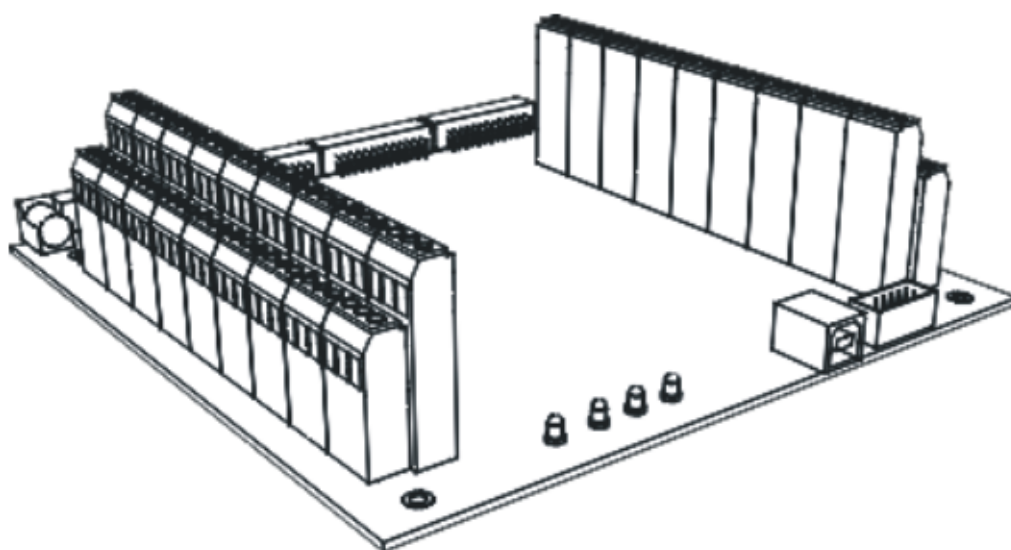


AQ-USB *Resolution*

**Interface para digitalização
de sinais elétricos**



Manual do Produto

AQ-USB Resolution 4350

Interface para digitalização de sinais elétricos

Copyright © 2009 da AQX Instrumentação Eletrônica S.A.

Denominações Comerciais:

AQX é marca registrada da AQX Instrumentação Eletrônica S.A. Todas as denominações comerciais são de propriedade de seus respectivos titulares.

Direitos sobre Produto:

Todos os nomes de produtos e corporações mencionados nesta publicação são usados somente para propósitos de identificação. As marcas registradas, direitos autorais e *copyrights* pertencem às suas respectivas companhias.

Aviso de Copyright:

Todos os direitos reservados. Este manual está sob as leis de direitos autorais e *copyright* da AQX Instrumentação Eletrônica S.A. Nenhuma parte deste manual pode ser reproduzida, transmitida, transcrita, traduzida para qualquer outra língua, ou armazenada em um sistema de restauração, de qualquer forma ou por quaisquer meios, tais como eletrônicos, mecânicos, magnéticos, ópticos, químicos, manuais ou outros, sem permissão por escrito da AQX Instrumentação Eletrônica S.A.

Declaração:

A AQX Instrumentação Eletrônica S.A. não faz nenhuma representação ou garantia em relação ao conteúdo deste manual. Nos reservamos o direito de fazer emendas ao manual ou revisar as especificações do produto descrito nele de tempos em tempos, sem a obrigação de notificar qualquer pessoa de tal procedimento. A informação contida neste manual é fornecida aos nossos consumidores para uso geral. Os consumidores devem estar atentos ao fato de que o campo da computação pessoal está sujeito a muitas patentes. Todos os nossos consumidores devem garantir que o uso de nossos produtos não as infrinja. É política da AQX Instrumentação Eletrônica S.A. respeitar os direitos de patentes de terceiros válidos e não infringir ou fazer com que outros desrespeitem tais direitos.

Sobre este Manual:

Este Manual pode ajudar fabricantes de sistemas e usuários finais a configurar este produto. As informações neste manual foram cuidadosamente checadas em relação à sua confiabilidade. No entanto, não há garantias quanto à exatidão do conteúdo. As informações neste documento estão sujeitas a mudanças sem aviso prévio.

Contato:

AQX Instrumentação Eletrônica S.A.

Endereço: Rua Lauro Linhares, 589, 3º andar, sala 4,
Florianópolis - Santa Catarina - Brasil – CEP 88036-001

Telefone: 55 (48) 3333-2770 / 55 (48) 2107-2724

Email: suporte@aqx.com.br/ comercial@aqx.com.br / info@aqx.com.br

Site: www.aqx.com.br

*Para mais informação, por favor, visite nosso *site* na Internet em "www.aqx.com.br".

Sumário

1 Apresentação.....	4
2 Características Técnicas.....	6
3 Configuração e utilização.....	8
3.1 Layout	8
3.1.1 Jumper	9
3.1.2 LED's.....	9
3.1.3 Conectores	9
3.2 Alimentação.....	9
3.3 LED's	10
3.4 Conectores	10
3.4.1 Conector USB para Flat-cable (CN1)	10
3.4.2 Conector USB-B (CN2)	10
3.4.3 Conectores Barrier Block (CN5, CN6).....	11
3.4.3.1 Conectores IDC para Flat-Cable (CN8, CN9, CN10 e CN11)	12
3.4.3.2 Conector Power Jack (CN12).....	15
4 Descritivo de funcionamento.....	16
4.1 Entradas analógicas	17
4.2 Saídas analógicas	18
4.3 Entradas e saídas digitais.....	21
4.3.1 Contadores.....	22
4.3.2 Clock externo para o início de aquisição	22

1 Apresentação

A **AQ-USB *Resolution* 4350** é uma interface para microcomputadores com conexão através da porta de comunicação USB, destinada à aquisição e geração de sinais elétricos.

Instrumento para profissionais das áreas técnica e de engenharia, empresas de consultoria, prestadores de serviços, laboratórios de ensaios e testes, centros de pesquisa, formação e treinamento.

Características Gerais:

- ◆ 16 entradas analógicas de 16 bits *single-ended*;
- ◆ 8 saídas analógicas de 16 bits *single-ended*;
- ◆ 32 entradas/saídas digitais;
- ◆ 1 saída de frequência;
- ◆ 1 entrada para *clock* externo;
- ◆ Amostragem a 10 K*Samples/s* para todas as entradas simultaneamente.

Aplicações:

- ◆ Interfaces entre microcomputadores e sistemas físicos;
- ◆ Aquisição, registro e geração de sinais analógicos e digitais;
- ◆ Integração em nível de desenvolvimento de produtos;
- ◆ Automação de processos industriais;
- ◆ Supervisão, comando e controle de máquinas e equipamentos;
- ◆ Sistemas de ensaios e testes para campo e laboratório;
- ◆ Treinamentos, simulações e prototipações de sistemas.

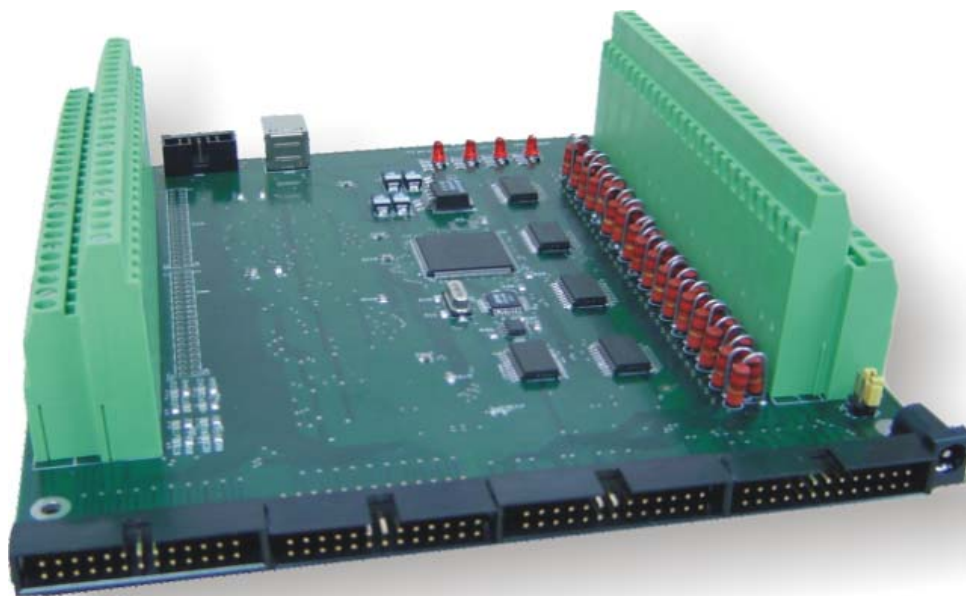


Figura 1 – AQ-USB sem gabinete.



Figura 2 – AQ-USB com gabinete.

2 Características Técnicas

- ◆ Interface USB 2.0, escrava, *full-speed*, 12 Mbits/s;
- ◆ Alimentação via USB (*bus-powered*, limitada a 500 mA) ou externa (*wall-plug* +5 V, 2A);
- ◆ Conectores tipo *barrier-block* e tipo IDC para *flat cable*;
- ◆ Proteção contra sobretensões e transientes para todas as entradas e saídas analógicas e digitais, conforme norma IEC 1000-4;
- ◆ Característica *fault protected*, garantindo que na perda de alimentação a placa não interfere no sistema ao qual foi conectada;
- ◆ Operação em temperatura de 0 a 50° C e umidade relativa até 95% sem condensação;
- ◆ Dimensões: 192x188x65 mm (com gabinete e com conectores *barrier-block*)
184x180x20 mm (sem gabinete e sem conectores *barrier-block*);
- ◆ Expansibilidade do número de canais através de diferentes interfaces AQ-USB (opcional).

Entradas analógicas:

- ◆ 16 entradas analógicas *single-ended*;
- ◆ Faixas de tensão: ± 10 V, ± 1 V, $\pm 0,1$ V e $\pm 0,05$ V, selecionadas por software;
- ◆ Impedância de entrada: Superior a 10 M Ω ;
- ◆ Defasagem máxima entre todos os canais: Inferior a 50 μ s;
- ◆ Defasagem máxima entre canais consecutivos: Inferior a 5,25 μ s;
- ◆ Número de bits do conversor A/D: 16 bits;
- ◆ Amostragem máxima de 10 KSamples/s para todas as entradas.

Saídas analógicas:

- ◆ 8 saídas analógicas *single-ended*;
- ◆ Modo *PWM* (modulação por largura de pulso) para saídas 1 e 2 configurado por software;
- ◆ Faixas de tensão: ± 10 V e $\pm 0,1$ V, selecionadas por software;
- ◆ Impedância de saída: 170 Ω ;
- ◆ Número de bits do conversor D/A: 16 bits;
- ◆ Capacidade de corrente de saída: 10 mA por canal (com alimentação externa).

Entradas/Saídas digitais:

- ◆ 32 E/S digitais agrupadas em 4 portas de 8 canais, cada porta configurável como entrada ou saída;
- ◆ Possibilidade de configuração de 4 entradas para medição de eventos para frequências de até 5 KHz;
- ◆ 1 entrada para *clock* externo de aquisição até 10 KS/s com polaridade definida por

software (opções para borda de subida e borda de descida);

- ◆ 1 saída digital para geração de frequências, podendo gerar frequências de 0,238 Hz até 500 KHz;
- ◆ *Schmitt trigger* e *Debouncing* para todas as entradas;
- ◆ Níveis de entrada: +2,6 V até +15 V para nível lógico alto e -15 V até +0,8 para nível lógico baixo;
- ◆ Níveis de saída: mínimo +2,6 V para nível lógico alto e máximo +0,4 V para nível lógico baixo;
- ◆ Capacidade de corrente de saída: 10 mA por canal (com alimentação externa);
- ◆ Amostragem máxima de 10 KSamples/s para todas as saídas.

3 Configuração e utilização

3.1 Layout

O *layout* da AQ-USB Resolution 4350 pode ser visto na figura abaixo.

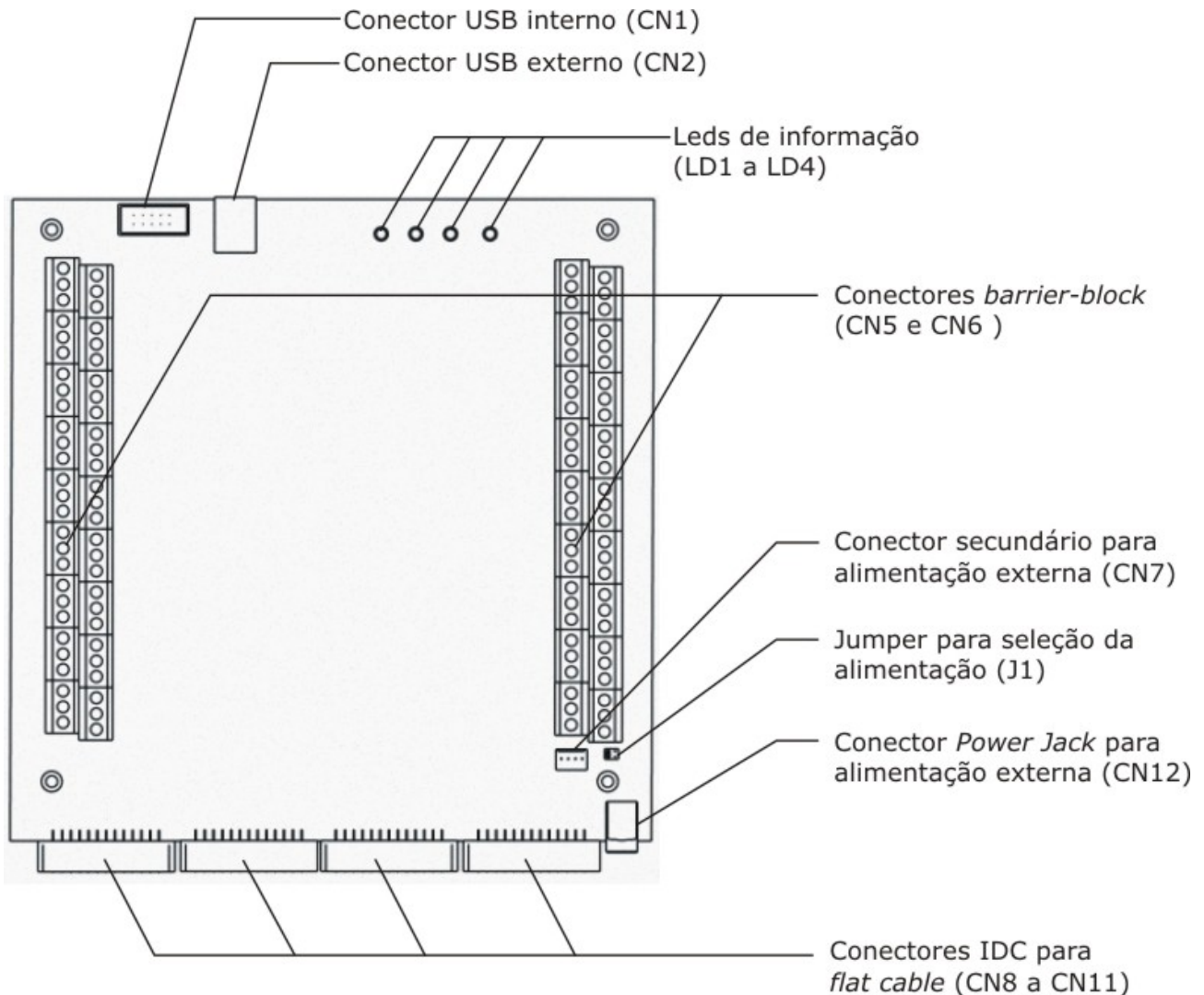


Figura 3 – *Layout* da AQ-USB.

Como se pode ver na figura, a interface da AQ-USB Resolution 4350 com o usuário é bastante simples, sendo composta basicamente por *led's*, *jumper* e conectores.

3.1.1 Jumper

O *jumper* (J1) é o responsável pela seleção da forma da alimentação. Maiores explicações sobre as formas de alimentação da placa podem ser encontradas no item 3.2.

3.1.2 LED's

Os *led's* (LD1 a LD4) são os responsáveis por prover informação ao usuário sobre as ações tomadas no hardware. O significado de cada *led*, quando aceso, pode ser visto no item 3.3.

3.1.3 Conectores

Os conectores (CN1 a CN11) são os responsáveis pela interface entre a placa e o microcomputador e pela interface entre a placa e os sinais que se deseja adquirir. Maiores informações sobre os conectores podem ser encontradas no item 3.4.

3.2 Alimentação

A alimentação da **AQ-USB** pode ser feita pela interface USB ou por uma fonte externa, sendo que a seleção entre estas duas é feita por jumper (J1). A tabela abaixo explica em qual posição o *jumper* deve ser configurado para cada forma de alimentação.

Tabela 1 – *Jumper* para seleção da alimentação.

Posição	Alimentação
1-2	Interface USB (“ <i>bus powered</i> ”)
3-4	Externa (“ <i>self powered</i> ”)

Em uma aplicação onde nenhum sinal está sendo gerado (saídas analógicas e digitais em aberto) a utilização da alimentação pela interface USB pode ser utilizada.

No caso de geração de sinais é indispensável o uso de alimentação externa, através de fonte tipo *wall-plug*. Ainda no caso da **AQ-USB** ser conectada a um *hub* USB que não seja capaz de fornecer corrente de 500mA para alimentação, o uso de fonte externa também é necessário.

Obs 1: Quando conectado a um hub USB, sendo este alimentado pela própria interface USB (“*bus powered*”), a placa deve ser necessariamente alimentado pela fonte externa, por exigir mais corrente do que o hub pode fornecer.

Obs 2: Quando a placa estiver sendo alimentada pela interface USB, o usuário deve assegurar que o microcomputador não entre em modo “*sleep*” em nenhum momento, pois isso poderia comprometer o funcionamento do sistema.

3.3 LED's

Como mencionado no item 3.1.2, os *led's* têm a função de informar ao usuário sobre as ações básicas que estão sendo executadas pelo hardware.

A tabela abaixo explica o significado de cada led, quando aceso.

Tabela 2 – Indicações dos led's.

Led	Significado
Ld1 e Ld2	Código de ações especiais
Ld3	Placa adquirindo
Ld 4	Placa ligada

3.4 Conectores

Como explicado no item 3.1.3, os conectores são os responsáveis pela interface da placa AQ-USB Resolution 4350 e o que se deseja conectar a ela.

Nos próximos itens se faz uma descrição detalhada de cada tipo de conector encontrado na placa.

3.4.1 Conector USB para *Flat-cable* (CN1)

É utilizado para a ligação direta com o circuito USB da unidade de processamento (ex: placa mãe). Pode ser utilizado no caso da integração em sistemas embarcados, onde a CPU possua esse tipo de conector, facilitando a conexão da USB internamente. Na maioria dos casos, no entanto, não é utilizado.

Tabela 3 – Conector CN1.

Pino	Sinal	Descrição	Direção
1	VCC	Alimentação (5V)	E
3	D-	Entrada negativa de dados	E
5	D+	Entrada positiva de dados	E
7	GND	Referência	E
Demais	Não conectados	-	-

3.4.2 Conector USB-B (CN2)

É utilizado para conexão entre a **AQ-USB** e PCs ou Notebooks através de cabo padrão USB.

Tabela 4 – Conector CN2.

Pino	Sinal	Descrição	Direção
1	VCC	Alimentação (5V)	E
2	D-	Entrada negativa de dados	E
3	D+	Entrada positiva de dados	E
4	GND	Referência	

3.4.3 Conectores Barrier Block (CN5, CN6)

A **AQ-USB** possui dois conectores *Barrier-Block* para conexão direta de sinais externos.

São utilizados em ambiente de laboratório para conectar sinais externos para a aquisição.

No conector CN5 estão disponibilizados as entradas e saídas analógicas. No conector CN6 estão disponibilizados as entradas e saídas digitais. Ainda em cada conector, estão os pinos de saída de frequência e de entrada de *clock* externo. Nas Tabelas abaixo estão listadas as pinagens desses conectores.

Tabela 5 – Conector CN5 – Conector principal das entradas e saídas analógicas.

Pino	Sinal	Descrição	Direção
1	EA1	Entrada analógica 1	E
2	AGND	Referência analógica	E
3	EA2	Entrada analógica 2	E
4	AGND	Referência analógica	E
5	EA3	Entrada analógica 3	E
6	AGND	Referência analógica	E
7	EA4	Entrada analógica 4	E
8	AGND	Referência analógica	E
9	EA5	Entrada analógica 5	E
10	AGND	Referência analógica	E
11	EA6	Entrada analógica 6	E
12	AGND	Referência analógica	E
13	EA7	Entrada analógica 7	E
14	AGND	Referência analógica	E
15	EA8	Entrada analógica 8	E
16	AGND	Referência analógica	E
17	EA9	Entrada analógica 9	E
18	AGND	Referência analógica	E
19	EA10	Entrada analógica 10	E
20	AGND	Referência analógica	E
21	EA11	Entrada analógica 11	E
22	AGND	Referência analógica	E
23	EA12	Entrada analógica 12	E
24	AGND	Referência analógica	E
25	EA13	Entrada analógica 13	E
26	AGND	Referência analógica	E
27	EA14	Entrada analógica 14	E
28	AGND	Referência analógica	E
29	EA15	Entrada analógica 15	E
30	AGND	Referência analógica	E
31	EA16	Entrada analógica 16	E
32	AGND	Referência analógica	E
33	SA1	Saída analógica 1	S
34	AGND	Referência analógica	S
35	SA2	Saída analógica 2	S
36	AGND	Referência analógica	S
37	SA3	Saída analógica 3	S
38	AGND	Referência analógica	S
39	SA4	Saída analógica 4	S
40	AGND	Referência analógica	S
41	SA5	Saída analógica 5	S
42	AGND	Referência analógica	S
43	SA6	Saída analógica 6	S
44	AGND	Referência analógica	S
45	SA7	Saída analógica 7	S
46	AGND	Referência analógica	S
47	SA8	Saída analógica 8	S
48	AGND	Referência analógica	S
49	NC	Não conectado	-
50	NC	Não conectado	-

Tabela 6 – Conector CN6 – Conector principal de entradas e saídas digitais.

Pino	Sinal	Descrição	Direção
1	CN_DIG01	Canal digital 1	E/S
2	CN_DIG02	Canal digital 2	E/S
3	DGND	Referência digital	E/S
4	CN_DIG03	Canal digital 3	E/S
5	CN_DIG04	Canal digital 4	E/S
6	DGND	Referência digital	E/S
7	CN_DIG05	Canal digital 5	E/S
8	CN_DIG06	Canal digital 6	E/S
9	DGND	Referência digital	E/S
10	CN_DIG07	Canal digital 7	E/S
11	CN_DIG08	Canal digital 8	E/S
12	DGND	Referência digital	E/S
13	CN_DIG09	Canal digital 9	E/S
14	CN_DIG10	Canal digital 10	E/S
15	DGND	Referência digital	E/S
16	CN_DIG11	Canal digital 11	E/S
17	CN_DIG12	Canal digital 12	E/S
18	DGND	Referência digital	E/S
19	CN_DIG13	Canal digital 13	E/S
20	CN_DIG14	Canal digital 14	E/S
21	DGND	Referência digital	E/S
22	CN_DIG15	Canal digital 15	E/S
23	CN_DIG16	Canal digital 16	E/S
24	DGND	Referência digital	E/S
25	CN_DIG17	Canal digital 17	E/S
26	CN_DIG18	Canal digital 18	E/S
27	DGND	Referência digital	E/S
28	CN_DIG19	Canal digital 19	E/S
29	CN_DIG20	Canal digital 20	E/S
30	DGND	Referência digital	E/S
31	CN_DIG21	Canal digital 21	E/S
32	CN_DIG22	Canal digital 22	E/S
33	DGND	Referência digital	E/S
34	CN_DIG23	Canal digital 23	E/S
35	CN_DIG24	Canal digital 24	E/S
36	DGND	Referência digital	E/S
37	CN_DIG25	Canal digital 25	E/S
38	CN_DIG26	Canal digital 26	E/S
39	DGND	Referência digital	E/S
40	CN_DIG27	Canal digital 27	E/S
41	CN_DIG28	Canal digital 28	E/S
42	DGND	Referência digital	E/S
43	CN_DIG29	Canal digital 29	E/S
44	CN_DIG30	Canal digital 30	E/S
45	DGND	Referência digital	E/S
46	CN_DIG31	Canal digital 31	E/S
47	CN_DIG32	Canal digital 32	E/S
48	DGND	Referência digital	E/S
49	CN_FREQ_OUT	Saída de frequência	S
50	CN_TRIGGER	Entrada para sinal de trigger externo	E

3.4.3.1 Conectores IDC para *Flat-Cable* (CN8, CN9, CN10 e CN11)

A placa possui quatro conectores IDCSN-26 utilizados para conexão direta dos sinais em módulos de hardware que possuem tal conector.

São utilizados em sistemas embarcados onde é necessário a conexão dos sinais diretamente com outros módulos de hardware (EX: Condicionadores de Sinais Externos).

A conexão com os demais sistemas é feita através de cabos planos ("*flat cable*"), sendo que o pino 1 corresponde à via de cor diferente das demais (normalmente vermelha ou rosa).

Nos conectores CN8 e CN9 estão disponibilizados as entradas e saídas analógicas,

sendo que o conector CN9 disponibiliza as 8 primeiras entradas analógicas e as quatro primeiras saídas analógicas. O conector CN8 disponibiliza as 8 últimas entradas analógicas e as quatro últimas saídas analógicas.

Nos conectores CN10 e CN11 estão disponibilizados os canais digitais, sendo que o conector CN11 disponibiliza os 16 primeiros canais digitais e o conector CN10 disponibiliza os 16 últimos canais digitais. Ainda em cada conector, estão os pinos de saída de frequência e de entrada de *clock* externo (esses pinos estão duplicados, ficando disponível nos dois conectores).

Nas Tabelas abaixo estão listados as pinagens desses conectores.

Tabela 7 – Conector CN8 – Conector IDC para entradas e saídas analógicas.

Pino	Sinal	Descrição	Direção
1	EA9	Entrada analógica 9	E
2	AGND	Referência analógica	E
3	EA10	Entrada analógica 10	E
4	AGND	Referência analógica	E
5	EA11	Entrada analógica 11	E
6	AGND	Referência analógica	E
7	EA12	Entrada analógica 12	E
8	AGND	Referência analógica	E
9	EA13	Entrada analógica 13	E
10	AGND	Referência analógica	E
11	EA14	Entrada analógica 14	E
12	AGND	Referência analógica	E
13	EA15	Entrada analógica 15	E
14	AGND	Referência analógica	E
15	EA16	Entrada analógica 16	E
16	AGND	Referência analógica	E
17	SA5	Saída analógica 5	S
18	AGND	Referência analógica	S
19	SA6	Saída analógica 6	S
20	AGND	Referência analógica	S
21	SA7	Saída analógica 7	S
22	AGND	Referência analógica	S
23	SA8	Saída analógica 8	S
24	AGND	Referência analógica	S
25	NC	Não conectado	-
26	NC	Não conectado	-

Tabela 8 – Conector CN9 – Conector IDC para entradas e saídas analógicas.

Pino	Sinal	Descrição	Direção
1	EA1	Entrada analógica 1	E
2	AGND	Referência analógica	E
3	EA2	Entrada analógica 2	E
4	AGND	Referência analógica	E
5	EA3	Entrada analógica 3	E
6	AGND	Referência analógica	E
7	EA4	Entrada analógica 4	E
8	AGND	Referência analógica	E
9	EA5	Entrada analógica 5	E
10	AGND	Referência analógica	E
11	EA6	Entrada analógica 6	E
12	AGND	Referência analógica	E
13	EA7	Entrada analógica 7	E
14	AGND	Referência analógica	E
15	EA8	Entrada analógica 8	E
16	AGND	Referência analógica	E
17	SA1	Saída analógica 1	S
18	AGND	Referência analógica	S
19	SA2	Saída analógica 2	S
20	AGND	Referência analógica	S
21	SA3	Saída analógica 3	S
22	AGND	Referência analógica	S
23	SA4	Saída analógica 4	S
24	AGND	Referência analógica	S
25	NC	Não conectado	-
26	NC	Não conectado	-

Tabela 9 – Conector CN10 – Conector IDC para digitais.

Pino	Sinal	Descrição	Direção
1	CN_DIG17	Canal digital 17	E/S
2	CN_DIG18	Canal digital 18	E/S
3	DGND	Referência digital	E/S
4	CN_DIG19	Canal digital 19	E/S
5	CN_DIG20	Canal digital 20	E/S
6	DGND	Referência digital	E/S
7	CN_DIG21	Canal digital 21	E/S
8	CN_DIG22	Canal digital 22	E/S
9	DGND	Referência digital	E/S
10	CN_DIG23	Canal digital 23	E/S
11	CN_DIG24	Canal digital 24	E/S
12	DGND	Referência digital	E/S
13	CN_DIG25	Canal digital 25	E/S
14	CN_DIG26	Canal digital 26	E/S
15	DGND	Referência digital	E/S
16	CN_DIG27	Canal digital 27	E/S
17	CN_DIG28	Canal digital 28	E/S
18	DGND	Referência digital	E/S
19	CN_DIG29	Canal digital 29	E/S
20	CN_DIG30	Canal digital 30	E/S
21	DGND	Referência digital	E/S
22	CN_DIG31	Canal digital 31	E/S
23	CN_DIG32	Canal digital 32	E/S
24	DGND	Referência digital	E/S
25	CN_FREQ_OUT	Saída de frequência	S
26	CN_TRIGGER	Entrada para sinal de trigger externo	E

Tabela 10 – Conector CN11 – Conector IDC para digitais.

Pino	Sinal	Descrição	Direção
1	CN_DIG01	Canal digital 1	E/S
2	CN_DIG02	Canal digital 2	E/S
3	DGND	Referência digital	E/S
4	CN_DIG03	Canal digital 3	E/S
5	CN_DIG04	Canal digital 4	E/S
6	DGND	Referência digital	E/S
7	CN_DIG05	Canal digital 5	E/S
8	CN_DIG06	Canal digital 6	E/S
9	DGND	Referência digital	E/S
10	CN_DIG07	Canal digital 7	E/S
11	CN_DIG08	Canal digital 8	E/S
12	DGND	Referência digital	E/S
13	CN_DIG09	Canal digital 9	E/S
14	CN_DIG10	Canal digital 10	E/S
15	DGND	Referência digital	E/S
16	CN_DIG11	Canal digital 11	E/S
17	CN_DIG12	Canal digital 12	E/S
18	DGND	Referência digital	E/S
19	CN_DIG13	Canal digital 13	E/S
20	CN_DIG14	Canal digital 14	E/S
21	DGND	Referência digital	E/S
22	CN_DIG15	Canal digital 15	E/S
23	CN_DIG16	Canal digital 16	E/S
24	DGND	Referência digital	E/S
25	CN_FREQ_OUT	Saída de frequência	S
26	CN_CLOCK	Entrada para sinal de <i>clock</i> externo	E

3.4.3.2 Conector Power Jack (CN12)

A alimentação externa é feita através de conector tipo *Power Jack* (CN12) localizado na parte posterior da **AQ-USB**. A polaridade da conexão é indicada na figura a seguir.



Figura 4 – Polaridade do conector de alimentação.

4 **Descritivo de funcionamento**

Por se tratar de um dispositivo USB, a AQ-USB *Resolution* 4350 possui todas as facilidades de instalação que este barramento oferece.

Ao se conectar a placa na interface USB pela primeira vez, o sistema operacional informa que um novo hardware foi detectado e parte para a instalação dos drivers necessários, caso estes ainda não tenham sido instalados. Normalmente os drivers são instalados junto com o software que acompanha a placa. Para fazer a instalação, favor se referir ao Guia Rápido de Uso.

Após o sistema operacional ter reconhecido corretamente a placa, o software é responsável, primeiramente, pelo carregamento de informações que configuram a placa para permitir seu correto funcionamento.

Uma vez que a placa tenha sido configurado, ele estará pronto para uso, e o software poderá ser utilizado para sua parametrização e demais funcionalidades.

O software permite a operação remota da placa, e inclusive permite que possíveis correções ou novas funcionalidades de hardware sejam incorporadas ao mesmo sem necessidade de intervenção do usuário. Isso facilita, em muito, sua manutenção, pois informações reais do campo, muitas vezes difíceis de serem reproduzidas em laboratório, podem ser analisadas, e as eventuais correções podem ser feitas rapidamente.

O hardware é composto basicamente por uma lógica programável, que coordena todo o funcionamento da placa, o canal das entradas analógicas, composto por multiplexador e conversor A/D, o canal das saídas analógicas, composto por conversores D/A, o canal digital, composto por um circuito de proteção, um conversor de nível, um circuito schmitt-trigger, um barramento para comunicação com outras placas, uma E2PROM para armazenar valores de calibração e um circuito de interface USB composto por um buffer, um conversor paralelo/USB, uma E2PROM e conector + alimentação. O diagrama de blocos da placa pode ser visto na figura abaixo.

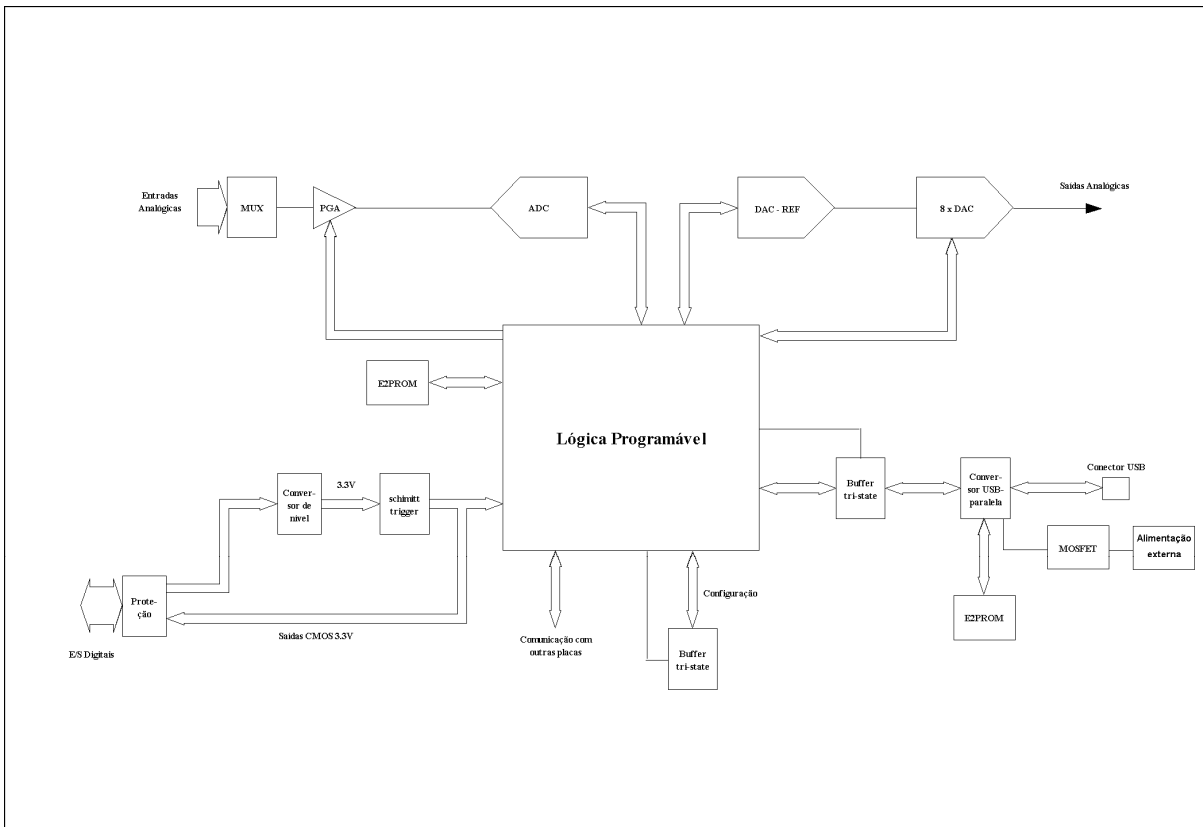


Figura 5 – Diagrama de blocos da placa.

A seguir, explicações mais detalhadas das diversas seções que constituem a placa.

4.1 Entradas analógicas

As entradas analógicas, normalmente simples (“*single-ended*”), podem ser diferenciais, quando se utiliza um módulo opcional em conjunto com a placa. Este manual apresenta os dois casos.

Obs: as referências às entradas diferenciais consideram que o usuário possui o módulo opcional; se este não for o caso, favor desconsiderar tais referências.

No caso de entradas simples, todas são referenciadas a um mesmo potencial, chamado aqui de “Terra Analógico” (AGND). Cada sinal analógico vindo do sistema deve estar acompanhado de sua referência, que deverá ser ligada ao ponto AGND correspondente.

Se as entradas forem diferenciais, o sinal efetivo é obtido pela diferença entre dois sinais, sendo um o inverso do outro. Este sinal efetivo é, interno à placa, ligado ao potencial AGND. As entradas diferenciais apresentam maior imunidade a ruídos, sendo especialmente úteis quando se trabalha com baixos níveis de tensão.

São definidas 2 faixas de operação para as entradas analógicas: $\pm 10V$ e $\pm 0.1V$. No caso das entradas diferenciais, a diferença máxima entre os sinais diferenciais não deve superar, em módulo, a 10V e 0.1V, respectivamente. Vale salientar que cada entrada pode ter sua faixa de operação definida individualmente.

A faixa apropriada de operação deve ser selecionada de acordo com os sinais a serem monitorados, para melhor aproveitamento da resolução dos conversores analógico/digitais.

O exemplo a seguir ajuda a compreensão. Supõe-se que uma faixa de operação de $\pm 0.1V$ tenha sido selecionada. A placa possui dois conjuntos idênticos, cada um constituído basicamente por 1 multiplexador, 1 *buffer*, 2 circuitos de ajuste de ganho e *offset*, e 2 conversores A/D. Os 2 circuitos de ajuste e os 2 conversores trabalham em paralelo, e são necessários para a operação nas 2 faixas definidas acima. Cada grupo é responsável por 8 entradas simples ou 4 entradas diferenciais.

Os multiplexadores servem para selecionar quais sinais presentes nas entradas irão, cada um a seu tempo, para o *buffer* e posteriormente para o restante do circuito. O *buffer* é inserido no circuito para aumentar a impedância de entrada da placa, reduzindo o consumo de corrente nas entradas analógicas a níveis desprezíveis. No caso de entradas simples, o MUX envia 1 dos 8 sinais "+EA..." de entrada ao terminal positivo do *buffer*. A saída deste, por sua vez, é conectada aos circuitos de ajuste de ganho e *offset*. O sinal é condicionado, por este circuito de ajuste, para poder ser recebido pelo conversor A/D, que não aceita em sua entrada os níveis de tensão vindos diretamente do *buffer*. Efetuada a conversão, o valor digital correspondente é passado ao *software*. No caso das entradas diferenciais, o módulo opcional recebe tais entradas e as converte em entradas simples, conectando-as ao MUX. Deste ponto em diante, o caminho é o mesmo descrito anteriormente.

A taxa máxima de amostragem é limitada em 10KHz, independente do número de canais amostrados. O usuário pode escolher, pelo *software*, uma taxa de amostragem entre 0.3Hz e 10KHz.

Opcionalmente, a aquisição pode ser iniciada por um sinal externo.

4.2 Saídas analógicas

As saídas analógicas são geradas por um único circuito integrado que possui internamente 8 conversores D/A independentes.

São definidas 2 faixas de saídas: 10V e 0.1V. Todas as saídas devem estar na mesma faixa de operação, referenciadas ao potencial AGND. Cada sinal analógico exteriorizado deve estar acompanhado de sua referência correspondente. Tais referências devem ser conectadas à referência do sistema externo.

Dependendo da faixa de operação escolhida, muda-se automaticamente a tensão de referência do conversor D/A, mudando-se assim a amplitude da tensão gerada. Também se muda o *offset* a ser inserido no sinal através do circuito de ajuste de ganho e *offset*. Este circuito se encarrega de disponibilizar os níveis adequados nas saídas. Cada saída pode fornecer 10mA.

Obs: se a capacidade de corrente de saída for excedida, pode-se causar mau funcionamento ou mesmo danos permanentes a placa.

Como funcionalidade extra, as duas primeiras saídas analógicas (SA1 e SA2) podem ser utilizadas para gerar sinais PWM (Pulse Width Modulation – modulação por largura de pulso). Tais sinais possuem como parâmetros frequência e *positive duty-cycle* (porcentagem de tempo em alto em relação ao tempo total) e possuem apenas 2 níveis (alto e baixo).

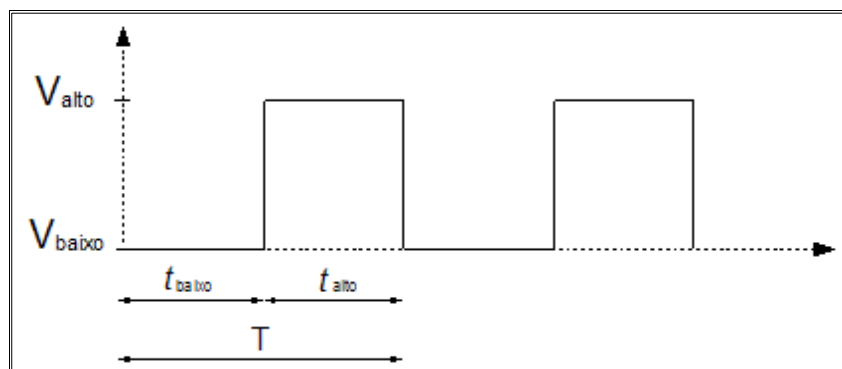


Figura 6 – Sinal PWM.

Com o período do sinal a ser gerado T , o *duty-cycle* (em porcentagem) é definido como a razão entre o tempo em que o sinal permanece no nível alto (t_{alto}) e o período, multiplicado por 100:

$$D = \frac{t_{alto}}{T} \cdot 100$$

Na figura anterior, o *duty-cycle* é de 50%, ou seja, o sinal permanece 50% do período no nível alto e 50% do período no nível baixo. Variando-se D variamos a largura do pulso. As figuras seguintes mostram dois valores possíveis para D , menor que 50% e maior que 50%, respectivamente.

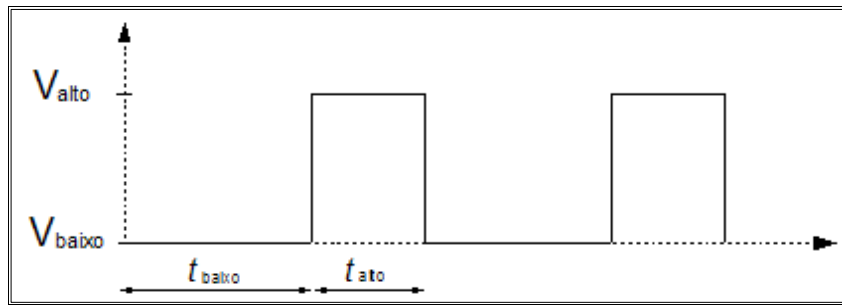


Figura 7 – *Duty-cycle* menor que 50%.

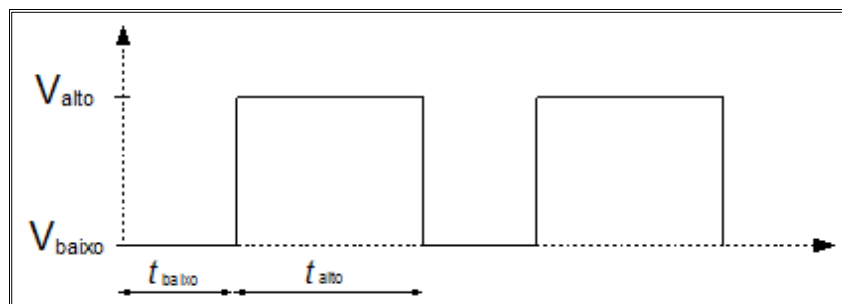


Figura 8 – *Duty-cycle* maior que 50%.

Para as saídas PWM, são configurados na interface, a frequência (período), o *duty-cycle* e os valores de amplitude para nível alto e nível baixo. A faixa de frequência permitida é de 50Hz a 10KHz, o *duty-cycle* pode variar de 0 a 100% e os níveis alto e baixo devem respeitar as faixas de tensão permitidas nas saídas.

Deve ser ressaltado que para frequências mais altas o *duty-cycle* apresenta uma resolução menor. O erro máximo na definição do *duty-cycle* corresponde a 250ns, e tal erro começa a ser mais significativo quanto menor for o período do sinal gerado. Como exemplo, para uma frequência de saída de 2,5KHz, o erro pode chegar a aproximadamente 0,06%.

Outro fator a ser levado em conta para a saída de PWM, é o *slew rate* das saídas analógicas (taxa de variação da tensão em relação ao tempo quando temos um "degrau" na entrada). O *slew rate* das saídas analógicas da AQ-USB é $0,8\text{V}/\mu\text{s}$ e é mais evidente para altas frequências. Para um sinal PWM variando de -10V a $+10\text{V}$ (máximo permitido na interface), tem-se um atraso de $16\mu\text{s}$ para o sinal de saída alterar de nível baixo (-10V) para nível alto ($+10\text{V}$).

4.3 Entradas e saídas digitais

Os canais digitais são divididos em 4 grupos de 8, e cada grupo pode ser configurado como “entrada” ou “saída”.

As entradas e saídas compartilham um mesmo meio físico (barramento), e por isso a necessidade dos *buffers 3-state*, que podem assumir o estado de alta impedância.

Se o canal digital pertence a um grupo definido como “saída”, o *buffer 3-state* superior é desabilitado (ou seja, entra em alta impedância, abrindo o circuito entre o meio externo e a lógica programável). Ao mesmo tempo, o *buffer 3-state* inferior é habilitado, permitindo a passagem, para o meio externo, do sinal de saída. Cada saída digital pode suprir 10mA de corrente.

Obs: se a capacidade de corrente de saída for excedida, pode-se causar mau funcionamento ou mesmo danos permanentes a placa.

Por outro lado, se o canal digital pertence a um grupo definido como “entrada”, o oposto ocorre, e apenas o sentido “meio externo – lógica programável” é habilitado.

Todas as entradas possuem ainda uma característica *schmitt-trigger*, responsável por evitar que sinais digitais com transições muito lentas sejam mal interpretados. Como proteção extra, cada entrada passa por um filtro *debouncing*, implementado internamente na lógica programável.

Os níveis lógicos para as entradas digitais são dados na tabela abaixo.

Tabela 11 – Níveis lógicos para as entradas digitais.

Tensão	Nível lógico
-15V a +0.8V	“0”
+2.6V a +15V	“1”

Deve ser ressaltado que para níveis de tensão de entrada acima de 5.5V, embora permitidos, a resistência diminui de 100K Ω para cerca de 180 Ω , aumentando o consumo de tal entrada na mesma proporção. Dessa forma, é necessário que o circuito que a alimenta seja capaz de fornecer a corrente exigida. A tabela abaixo mostra o consumo para 3 níveis de tensão.

Tabela 12 – Consumo das entradas digitais.

Tensão	Resistência de entrada	Consumo (mA)
+15V	180Ω	83.33
+10V		55.55
+5V	100KΩ	0.05

Analogamente, para níveis de tensão abaixo de $-0.5V$, o consumo também aumenta.

Os níveis lógicos para as saídas digitais são dados na tabela abaixo, para o pior caso.

Tabela 13 – Níveis lógicos.

Nível lógico	Tensão
"0"	$< 0.4V$
"1"	$> 2.6V$

4.3.1 Contadores

A placa possui 4 contadores de 22 bits, implementados na lógica programável, que podem ser associados a quaisquer 4 entradas digitais. Isto possibilita a detecção de tempo entre eventos e/ou medições indiretas de frequências, até 1MHz, com resolução de 500ns.

Um quinto contador de 22 bits, independente, pode ser utilizado para geração de frequências (ondas quadradas) desde 0.238Hz até 500KHz. A onda gerada é exteriorizada nos pinos CN_FREQ_OUT dos conectores CN9 e CN10.

4.3.2 Clock externo para o início de aquisição

Existe uma entrada dedicada para um *clock* externo, nos pinos CN_CLOCK dos conectores CN9 e CN10. Este sinal pode temporizar a aquisição e o controle realizados pela placa, sendo uma opção à frequência de aquisição programada para a placa. Poderia, por exemplo, vir de um receptor de GPS com uma saída de *clock*, e assim vários cartões poderiam iniciar a aquisição simultaneamente.

Obs: não é permitido o uso simultâneo de uma frequência de aquisição programada na placa e do sinal de trigger externo.

A alteração de funcionamento de "*trigger* interno" para "*trigger* externo" é feita por *software*, assim como a polaridade do *trigger* externo, possibilitando o início da aquisição tanto por uma transição de subida quanto por uma transição de descida.