوده کالیبراسیون طبق بخش ۹	تنظیم مجدد سطح ۱۰۰٪ با حاشیه کافی از فاصله کور

13 چک‌لیست راه‌اندازی

☐ ارتفاع، قطر و هندسه مخزن (عمودی/افقی) مشخص و مستند شده است.

☐ ثابت دی‌الکتریک سیال – دست‌کم به‌صورت کیفی (بالا/پایین) – بررسی شده است.

☐ فرکانس دستگاه با توجه به نازل، سازه‌های داخلی و اندازه مخزن توجیه شده است.

☐ محل نصب از دیواره، مسیر همزن و نازل ورودی فاصله کافی دارد.

☐ نسبت طول به قطر نازل طبق بخش ۵ بررسی شده است.

☐ وجود کف یا آشفته‌گی سطح شناخته‌شده در انتخاب دستگاه لحاظ شده است.

☐ منابع محتمل بازتاب کاذب فهرست و در صورت نیاز نقشه برداری شده اند.

☐ فاصله کور از دیتاشیت دستگاه استخراج شده است.

☐ سطح ۰٪ و ۱۰۰٪ با حاشیه ایمنی کافی از فاصله کور تنظیم شده اند.

☐ خروجی HART / 4–20 mA در سامانه کنترل تأیید شده است.

☐ طبقه بندی منطقه خطرناک و گواهی دستگاه با الزامات سایت تطبیق داده شده است.

14 جمع بندی

جمع بندی نکات کلیدی

- انتخاب فرکانس، محل نصب و ابعاد نازل، سه تصمیم مستقل اما به هم وابسته اند.
- محل نصب باید از دیواره، مسیر همزن و نازل ورودی فاصله کافی داشته باشد.
- ثابت دی الکتریک سیال، قدرت بازتاب را مستقیماً تعیین می کند – سیالات با ثابت دی الکتریک پایین به حاشیه سیگنال بیشتری نیاز دارند.
- هر سطح ثابتی – دیواره، همزن، سازه داخلی – می تواند بازتاب کاذب تولید کند.
- سطح ۱۰۰٪ کالیبراسیون همیشه باید با حاشیه ایمنی از فاصله کور فاصله داشته باشد.
- خوانشی که موقتاً ثابت می ماند و بازمی گردد، معمولاً نشانه بازتاب کاذب است، نه خرابی دستگاه.
- این سند هیچ زاویه پرتو یا مقدار عددی ثابت دی الکتریک اختصاصی محصول نمی دهد – این مقادیر همیشه از دیتاشیت دستگاه گرفته می شوند.

15 پرسش های متداول

چگونه فرکانس مناسب رادار سطح را انتخاب کنیم؟

با توجه به اندازه نازل، وجود سازه های داخلی و ابعاد مخزن. فرکانس بالاتر معمولاً مخروط پرتو باریک تری می دهد و برای نازل کوچک یا مخزن های با سازه داخلی مناسب تر است؛ زاویه پرتو دقیق همیشه باید از دیتاشیت آنتن انتخابی گرفته شود.

چرا محل نصب نزدیک همزن مشکل ساز است؟

چون شفت یا پره های همزن می توانند بازتاب کاذب ثابت تولید کنند که دستگاه ممکن است آن را با سطح واقعی اشتباه بگیرد – نشانه رایج آن، ثابت ماندن موقت خوانش است.

بازتاب کاذب (False Echo) چیست و چگونه مدیریت می شود؟

بازتابی از هر سطح ثابتی به جز سیال – دیواره، نازل، همزن یا سازه داخلی. اغلب دستگاه های مدرن با نقشه برداری بازتاب کاذب (Echo Mapping) این بازتاب های ثابت را شناسایی و در پردازش نادیده می گیرند.

➤ ثابت دی الکتریک سیال چه اثری روی انتخاب دستگاه دارد؟

سیالات با ثابت دی الکتریک پایین (مانند بسیاری از هیدروکربن ها) بازتاب ذاتاً ضعیف تری تولید می کنند و به دستگاه یا تنظیماتی با حاشیه پردازش سیگنال ضعیف بیشتر نیاز دارند.

➤ فاصله کور چگونه در کالیبراسیون لحاظ می شود؟

سطح ۱۰۰٪ همیشه با یک حاشیه ایمنی مشخص، پایین تر از فاصله کور تنظیم می شود - نه دقیقاً روی آن - تا حتی در پرشدن کامل مخزن، سطح هرگز وارد ناحیه فاصله کور نشود.

➤ آیا کف همیشه اندازه گیری را مختل می کند؟

نه لزوماً. کف سبک و نازک معمولاً بخشی از سیگنال را عبور می دهد و بازتاب همچنان قابل استفاده می ماند؛ کف ضخیم و متراکم می تواند بازتاب را به شدت تضعیف یا کاملاً مسدود کند.

➤ چرا نازل بلند و باریک مشکل ساز است؟

چون بخشی از پرتو می تواند پیش از خروج از نازل، به جدار داخلی آن برخورد و بازتاب کاذب داخلی تولید کند - به ویژه در فرکانس های پایین تر با پرتو بازتر.

➤ اگر خوانش رادار موقتاً ثابت بماند و سپس درست شود، اولین بررسی چیست؟

بررسی محل نصب نسبت به سازه های ثابت مخزن (دیواره، همزن، سازه داخلی) و وضعیت نقشه برداری بازتاب کاذب - این الگو معمولاً نشانه بازتاب کاذب است، نه خرابی دستگاه.

16 استانداردها و منابع

1. IEC 61010-1 – Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 1: General requirements
الزام ایمنی الکتریکی عمومی محفظه و الکترونیک ترانسیمتر؛ ویرایش جاری باید طبق گواهی دستگاه تأیید شود.
2. IEC 60529 – Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
مرجع رده حفاظت محفظه (مانند IP67).
3. IEC 61326-1 – Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements
الزامات سازگاری الکترومغناطیسی؛ برای رادار سطح، به ویژه به این دلیل مرتبط است که خود دستگاه نیز یک فرستنده رادیویی است.
4. IEC 61511-1 – Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 1
در صورت استفاده از ترانسیمتر در یک تابع ایمنی (SIF) مرتبط است؛ گواهی SIL دستگاه باید جداگانه بررسی شود.
5. NAMUR NE 107 – Self-Monitoring and Diagnosis of Field Devices
چارچوب دسته بندی وضعیت تشخیصی (خرابی / نیاز به سرویس / خارج از مشخصه / بررسی عملکرد) که در بسیاری از ترانسیمترهای مدرن رادار پیاده سازی می شود.
6. NAMUR NE 43 – Standardization of the Signal Level for the Failure Information of Digital Transmitters
تعریف سطح جریان خطا در خروجی 4-20 mA.
7. ETSI EN 302 372 – Short Range Devices (SRD); Tank Level Probing Radar (TLPR) equipment
استاندارد هماهنگ اروپایی مجوز تشعشع فرکانس رادیویی رادار سطح در باندهای 8.5-10.6 GHz، 4.5-7 GHz، 24.05-27 GHz، 57-64 GHz و 75-85 GHz؛ نزدیک ترین سند به یک «استاندارد رادار سطح» - اما استاندارد برای عملکرد اندازه گیری نیست، فقط مجوز تشعشع است.
8. 47 CFR § 15.256 – Operation of level probing radars (FCC, United States)
معادل آمریکایی مجوز تشعشع، محدود به نصب ثابت و غیرقابل حمل - نکته ای که دلیل «همیشه ثابت نصب شده بودن» این دستگاه ها را توضیح می دهد.

منابع مرتبط NICO

ادامه همین موضوع

- رادار چگونه سطح مایع و جامد را اندازه‌گیری می‌کند؟ – NICO-EDU-LVL-L1-001-FA
- طراحی و تحلیل پیشرفته سیستم اندازه‌گیری سطح با رادار FMCW – NICO-EDU-LVL-L3-003-FA

مرتبط از دسته سیگنال و اندازه‌گیری

- سیگنال 4–20 mA چیست؟ – NICO-EDU-SIG-L1-001-FA
- عیب‌یابی حلقه 4–20 mA – NICO-EDU-SIG-L2-002-FA

این راهنما یک سند آموزشی-مهندسی مفهومی است. مقادیر عددی مثال کالیبراسیون بخش ۹ فرضی‌اند و هیچ مشخصه یا مدل محصول خاص NICO در آن ادعا نشده است.

