لول ترانسمیتر راداری چیست؟

لول ترانسمیتر نوع راداری (Radar Level Transmitter) یکی از تجهیزات ابزار دقیق است که برای اندازه‌گیری پیوسته سطح مایعات و مواد جامد پودری یا دانه‌ای در مخازن، سیلوها و تجهیزات صنعتی استفاده می‌شود. این دستگاه با ارسال امواج الکترومغناطیسی و دریافت بازتاب آن‌ها از سطح مواد، فاصله تا سطح را محاسبه کرده و میزان سطح مخزن را مشخص می‌کند.



سطح سنج راداری در نوع غیرتماسی، بدون تماس مستقیم با سیال کار می‌کند و بسته به مدل، برای محیط‌هایی با فشار و دمای بالا، بخار یا گردوغبار نیز مناسب است. به همین دلیل در صنایعی مانند نفت و گاز، پتروشیمی، صنایع شیمیایی، غذایی و تصفیه آب کاربرد گسترده‌ای دارد.

نحوه عملکرد لول ترانسمیتر راداری

اساس کار لول ترانسمیتر نوع راداری بر ارسال امواج راداری، دریافت سیگنال بازتابی و محاسبه فاصله سنسور تا سطح مواد است.



این فرآیند در سطح‌سنج‌های راداری غیرتماسی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

1. **ارسال امواج راداری:** آنتن دستگاه که معمولاً در بالای مخزن نصب می‌شود، امواج الکترومغناطیسی را به سمت سطح سیال یا مواد ارسال می‌کند.
2. **بازتاب امواج از سطح مواد:** بخشی از امواج هنگام برخورد با سطح ماده، به سمت آنتن بازتاب پیدا می‌کند.
3. **دریافت سیگنال بازتابی:** آنتن دستگاه امواج برگشتی را دریافت کرده و به واحد پردازش منتقل می‌کند.

4. **محاسبه فاصله:** دستگاه با بررسی زمان رفت‌وبرگشت امواج در مدل‌های پالسی یا اختلاف فرکانس در مدل‌های FMCW، فاصله تا سطح ماده را محاسبه می‌کند.
5. **تعیین و نمایش سطح:** با کسر فاصله اندازه‌گیری‌شده از فاصله مرجع مخزن، سطح ماده مشخص شده و نتیجه از طریق نمایشگر یا خروجی‌هایی مانند 4-20mA به سیستم کنترل منتقل می‌شود.

فرمول اندازه‌گیری سطح در سطح سنج راداری

در روش راداری پالسی، فاصله تا سطح ماده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:



فرمول محاسبه سطح در لول ترانسمیتر راداری

۱ .فرمول محاسبه فاصله در رادار پالسی

$$D = (c \times t) / 2$$

- **D:** فاصله سنسور تا سطح ماده (متر)
- **C:** سرعت انتشار امواج راداری در محیط (در هوا تقریباً ۳۰۰ میلیون متر بر ثانیه)
- **T:** زمان رفت‌وبرگشت امواج (ثانیه)

در این فرمول، عدد ۲ به این دلیل استفاده می‌شود که امواج راداری مسیر رفت و برگشت بین سنسور و سطح ماده را طی می‌کنند.

۲ .فرمول محاسبه ارتفاع سطح ماده

$$L = E - D$$

- **L:** ارتفاع سطح ماده نسبت به نقطه صفر مخزن
- **E:** فاصله نقطه مرجع سنسور تا نقطه صفر مخزن
- **D:** فاصله سنسور تا سطح ماده

مثال :اگر فاصله مرجع تا کف مخزن ۱۰ متر و فاصله سنسور تا سطح سیال ۳ متر باشد، ارتفاع سیال برابر است با:

$$L = 10 - 3 = 7 \text{ متر}$$

نکته :فرمول اول مخصوص اندازه‌گیری فاصله در رادارهای پالسی است. در مدل‌های FMCWفاصله با استفاده از اختلاف فرکانس امواج محاسبه می‌شود.

انواع سطح سنج راداری و تفاوت آن‌ها

سطح سنج‌های راداری (Radar Level Transmitters) براساس نحوه انتشار امواج و فناوری اندازه‌گیری به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند. مهم‌ترین آن‌ها شامل سطح سنج راداری پالسی، راداری FMCW و راداری هدایت‌شونده هستند.



هرکدام با توجه به نوع سیال، شرایط مخزن و دقت موردنیاز، کاربرد متفاوتی دارند.

۱ .سطح سنج راداری پالسی (Pulse Radar)

این نوع لول راداری با ارسال پالس‌های الکترومغناطیسی و اندازه‌گیری زمان رفت‌وبرگشت امواج، فاصله تا سطح مواد را محاسبه می‌کند.

- **کاربرد:** اندازه‌گیری سطح مایعات و برخی مواد جامد در مخازن صنعتی
- **مزیت:** اندازه‌گیری غیرتماسی و عدم نیاز به قطعات متحرک
- **محدودیت:** احتمال ایجاد بازتاب‌های مزاحم در مخازن دارای موانع داخلی

۲ .سطح سنج راداری FMCW

در این فناوری، دستگاه امواج راداری پیوسته با فرکانس متغیر ارسال می‌کند. اختلاف فرکانس بین سیگنال ارسالی و دریافتی برای محاسبه فاصله تا سطح ماده استفاده می‌شود.

- **کاربرد:** مخازن صنعتی، مخازن ذخیره‌سازی و سیلوها
- **مزیت:** امکان اندازه‌گیری دقیق و پردازش پیشرفته سیگنال‌های بازتابی
- **محدودیت:** عملکرد آن به طراحی آنتن، شرایط فرآیندی و ویژگی‌های ماده بستگی دارد.

۳ .سطح سنج راداری هدایت‌شونده

این مدل که با نام **رادار موج هدایت شونده یا GWR** شناخته می‌شود، امواج را از طریق یک پروب میله‌ای یا کابلی به داخل مخزن هدایت می‌کند. برخلاف مدل‌های غیرتماسی، پروب دستگاه با ماده در تماس قرار می‌گیرد.

- **کاربرد:** مخازن دارای تلاطم، برخی سیالات کف‌دار و اندازه‌گیری سطح مشترک دو مایع مانند آب و روغن
- **مزیت:** هدایت متمرکز امواج و کاهش تأثیر بسیاری از موانع داخلی مخزن
- **محدودیت:** تماس پروب با سیال و احتمال ایجاد مشکل در صورت رسوب‌گذاری، چسبندگی یا برخورد با همزن.

جدول مقایسه انواع لول ترانسمیتر راداری

ویژگی	پالسی	FMCW	هدایت‌شونده (GWR)
روش اندازه‌گیری	زمان رفت‌وبرگشت پالس	اختلاف فرکانس	بازتاب پالس در پروب
تماس با سیال	ندارد	ندارد	دارد
اندازه‌گیری سطح مشترک دو مایع	معمولاً خیر	معمولاً خیر	در مدل‌های مناسب
کاربرد شاخص	مخازن مایعات	مخازن و سیلوهای صنعتی	مخازن دارای تلاطم و شرایط پیچیده
نکته انتخاب	کیفیت بازتاب سیگنال	آنتن و پردازش سیگنال	جنس و نوع پروب

تفاوت سطح سنج راداری ۲۶ و ۸۰ گیگاهرتز

سطح سنج‌های راداری غیرتماسی از نظر فرکانس کاری نیز تفاوت دارند. دو فرکانس رایج در تجهیزات صنعتی، **۲۶ گیگاهرتز و ۸۰ گیگاهرتز** هستند.

- **رادار ۲۶ گیگاهرتز:** در بسیاری از کاربردهای صنعتی متداول است و عملکرد آن به طراحی آنتن و شرایط مخزن بستگی دارد.
- **رادار ۸۰ گیگاهرتز:** معمولاً امکان ایجاد زاویه تابش باریک‌تر را با آنتن هم‌اندازه فراهم می‌کند و برای مخازن باریک یا دارای موانع داخلی می‌تواند مناسب‌تر باشد.

نکته مهم: فرکانس بالاتر همیشه به معنای دقت بیشتر نیست. انتخاب نهایی باید براساس ارتفاع مخزن، ثابت دی‌الکتریک ماده، وجود کف، بخار، گردوغبار و مشخصات فنی دستگاه انجام شود.

مزایا و محدودیت‌های سطح سنج راداری

لول ترانسمیتر راداری به دلیل دقت مناسب، اندازه‌گیری بدون تماس و قابلیت استفاده در شرایط صنعتی مختلف، یکی از تجهیزات پرکاربرد برای کنترل سطح مخازن محسوب می‌شود. بااین‌حال، انتخاب این دستگاه باید با توجه به نوع ماده و شرایط فرآیند انجام شود.

مزایای ترانسمیتر راداری



- **اندازه‌گیری بدون تماس:** در مدل‌های غیرتماسی، سنسور با سیال برخورد مستقیم ندارد و استهلاک تجهیزات کاهش می‌یابد.
- **دقت اندازه‌گیری بالا:** امکان اندازه‌گیری پیوسته سطح با دقت بالا، متناسب با مشخصات فنی دستگاه.

- **مقاومت در شرایط سخت صنعتی:** قابلیت استفاده در محیط‌های دارای فشار، دما، بخار یا گردوغبار با انتخاب مدل مناسب.
- **مناسب برای مواد مختلف:** اندازه‌گیری سطح مایعات، مواد شیمیایی و مواد جامد پودری یا دانه‌ای.
- **نیاز کم به تعمیر و نگهداری:** نبود قطعات متحرک در سیستم اندازه‌گیری باعث کاهش استهلاک مکانیکی می‌شود.
- **اتصال به سیستم کنترل:** امکان انتقال اطلاعات سطح به PLC و DCS از طریق خروجی‌هایی مانند 4-20 mA و پروتکل HART در مدل‌های مجهز.

محدودیت‌های سطح سنج راداری



- **قیمت اولیه بالاتر:** برخی مدل‌های صنعتی نسبت به سطح‌سنج‌های ساده‌تر هزینه بیشتری دارند.
- **تأثیر کف شدید:** وجود کف متراکم روی سطح بعضی مایعات می‌تواند سیگنال بازتابی را تضعیف کند.
- **حساسیت به موانع مخزن:** همزن، لوله‌ها و تجهیزات داخلی ممکن است بازتاب‌های مزاحم ایجاد کنند.
- **چالش در مواد با ثابت دی‌الکتریک پایین:** بعضی مواد بازتاب ضعیفی دارند و به سنسور مناسب‌تری نیاز دارند.
- **اهمیت محل نصب:** انتخاب نادرست موقعیت نصب، نوع آنتن یا تنظیمات دستگاه می‌تواند باعث خطای اندازه‌گیری شود.

برندهای معتبر و مدل‌های پیشنهادی لول ترانسمیتر راداری

برندهای **Endress+Hauser**، **VEGA**، **Emerson** و **Siemens** از تولیدکنندگان شناخته‌شده تجهیزات اندازه‌گیری سطح راداری هستند. این شرکت‌ها مدل‌های مختلفی برای مخازن مایعات، سیلوهای مواد جامد و شرایط سخت صنعتی تولید می‌کنند.

برند	مدل پیشنهادی	کاربرد مناسب
Endress+Hauser	Micropilot FMR60B	اندازه‌گیری سطح مایعات در مخازن صنعتی
Endress+Hauser	Micropilot FMR62B	مایعات خورنده و شرایط دما و فشار بالا
VEGA	VEGAPULS 6X	اندازه‌گیری سطح مایعات و مواد جامد
Emerson	Rosemount 5408	مخازن فرآیندی با شرایط اندازه‌گیری دشوار
Siemens	SITRANS LR580	مخازن و سیلوهای بزرگ مواد جامد

نکته: مدل‌های جدول نمونه‌هایی از محصولات واقعی سازندگان هستند و به معنی موجودبودن تمامی آن‌ها در یاس کنترل نیستند. انتخاب مدل نهایی باید براساس ارتفاع مخزن، ویژگی‌های سیال، فشار، دما و محدوده اندازه‌گیری انجام شود.

خرید و قیمت لول ترانسمیتر راداری از یاس کنترل

برای **خرید لول ترانسمیتر راداری** باید عواملی مانند نوع ماده، ارتفاع مخزن، شرایط فرآیندی، دقت موردنیاز و برند سازنده را بررسی کرد. انتخاب صحیح سطح سنج راداری باعث افزایش اطمینان از اندازه‌گیری و کاهش خطاهای احتمالی در کنترل سطح مخازن صنعتی می‌شود.

قیمت لول ترانسمیتر راداری به عواملی مانند برند و مدل دستگاه، فرکانس کاری، محدوده اندازه‌گیری، جنس آنتن، نوع اتصال، خروجی ارتباطی و استانداردهای حفاظتی بستگی دارد. به همین دلیل، قیمت نهایی پس از بررسی مشخصات فنی و شرایط سفارش تعیین می‌شود.

یاس کنترل با ارائه مشاوره تخصصی در زمینه تجهیزات ابزار دقیق، به شما کمک می‌کند تا سطح سنج راداری مناسب را متناسب با شرایط پروژه انتخاب کنید.

برای دریافت اطلاعات فنی، بررسی مدل‌های قابل تأمین و استعلام قیمت روز، می‌توانید با کارشناسان فروش یاس کنترل در ارتباط باشید.

برای خرید، دریافت مشاوره تخصصی و استعلام قیمت لول ترانسمیتر راداری با یاس کنترل تماس بگیرید.