

Detector de Abertura Magnético sem Fio

Sensor de contato magnético para portas e janelas — modo Smart (aberto/fechado) e modo Violação — transmissor RF 433,92 MHz com EETX433A

Guia de aplicação para sensores de abertura sem fio em sistemas de alarme, usando o transmissor multifuncional EETX433A em modo sensor magnético: o modo Smart informa abertura e fechamento; os modos de violação sinalizam intrusão.

FREQUÊNCIA

433,92 MHz

POTÊNCIA RF

13 dBm

MODOS

Smart · Violação

SENSOR

TMR / Reed

VERSÃO

v1.1

BASEADO NO CI

EETX433A

DESENVOLVIDO POR

Engeletron Engenharia

DATA

2026-07-04

• Introdução

Esta nota de aplicação descreve como construir um **detector de abertura sem fio** para portas e janelas — um contato magnético de alarme — usando o transmissor multifuncional **EETX433A** operando em modo sensor magnético. O EETX433A integra oscilador PLL de 433,92 MHz, modulador OOK/ASK, amplificador de potência e a lógica de codificação e gerenciamento de energia em um único encapsulamento SOP-8, permitindo um produto compacto e de baixíssimo consumo alimentado por bateria.

O detector é formado por um **ímã** fixado na parte móvel (folha da porta ou janela) e por uma placa com o **EETX433A e um sensor magnético** fixada no batente. Com a porta fechada, o ímã mantém o sensor em um estado; ao abrir, o ímã se afasta, o sensor comuta e o CI transmite um evento de RF. O comportamento é selecionado pelos pinos CFG no power-up, incluindo um **modo Smart** que informa tanto a abertura quanto o fechamento.

Os detalhes elétricos do CI (pinagem, valores absolutos, condições de operação, formato do frame de RF e mapeamento de códigos) constam no datasheet do EETX433A e são referenciados ao longo deste documento. A configuração dos pinos por modo está na tabela "Modos de Configuração (Pinos CFG)" do datasheet (pág. 5).

• Princípio de Funcionamento

A detecção de abertura usa um par **ímã + sensor magnético**. O ímã é montado na folha móvel e a placa do EETX433A (com o sensor) no batente fixo, alinhados e no mesmo plano. Com a porta fechada, o ímã fica próximo do sensor; ao abrir, o ímã se **afasta**, a saída do sensor comuta e gera uma borda de subida (0→1) no pino **SENIN**, que dispara a transmissão de RF.

O sensor magnético pode ser um **TMR** (magnetorresistivo) com saída digital ON/OFF ou um **Reed switch**. O TMR oferece boa tolerância de distância (gap) e repetibilidade; o Reed é passivo e mais simples. Ambos entregam um sinal digital ao pino SENIN, que o EETX433A monitora nos modos de sensor — mas a forma de ligação difere entre os dois (ver Esquemas de Ligação).

Diferentemente do sensor PIR, o sensor magnético **não tem tempo de estabilização nem modo de teste**: está sempre pronto para uso imediatamente após a inicialização. Qualquer abertura é detectada instantaneamente.

Reed switch (passivo, 2 terminais)

O Reed switch (SW1) é um contato seco de 2 terminais, sem alimentação. Ele é ligado entre o SENIN e o GND, e um resistor de **pull-up (R2, 2,2 MΩ)** puxa o SENIN para VDD. Com o ímã próximo (porta fechada) o reed conduz e mantém o SENIN em nível baixo; ao afastar o ímã (abrir), o reed abre e o resistor leva o SENIN a nível alto, gerando a borda **0→1** que dispara a transmissão. É a solução mais simples e de consumo praticamente nulo, mas exige o resistor de pull e tem contato mecânico.

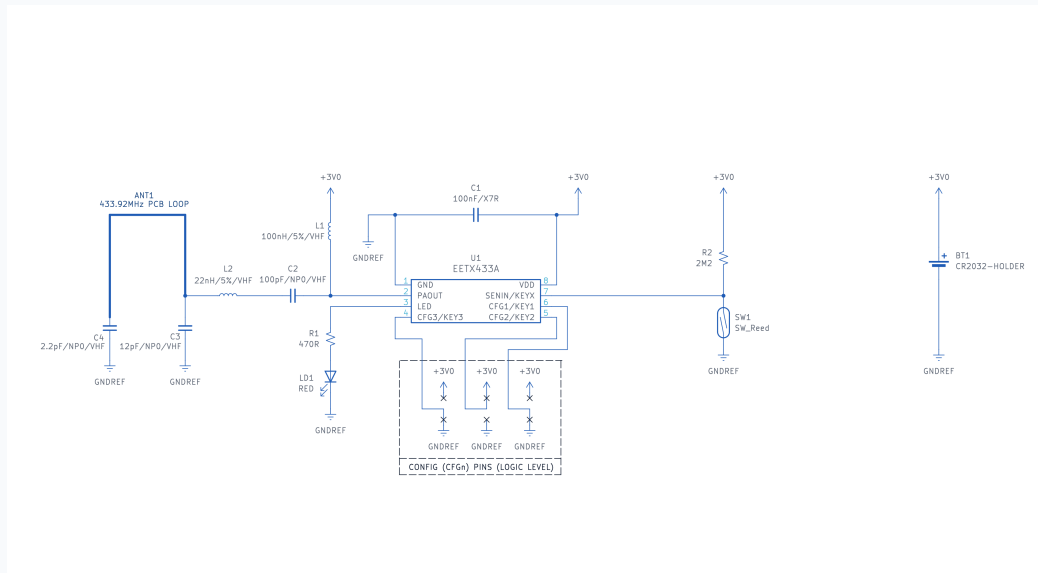


Figura 2: Ligação com Reed switch passivo — reed + resistor de pull-up de 2,2 MΩ no SENIN (EETX433A)

• Modos de Operação

O modo é selecionado ligando os pinos CFG1, CFG2 e CFG3 a GND (nível 0) ou VDD (nível 1) — amostrados APENAS no power-up. Entre os 8 modos do EETX433A, quatro são magnéticos. A tabela abaixo reproduz a configuração de pinos (datasheet, pág. 5):

MODO	FUNÇÃO	CFG3	CFG2	CFG1	SENIN
1	Violação	0	0	1	Entrada
2	Violação	0	1	0	Entrada
3	Smart (Aberto/Fechado)	0	1	1	Entrada
6	Violação	1	1	0	Entrada

Os pinos CFG são amostrados somente no power-up; alterações durante a operação são ignoradas. Para entrar no modo desejado, ligue cada pino a VDD (1) ou GND (0) conforme a tabela antes de energizar.

Modo Smart (Modo 3) — recomendado para supervisão

No modo Smart o transmissor envia códigos distintos para **abertura** e **fechamento**, permitindo que a central de alarme conheça o estado real da porta/janela. Ao **abrir** (afastar o ímã, SENIN 0→1) é enviado o evento **Aberto (A) = código 4**; ao **fechar** (aproximar o ímã, SENIN 1→0) é enviado o evento **Fechado (F) = código 5**. A bateria baixa é sinalizada com o **código 3**. Ideal para painéis supervisionados que exibem "aberto/fechado" por zona.

Modos de Violação (Modos 1, 2 e 6)

Nesses modos o transmissor envia apenas o evento de **Violação (V)** — a abertura, ou seja, o afastamento do ímã — e a **Bateria baixa (B)**; o fechamento não é reportado. O código de violação difere entre os modos (Modo 1 → 1; Modo 2 → 3; Modo 6 → 2), assim como o de bateria, de modo que um mesmo receptor pode distinguir sensores/zonas pelo código além do endereço único de 20 bits. Indicados para alarmes de intrusão simples, em que só interessa a abertura.

• Eventos e Códigos Transmitidos

O campo de dados de 4 bits (D3D2D1D0) carrega o evento. O valor depende do modo configurado — o mesmo número significa eventos diferentes em modos diferentes:

MODO	FUNÇÃO	Abrir (afastar ímã)	Fechar (aproximar ímã)	Bateria baixa
1	Violação	V = 0001 (1)	—	B = 0011 (3)
2	Violação	V = 0011 (3)	—	B = 0001 (1)
3	Smart	A = 0100 (4)	F = 0101 (5)	B = 0011 (3)
6	Violação	V = 0010 (2)	—	B = 0001 (1)

Legenda: V = Violação (abertura) · A = Aberto (Open) · F = Fechado (Close) · B = Bateria baixa. O número entre parênteses é o valor decimal dos 4 bits transmitidos. Como o frame não carrega o número do modo, a interpretação dos 4 bits depende do modo configurado na unidade; o endereço único de 20 bits identifica a unidade no receptor.

• Sequência de Operação

Após inserir a bateria ocorre uma breve inicialização e o sensor fica imediatamente pronto — não há tempo de estabilização nem modo de teste. A partir daí, cada abertura (e, no modo Smart, cada fechamento) gera uma transmissão. O LED indica visualmente cada etapa.

Fase / Evento	Condição	Transmite	LED
Inicialização	Inserção da bateria	— (não transmite)	Aceso ~2 s
Pronto	Imediato após inicialização	— (aguardando evento)	Apagado
Abertura	Afastar o ímã · SENIN 0→1	Código de violação/abertura · 24 pacotes (1 296 ms)	Pisca ao transmitir
Fechamento	Aproximar o ímã · SENIN 1→0 (só Modo 3 Smart)	Código Fechado (F = 5)	Pisca ao transmitir
Bateria baixa	VDD < ≈ 2,2 V confirmado	Código de bateria após o evento	3 piscadas rápidas

PRONTO PARA USO IMEDIATO

O sensor magnético não requer tempo de estabilização nem modo de teste (diferentemente do sensor PIR). Após a inicialização de ~2 s, está apto a detectar qualquer abertura instantaneamente. A transmissão é fixa em 1 296 ms (24 pacotes), independentemente de o estado do sensor mudar novamente após o disparo.

• Detecção de Bateria Baixa

O EETX433A monitora continuamente a tensão de alimentação no modo sensor. O limiar nominal de bateria baixa é **2,20 V**, com tolerância de $\pm 5\%$ ($\pm 0,10$ V) — ou seja, na prática a sinalização pode ocorrer entre 2,30 V e 2,10 V conforme a variação do componente.

Para evitar falsos avisos por quedas momentâneas de tensão, a condição precisa ser confirmada em **dois eventos de disparo consecutivos** com tensão baixa; somente a partir do segundo evento o sensor passa a sinalizar bateria baixa.

Confirmada a bateria baixa, a cada evento detectado o LED pisca **3 vezes rapidamente**, aguarda **1 s** e transmite o **código do evento** (violação/abertura ou, no modo Smart, abertura/fechamento); em seguida aguarda mais **1 s** e transmite o **código de bateria baixa** (3 nos modos 1 e 3; 1 nos modos 2 e 6). O receptor pode então alertar o usuário para a troca da bateria.

• Sinal de RF Transmitido

A transmissão segue o formato de pacote do EETX433A: codificação OOK por largura de pulso em 433,92 MHz, com unidade básica de tempo $\lambda = 500 \mu\text{s}$ (cada bit ocupa $3\lambda = 1,5$ ms). Cada pacote contém pilot, start, 20 bits de endereço programável (único de fábrica), 4 bits de dados e 4 bits de anti-code fixo, totalizando $108\lambda \approx 54$ ms. A cada evento são enviados 24 pacotes (1 296 ms).

No modo sensor magnético, o campo de dados de 4 bits carrega o código do evento conforme o modo configurado (ver a tabela de Eventos e Códigos): violação ou aberto/fechado, e bateria baixa. Como o frame não carrega o número do modo, o significado dos 4 bits depende do modo da unidade; o endereço de 20 bits identifica unicamente o sensor no receptor. Consulte o datasheet do EETX433A para a estrutura completa do frame e o mapeamento dos códigos.

• Características Técnicas

Valores do sistema de contato magnético completo (CI EETX433A + sensor magnético + bateria). As características de RF, tensão e formato de dados são as mesmas do EETX433A.

Parâmetro	Valor
Frequência de operação	433,92 MHz
Canais	1
Modulação	00K / ASK
Potência de RF (típ.)	13 dBm
Tensão de alimentação	3,0 V nom. (2,0–3,6 V)
Opções de bateria	1× CR2032 / 1× CR123 / 2× AA(AAA)
Corrente em transmissão	12 mA
Corrente em repouso (standby do CI)	800 nA
Tipo de sensor	TMR digital ON/OFF ou Reed switch
Modos magnéticos disponíveis	1, 2, 3 (Smart), 6
Duração da transmissão por evento	1 296 ms (24 pacotes)
Limiar de bateria baixa	2,20 V $\pm$ 5%
Encapsulamento do CI	SOP-8

RF e standby do CI conforme o datasheet do EETX433A (13 dBm; standby 800 nA). O consumo total em repouso depende do sensor escolhido: um Reed switch é passivo ($\approx$ standby do CI); um sensor TMR ativo acrescenta tipicamente alguns μ A.

• Soldagem e Refusão

O **excesso de temperatura pode danificar o EETX433A**, causando deformação térmica do encapsulamento e alteração da frequência de 433,92 MHz. Por isso, adote **ligas de pasta de solda de baixa temperatura** e limite o pico a **$\leq 210\text{ °C}$ por $\leq 10\text{ s}$** .

Recomenda-se a liga sem chumbo **SnBi — Sn42Bi57Ag1** (pico 180 °C , RoHS). A liga **SnPb — Sn63Pb37** (pico 210 °C) é apenas a referência de **limite máximo absoluto** — nunca ultrapasse 210 °C .

LIMITE CRÍTICO DE TEMPERATURA

NUNCA exceda **210 °C** de pico nem **10 s** no pico. Acima de 210 °C ocorre deformação térmica do SOP-8 e desvio da frequência. Prefira sempre a liga de baixa temperatura (SnBi).

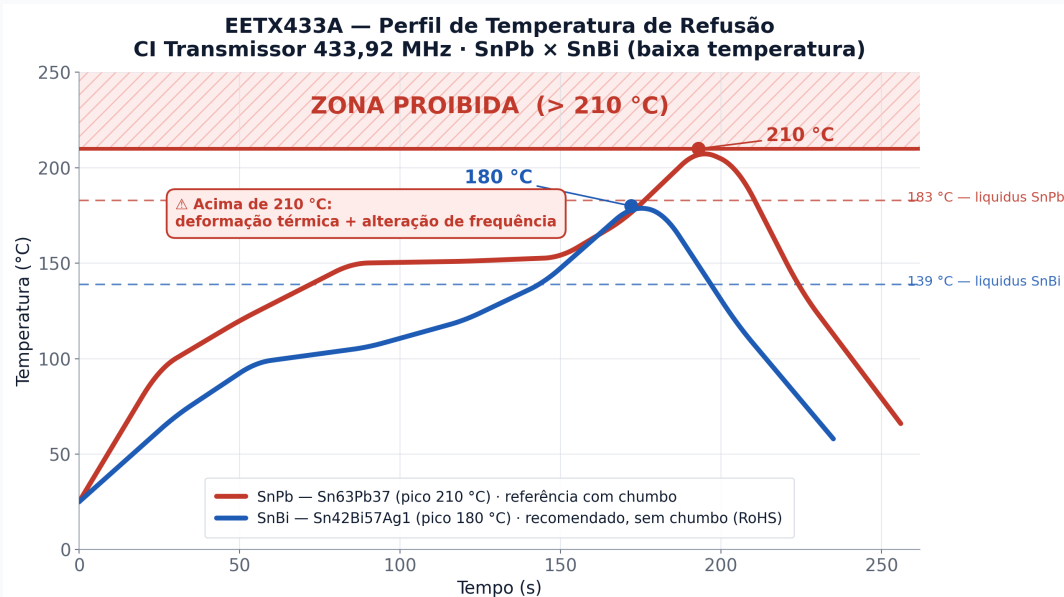


Figura: Perfil de temperatura de refusão — SnBi (recomendado) × SnPb (limite máx. 210 °C)

• Soldagem e Refusão

Fase	SnPb · t (s)	SnPb · T (°C)	SnBi · t (s)	SnBi · T (°C)
Rampa de subida	0-90	25→150	0-60	25→100
Pré-aquecimento (soak)	90-150	~150	60-120	100→120
Rampa ao pico	150-190	150→210	120-170	120→180
Pico (reflow)	190-200	210 (≤10 s)	170-180	180
Resfriamento	200-255	210→70	180-235	180→60

SnBi (Sn42Bi57Ag1, sem chumbo, RoHS) — recomendado. SnPb (Sn63Pb37) é referência com chumbo; 210 °C é o limite máximo absoluto. Rampa de subida ~1,2-1,4 °C/s · resfriamento ≤ 3-4 °C/s · máx. 2 ciclos de refusão. Soldagem manual (amostras): ponta ≤ 300 °C, contato ≤ 5 s.

• Diretrizes de Aplicação

- **Alinhamento ímã-sensor:** monte o ímã na folha móvel e a placa (com o sensor) no batente fixo, alinhados e no mesmo plano, com o menor gap possível na posição fechada. Respeite o eixo sensível / a marcação de polaridade do sensor.
- **Gap de operação:** verifique as distâncias de comutação (pull-in / drop-out) do sensor escolhido e garanta margem — a abertura deve afastar o ímã além do drop-out, e o fechamento reaproximá-lo dentro do pull-in.
- **Superfícies metálicas:** evite fixar o conjunto sobre materiais ferromagnéticos (aço) que desviem o campo; se inevitável, use espaçadores não magnéticos e revalide o gap.
- **Escolha do sensor:** o **TMR** tolera gaps maiores e é mais repetível (custa alguns μA); o **Reed** é passivo (consumo ~nulo) mas exige o resistor de pull-up e tem contato mecânico.
- **Escolha do modo:** use o **Modo 3 (Smart)** quando a central precisa saber aberto/fechado (supervisão); use os modos de violação (1, 2, 6) para alarme de intrusão simples. Configure os pinos CFG conforme a tabela de modos apenas no power-up.
- **Antena:** use o laço de antena impresso em 433,92 MHz conforme o esquemático de referência e o datasheet do EETX433A; evite contornar a antena com plano de terra ou metais próximos.

Para conhecer mais sobre o EETX433A e obter o datasheet completo, acesse: engeletron.com.br

Aviso Legal

As informações contidas nesta nota de aplicação são fornecidas de boa-fé e consideradas precisas no momento da publicação. A Engeletron Engenharia reserva-se o direito de modificar especificações sem aviso prévio. Os circuitos e valores apresentados são exemplos de referência; cabe ao integrador validar o desempenho na aplicação final. Não nos responsabilizamos por consequências decorrentes do uso desta informação.