

# Aplicação da instrumentação no controle de nível

Bibiane Aparecida Viana Pereira\*  
João Marcos Novaes Chagas\*\*  
Livia Leopoldino Vaz\*\*\*

## Resumo

O controle de nível é de extrema importância em processos industriais. A quantificação de referências com o objetivo de avaliar e controlar volumes de estocagem recipientes de armazenamento torna possível a verificação da variável nível para possíveis correções, fazendo com que a mesma permaneça dentro de uma tolerância de trabalho predeterminada para manter a confiabilidade operacional do processo industrial. O objetivo principal deste projeto é transformar um processo industrial manual em um processo industrial instrumentalizado com um ganho significativo na confiabilidade operacional e minimizando os riscos de acidentes, que será demonstrado neste trabalho através da apresentação da montagem do controle de nível utilizando o sistema de servomecanismo, com o kit Mindstorms, da Lego.

Palavras-chave: Controle. Nível. Instrumentação. Mindstorms. Lego.

## Introdução

A instrumentação industrial pode ser definida como a ciência que estuda os instrumentos e seus princípios científicos, para monitorar ou controlar de forma contínua, ou discreta, o comportamento de variáveis do processo industrial.

“Os processos industriais são variados, englobam diversos tipos de produtos e exigem controle preciso dos produtos gerados. Em todos esses processos é indispensável se controlar e manter constantes as principais variáveis como pressão, nível, vazão, temperatura, pH, condutividade, velocidade, umidade, etc. Os instrumentos de medição e controle permitem manter e controlar estas variáveis em condições mais adequadas/precisas do que se elas fossem controladas manualmente por um operador.” (BEGA, 2006, p. 1)

Em um processo industrial o controle de tais variáveis é essencial para a eficiência do mesmo. Tornar este processo instrumentalizado e automatizado faz com que ele se otimize, já que isso proporcionará uma diminuição da mão de obra, diminuição do tempo de controle durante o processo e maior segurança, já que afastará a necessidade da mão de obra humana.

Uma variável de extrema importância, já citada, e que aqui será enfatizada, é o nível. Nível é uma das variáveis mais comuns e mais amplamente utilizada em aplicações industriais. O controle dessa variável

deve ser, de fato, preciso e confiável. Atualmente existe uma infinidade de métodos e instrumentos capazes de executar tal tarefa. Neste projeto utilizou-se a medição direta do nível, na qual se calcula a distância entre a superfície do líquido e um referencial. Para isso, dois instrumentos foram inseridos paralelamente no protótipo desenvolvido, para fins de precaução, sendo eles o flutuador e o sensor ultrassônico.

O flutuador-haste “se caracteriza pelo conjunto flutuador e haste que, ao acompanharem o nível do líquido, transmitem o movimento giratório a um grupo de engrenagens, que por sua vez, fazem girar um eixo acoplado a um ponteiro, em um mostrador calibrado em altura ou porcentagem do nível máximo do tanque.” (BEGA, 2006, p.157)

Como medidor auxiliar está o Sensor Ultrassônico, o qual emite ondas que se deslocarão até atingir a superfície do material ao qual se deseja medir o nível, refletindo o sinal de volta ao sensor. A distância é calculada através do tempo necessário para realizar a trajetória de ida e volta do sinal.

O protótipo foi elaborado para fins didáticos de compreensão do controle de nível utilizando-se, dentre outras ferramentas, o kit LEGO® Mindstorms® NXT. O Mindstorms é um microcontrolador o qual se destaca por sua facilidade de programação, sua utilização como ferramenta educacional no desenvolvimento de habilidades (como criatividade, capacidades psicomotoras e do raciocínio lógico), bem como sua flexibilidade, podendo se comunicar com computadores, celulares e outros aparelhos via Bluetooth e via USB.

Utilizando-se a lógica para elaborar a montagem do protótipo com as peças integrantes do kit e correlacionando-as com a funcionalidade dos instrumentos citados anteriormente, o controle de nível foi efetuado de modo simplório, porém eficaz.

## O projeto

O projeto apresentado neste trabalho é um protótipo de fins didáticos que demonstra a instrumentação e automatização de um controle de nível. Como citado anteriormente, o controle

\* Técnico de Automação Industrial pelo IF Fluminense, campus Macaé.

\*\* Técnico de Automação Industrial pelo IF Fluminense, campus Macaé.

\*\*\* Técnico de Automação Industrial pelo IF Fluminense, campus Macaé.

de nível é de extrema importância para o processo industrial, pois ele evitará o desperdício de material, vazamento, falta do líquido ou fluido que faça parte do processo e possíveis defeitos nos instrumentos.

O protótipo consiste em um reservatório para armazenamento do líquido, acoplado ao sensor ultrassônico e ao servo motor (que funcionará como os sensores de nível) e conectados ao NXT, que é o microcontrolador que contém toda a programação para a automação do processo.

Toda automação de processo industrial possibilita uma maior confiabilidade operacional em todas as medições físicas nas diversificadas atividades que envolvem a importância da medição de nível.

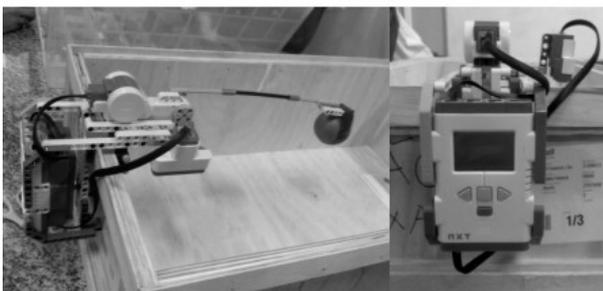


Figura 1 – Visão lateral e visão frontal do protótipo

As fotos acima foram tiradas durante o primeiro teste do projeto no Laboratório de Controle e Automação do IF Fluminense – Campus Macaé. Posteriormente, o reservatório foi substituído por outro feito de vidro (aquário).

## Legos Mindstorms NXT 2.0

O NXT é um microcontrolador e funciona como se fosse o cérebro do Kit Mindstorm, onde são armazenadas e processadas as informações coletadas pelos sensores. Ele controla os motores de acordo com a programação antes armazenada. A programação é feita no computador por meio de seu próprio software em programação de blocos, que é bastante intuitivo, pois é feito para o público a partir dos 10 anos de idade. Pode ser programado em outras linguagens mais complexas e seu uso é bastante amplo.

### Especificações Técnicas:

- Processador 32-bit ARM7;
- 256 Kbytes FLASH, 512 Byte RAM;
- Comunicação sem fio Bluetooth 2.0;
- Porta USB 2.0;
- 4 portas de entrada para os sensores;
- 3 portas de saída para os motores;
- Display tipo matricial;
- Alto-falante;
- Compatível com PC e Mac.

## O sensor ultrassônico

O sensor ultrassônico é um dispositivo que exerce a função de “visão” do Kit Mindstorm. Esse sensor permite que o robô detecte objetos, além de ser capaz de calcular a distância entre eles, bem como detectar movimentos.

Sensores ultrassônicos são muito úteis na função de medição de nível. Tendo como vantagem realizar essa medição sem o contato com o material do processo. Isso ocorre “devido ao seu princípio de funcionamento, no qual a onda sonora emitida pelo transdutor quando se encontra com a interface do produto cujo nível deseja medir, é refletida e de tal modo é captada pelo sensor. Após a recepção da onda refletida (eco) é possível calcular a distância percorrida pela mesma, baseando-se no tempo gasto no percurso e na velocidade - constante e conhecida - de propagação da onda em determinado meio (normalmente o ar).” (BEGA, 2006).

A distância pode ser medida em centímetros e polegadas, e compreende uma faixa de 0 a 255 centímetros com precisão de  $\pm 3$  centímetros.

“O sensor ultrassônico usa o mesmo princípio científico que os morcegos. Mede a distância calculando o tempo que as ondas sonoras levam para tocar o objeto e retornar – como funciona o eco.” (MINDSTORMS).

“A técnica de medição de nível por ultrassom é de boa confiabilidade, não sendo afetada por variações na composição, densidade ou outras características do fluido cujo nível está sendo medido. Portanto, esses sensores não devem ser instalados em locais onde existam fortes campos elétricos (motores, relés, geradores, etc.).” (BEGA, 2006)

## O servomotor

Os servomotores dão ao Kit Mindstorm a habilidade de se mover. É relevante enfatizar no projeto em questão a funcionalidade que esses motores possuem. Contendo em seu interior um sensor de rotação, esse motor possui, portanto, a capacidade de medir as rotações em graus com precisão de  $\pm 1^\circ$ , ou ainda, rotações inteiras que correspondem a  $360^\circ$ .

Nesse projeto, o sensor de rotação do servomotor foi utilizado na medição de nível como um instrumento de medição denominado flutuador-haste, já citado anteriormente. Foi medido inicialmente o ângulo correspondente às posições do instrumento no momento em que o nível de fluido no tanque se apresentava em caráter mínimo e máximo. A faixa obtida pelas angulações extremas foi transferida ao NXT, componente responsável pela interpretação e conversão desses valores

para uma escala de 0 a 100%, emitindo assim, o real valor do nível à medida que ocorre a alteração da altura do fluido.

## Programação dos sensores

Flutuador em conjunto com o Servomotor

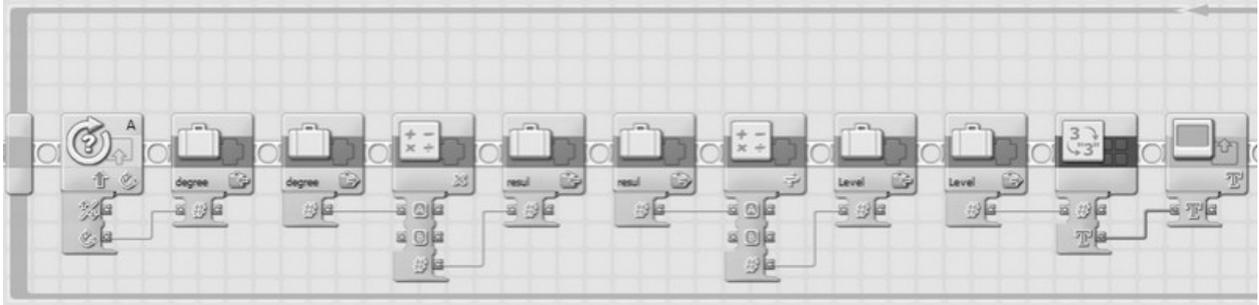


Figura 2 – Primeira parte da programação do sensor de nível pelo Motor de Passo

A detecção do nível de líquido no recipiente usando o Servomotor do kit Mindstorms da Lego, é feita através da leitura do ângulo de inclinação do sensor, que neste caso se trata de uma haste com uma bola fixada na ponta – peças encontradas no próprio kit - que funcionam como um flutuador.

A Figura 2 representa a primeira parte da programação deste sensor: todos os blocos estão incluídos dentro de um loop infinito. O primeiro passo é a leitura do ângulo detectado pelo Servomotor, que será guardado na variável degree; a variável degree será multiplicada por 100 e o resultado dessa multiplicação será guardado na variável resul. Em seguida, o valor da variável resul será dividido por -62 (valor da angulação indicada quando o nível de líquido no aquário chega a 100%), e esse valor será armazenado na variável level. Deste modo, a variável level será aquela que representará o valor do nível no recipiente de armazenamento do líquido.

Logo, a variável level será convertida de modo a ser mostrada no display.

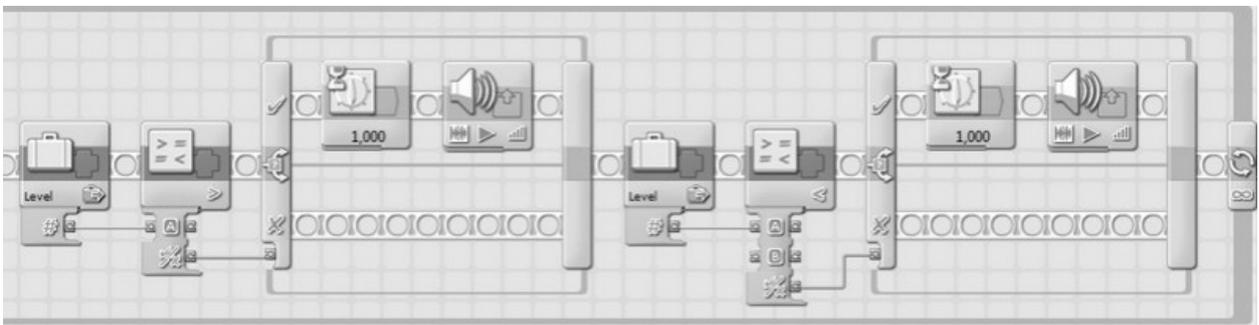


Figura 3 – Segunda parte da programação do sensor de nível pelo Motor de Passo

A continuação do bloco de programação, apresentado na Figura 3, traz a opção de quando o nível atingir seu valor máximo ou valor mínimo seja emitido também um sinal sonoro.

A variável level, com o valor do nível no momento, será comparada com os valores máximo e mínimo da porcentagem do nível do líquido no recipiente. Seguindo a ordem da programação apresentada na Figura 3, se a variável level for maior ou igual a 80% do nível máximo, a mensagem “watch out” soará a cada 1 segundo, mas se a variável level for menor ou igual a 30% do nível total, a mensagem “negative” soará a cada 1 segundo.

E assim chega ao fim o bloco de programação do controle de nível através do flutuador em conjunto com o Servomotor.

## Sensor ultrassônico

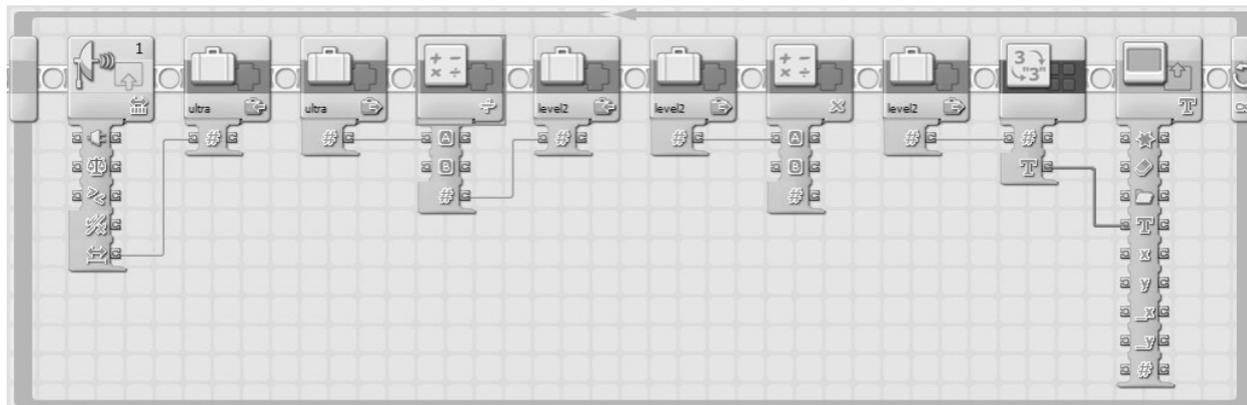


Figura 4 – Programação do Sensor Ultrassônico

Da mesma forma que a programação do sensor anterior, a programação do sensor ultrassônico, representada na Figura 4, está incluída em um loop infinito, ou seja, a ação será repetida continuamente.

Primeiramente o programa irá ler o valor da altura detectada pelo sensor ultrassônico, que será guardado na variável *ultra*. Em seguida, essa variável será dividida por 26 (valor da altura do aquário) e o resultado será gravado na variável *level2*, que posteriormente será multiplicada por 100 dando o resultado que, posteriormente, será convertido de modo a ser compatível para a exibição no display.

É válido ressaltar que, a programação do controle de nível através do sensor ultrassônico necessita de mais testes e ensaios reais que continuarão sendo realizados ao decorrer do ano letivo, incluindo a possível programação para o sinal sonoro, como ocorre com o Servomotor.

O mais importante no momento é visualizar através do protótipo que é possível conseguirmos efetuar o monitoramento remoto da variável nível utilizando o sistema de interface entre sensor e microcontrolador para aumentar a confiabilidade nos principais processos industriais.

## Conclusão

O projeto de controle de nível construído com o kit Mindstorms da Lego foi elaborado com o propósito de incentivar o desenvolvimento de protótipos didáticos visando familiarização de alunos, futuros técnicos, com os sistemas industriais bem como raciocínio lógico para solucionar eventuais problemas.

Esse protótipo de um sistema instrumentalizado possui o caráter demonstrativo, e representa o controle de nível de um processo industrial, variante essencial dos sistemas que mantêm a funcionalidade e qualidade do processo.

Possui boa confiabilidade de funcionamento, visto que é composto por dois métodos de medição de nível, sendo eles o flutuador e o sensor ultrassônico, deste modo em caso de falha em algum deles, o outro supre sua função e, portanto, não paralisa o processo, evitando gastos consequentes da interrupção da produção.

O projeto apresentado ajudou a pôr em prática a lógica de controle e otimização do processo industrial desenvolvido durante o curso de Automação Industrial.

## Referências

BEGA, Egidio Alberto (Org.). Instrumentação Industrial. 2a edição. Editora Interciência: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás. Rio de Janeiro, 2006.

LEGO Maníaco. O que é NXT. Disponível em: <<http://legofsm.webnode.com.br/nxt/>>. Acessado em: 15 nov. 2012.

MINDSTORMS. The NXT. Disponível em: <<http://mindstorms.lego.com/en-us/whatisnxt/default.aspx>>. Acessado em: 15 nov. 2012.