ISSN: 2594-6153

Medição e aferição indireta de consumo hídrico condominial através de estudo de funcionamento de bomba de recalque

Alexandre Antonio Barelli, Vitor da Silva Rosa, Marlene Silva de Moraes,
Maurício Conceição Mário, Deovaldo de Moraes Júnior

Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil
E-mail: ale156ale@hotmail.com

Resumo: O consumo e a escassez hídrica têm se tornado uma necessidade cada vez mais crescente no mundo. O presente estudo apresenta uma proposta de medição indireta de consumo hídrico através de medição de acionamento de uma bomba de recalque em um condomínio residencial na cidade de Santos-SP. O sistema era constituído basicamente por componentes eletrônicos simples para medição de tempo e funcionamento da bomba. A unidade que foi verificada por medição indireta. É uma alternativa viável e de baixo custo para aferição real de consumo.
Palavras-chaves: Medição; Consumo; Condomínio; Arduino; Aferição.

Sizing and indirect measurement of condominium water consumption through study of the operation of the discharge pump

Abstract: Consumption and water scarcity have become an increasing need in the world. The present study presents a proposal for indirect measurement of water consumption by measuring the activation of a discharge pump in a residential condominium in the city of Santos-SP. The system consisted basically of simple electronic components for measuring the time and operation of the pump. The unit that has been verified by indirect measurement. It is a viable and low-cost alternative for real measurement of consumption.
Keywords: Measurement; Consumption; Condominium; Arduino; Gauging.

Introdução

Considerando-se um ambiente de carência hídrica e a manutenção dos atuais padrões de consumo, ressalta-se a importância que o controle de perdas nos sistemas de abastecimento de água adquire a medida em que se amplia o acesso da sociedade à rede pública [1]. A equalização no balizamento de perdas e o custo gerado pelo real consumo é de grande importância no atual contexto econômico do país, uma vez que os valores estão cada vez mais expressivos para cada metro cúbico hídrico.

Os vazamentos, contribuem significativamente para a elevação dos índices de perdas na rede de distribuição, destacando-se os visíveis e os não visíveis que dificultam a localização [2]. Além da supracitada escassez, também existe o uso irracional de água potável. O uso perdulário e o consequente desperdício da água também podem ser atribuídos ao sistema unificado de medição de água em condomínios [3]. Nesse contexto um sistema de medição, que não impacte o fornecimento de água e de baixo custo, pode se tornar um forte atrativo para avaliação do real consumo na busca de soluções para evitar o desperdício e até mesmo gerar economia para os usuários interessados.

Objetivo: O presente trabalho visou fornecer uma alternativa para medição e constatação hídrica do efetivo consumo de forma indireta, onde a possibilidade de instalação de medidores seja dificultosa ou que a instalação impacte na interrupção no fornecimento do consumo. Como objetivo secundário é destacada a aferição de alguma forma de interferência hidráulica que impedisse o uso completo do produto fornecido pela concessionária, como a eventual identificação de vazamento ou perda, visando constatar se realmente o que estava sendo pago condizia com o real consumo condominial.

Material e métodos

A principal medida adotada foi, através da implantação de um sensor indutivo para medição da corrente da bomba centrífuga, fazer as medições de acionamento através da alteração da corrente de partida do motor e com a alta corrente, indicava o período de operação. O sistema básico foi a plataforma Arduino Uno que é uma interface integrada de desenvolvimento que pode ser programada *online* ou *off-line* [4], onde fora desenvolvida uma placa do tipo *shield*[1] para interligação dos componentes discriminados a seguir.

O sensor indutivo responsável pela coleta da indução provocada pelo fio foi o SCT013 [5] com uma relação de 100A para 50mA que possibilita uma medição através de uma porta analógica a corrente drenada pelo sistema.

O sistema contou também com um sensor de tensão ZMPT101B [6] para aplicação em projetos futuros, no caso específico não foi utilizado pois a variação de tensão não era mandatória, sendo relevante apenas os períodos de acionamento da bomba e seu horário específico. Como citado, para o controle preciso do horário foi utilizado um módulo de relógio em tempo real (RTC – *real time clock)* modelo DS3231 [7] que após a configuração inicial de horário o sistema foi configurado para a coleta da corrente de 10 em 10 segundos.

Foi acoplado um módulo de leitura de cartão do tipo micro SD para que os dados coletados fossem armazenados para coleta futura. O cartão utilizado foi de apenas 1 Gb de armazenamento, espaço perfeitamente suficiente para gravação das leituras durante o período de estudo. Acoplado ao sistema foi adicionado uma interface do tipo homem-máquina (IHM) para o monitoramento diário do sistema, onde qualquer problema ou erro ficou registrado no referido display e permitia contornar qualquer anomalia. A referida saída foi dotada de um *display* de 16 colunas por 2 linhas, com um *bus* de comunicação do tipo I2C [8] que permite a interligação simultânea de vários dispositivos a um microcontrolador central, que no caso foi

[1] Essa placa foi desenvolvida pelo primeiro autor com a função precípua de interligar os vários módulos adicionais ao Arduino uno de forma a evitar a ligação por fios, tornando o projeto compacto de fácil manuseio em campo.

o Arduino UNO. O método aplicado foi o monitoramento diário e contínuo, de 10 em 10 segundo. Cada leitura gerava um registro em um arquivo diário e instantaneamente era gravado no cartão micro SD. O Sistema hidráulico estudado é de um condomínio predial residencial localizado na cidade de Santos, em São Paulo, com 4 (quatro) pavimentos, com duas unidades residenciais em cada. As unidades autônomas possuem pontos de consumo comuns de uma residência, além de dois banheiros cada, dotados de válvulas do tipo "Hydra". O fornecimento de água tratada era oriunda de uma entrada comum da empresa concessionária da região, interligada a reservatório subterrâneo de alvenaria de 10 (dez) m^3. O sistema de sucção da bomba, dotado de uma válvula do tipo "pé e crivo" no nível do terreno, era distanciada a 2 (dois) metros da caixa. O dreno tinha uma altura manométrica calculada de 13,7 metros até as caixas de água superiores, que permitiram a distribuição do consumo a todas unidades residenciais. A bomba em estudo era do tipo centrífuga, monoestágio e monofásica de 220V, da empresa Schneider, modelo BC-91T de ¾ CV com rotor em bronze e selo mecânico em viton.



Figura 1 - Bomba Scheneider, modelo BC-91T.

O período de medição de consumo, pela empresa responsável pelo fornecimento, se dava nos últimos dias de cada mês. Com base nesse fato, o dispositivo foi instalado no dia 19/07/2020 precisamente as 11 horas 21 minutos e 46 segundos e removido no dia 29/08/2020 as 12 horas 44 minutos e 38 segundos. Cada leitura gerou um registro diário de 8369 (oito mil, trezentos e sessenta e nove linhas) compreendido um período de 24 horas, com exceção dos dias da instalação e remoção do dispositivo. A aferição da empresa concessionária iniciou-se (para o período de estudo) no dia 27/07/2020 e finalizou-se no dia 26/08/2020 com uma leitura inicial de 1.072 m^3 e final de 1.211 m^3 registrando um consumo total de 139 m^3.

Resultados

O sistema de medição eletrônica operou de forma ininterrupta por 42 (quarenta e dois dias), foi alimentado por energia elétrica e contingenciado por sistema de baterias (Figura 2).

A corrente indicada com a bomba desligada variou de 0,01 a 0,02A e sua corrente nominal, em funcionamento, passava dos 5A ficando nesse patamar durante todo o serviço de recalque.

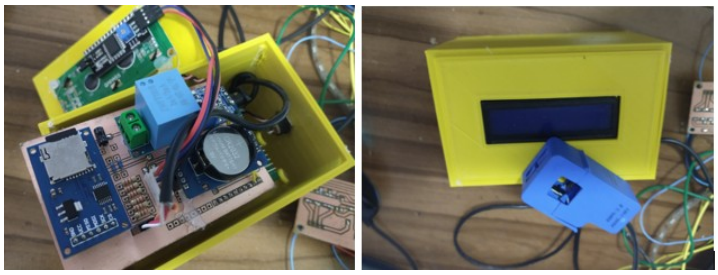


Figura 2. A foto a esquerda mostra o sistema desmontado para mostrar os componentes internos. A foto da direita indica a caixa fechada com o sensor indutivo e o display IHM.

Após o período final, foi agrupado todos os arquivos de texto gerado pelo sistema em uma planilha eletrônica e formatado o campo de corrente para que marcasse uma cor em destaque todo o período em que foi superior em 5A. Extraído a data e horário de início e encerramento do funcionamento da bomba, percebeu-se que não havia uma constância de acionamento durante o período, uma vez que o recalque está estritamente ligado ao consumo, confirmado que a média de acionamento foi de 4 (quatro) vezes diárias. Considerando o horário de início e termino de cada acionamento, foi calculado a diferença indicando o tempo de acionamento por período. Agrupado em acionamentos diários, foi somado o total de tempo entre os dias 27/07/2020 a 26/08/2020. O consumo registrado pela empresa concessionária responsável pelo fornecimento da água tratada pode ser verificado na Figura 3.



Figura 3. Registro de consumo dos dias 27/07/2020 a 26/08/2020.

A curva da bomba foi obtida através do catálogo do fabricante (Figura 4).

MODELO	Potência (cv)	Monofásico	Trifásico	Ø Sucção (pol)	Ø Recalque (pol)	Pressão máxima sem vazão (m.c.a)	Altura máxima de sucção (m.c.a)	Ø Rotor (mm)	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS																				
									ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.a.)																				
									2	3	5	6	7	9	10	11	13	14	15	17	18	19	21	22	23	25	26		
									VAZÃO EM m³/h VÁLIDA PARA SUCÇÃO DE 0 m.c.a.																				
BC-91 S/T	1/6	x		1 1/4	1	13	8	83	7,5	7,0	6,1	5,6	5,0	3,8	3,1	2,3													
	1/4	x		1 1/4	1	15	8	92	8,2	7,9	7,1	6,7	6,3	5,4	4,8	4,3	2,8	1,8											
	1/3	x	x	1 1/4	1	18	8	97	*	*	8,0	7,7	7,3	6,5	6,1	5,6	4,6	4,1	3,4	1,8									
	1/2	x	x	1 1/4	1	23	8	111	*	*	*	*	*	7,4	7,2	6,9	6,3	6,0	5,6	4,9	4,4	4,0							
	3/4	x	x	1 1/4	1	26	8	120	*	*	*	*	*	*	7,6	7,3	6,8	6,6	6,3	5,7	5,4	5,0	4,3	3,8	3,4				
	1	x	x	1 1/4	1	28	8	123	*	*	*	*	*	*	*	*	7,3	7,1	6,8	6,3	6,0	5,7	5,0	4,6	4,2	3,3	2,7		

Figura 4 - Tabela de curva nominal da bomba, tendo como referência a altura manométrica em mca e a vazão em m^3/h. Fonte: Schneider, 2010 [9].

Discussão

O tempo total de acionamento da bomba, do período de 27/07 a 26/08/2020 foi de 19 horas, 48 minutos e 08 segundos, perfazendo uma fração de 19,802 horas. O consumo indicado pela concessionária no período foi de 139 m^3. A altura total de recalque da bomba foi de 13,7 m e, pela tabela da Figura 4, por aproximação numérica, chegou-se a vazão de 6,6

m^3/h. Multiplicando a vazão pelo período total de funcionamento da bomba obtêm-se o valor de 130,69 m^3, tendo como uma diferença do calculado e o auferido de 8,3 m^3 para menos, obtendo-se um erro porcentual de 5,97%.

Conforme Moraes; Silva; Moraes [10] a velocidade prática ideal em uma tubulação hidráulica é de 2 m/s, sendo assim, pela vazão de 6,6 m^3/h e a seção nominal da tubulação de dreno de 0,025 m, perfazendo uma seção transversal de 0,000625 m^2. Multiplicando pela respectiva vazão obtém-se uma velocidade de 2,93 m/s, que para efeitos práticos, se torna adequado ao projeto.

Conclusões

O sistema mostrou-se eficiente na medição proposta, demonstrando um erro percentual de 6%, justificando-se com vazamentos na caixa subterrânea de recalque da edificação, constatada por empresa especializada no ramo. Quanto a validação de consumo, a medição se mostrou compatível com o valor cobrado pela empresa concessionária, pois após o período de estudo, foi detectado em uma das unidades residenciais, vazamento constante das válvulas Hydras em ambos os banheiros, sanados após substituição dos respectivos reparos. Sendo assim, o sistema de medição e aferição indireta de consumo hídrico, através de análise de funcionamento de bomba de recalque se mostrou eficiente e uma alternativa de baixo custo e de pronto emprego para o fim que se propõe.

Referências

1. Santos RF; Vieira ACC; Teixeira EP; Irazustra SP; Degasperi FT. Aplicação de Metodologia para medição de perdas em redes de abastecimento de água – Estudo de Caso. São José dos Campos: Resag Enqualab, 2014.
2. Tsutiva MT. Abastecimento de Água. 3º ed. – São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p. ISBN 85-900823-6-9
3. Taborda, AVM. Estudo sobre a implantação do sistema de medição individual de água em condomínios. Porto Alegre: UFRGS, 2018.
4. Arduino AG. Getting Started with Arduino UNO. Itália, 2020.
5. PowerUC. Non-Invasive Sensor: YHDC SCT013 Used with Arduino. 2020.
6. Usinainfo eletrônica e robótica. Sensor de Tensão AC Zmpt101b. 2020. Disponível em: https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-tensao-arduino/sensor-de-tensao-ac-zmpt101b-voltimetro-arduino-5658.html. Acesso em: 25 ago. 2020.
7. Dallas Semiconductor. Extremely Accurate I^2C-Integrated RTC/TCXO/Crystal DS3231. Califórnia: Maxim Integrated Products, 2005.
8. Mendonça HS. SPI e I2C.
9. Franklin Eletric S.A. Tabela de Seleção de Bombas e Motobombas. Joinville: Schneider, 2010.
10. Moraes JR D; Silva EL, MORAES MS. Aplicação industriais de estática e dinâmica dos fluídos I. Santos, 2010, 360p.