

Aplicações de Internet das Coisas e Sistemas Embarcados

Catálogo remoto por wifi na prevenção de desperdício de energia elétrica



Autor:

Vinícius Esperança Mantovani

Problema solucionado: Consumo desnecessário de energia elétrica em residências, hotéis, indústrias e outros ambientes.

Solução proposta: Catalogação remota (em smartphones e computadores) de equipamentos elétricos diversos ligados à rede elétrica local.

Descrição do Problema Prático:

É muito comum entre diversos estabelecimentos o consumo desnecessário de energia elétrica por dispositivos esquecidos ligados ou que permanecem indesejadamente em modo *standby*. Isso porque, em muitos casos, esses aparelhos podem ficar ligados por muito tempo, consumindo quantidades, portanto, muito altas de energia elétrica. Assim, para muito além do maior gasto financeiro em residências, redes hoteleiras, indústrias e outros locais, tem-se o problema do maior consumo em escala macroscópica quando se trata de uma cidade inteira ou de regiões ainda maiores (estados ou mesmo países). Isso, por consequência, causa um grande impacto para o sistema de abastecimento energético da região que tem de suprir esse consumo e, por vezes, pode ser um empecilho em situações de contingenciamento de energia, uma vez que, dispositivos que “drenam” energia sem necessidade usam energia que deveria ser usada por aparelhos úteis.

A exemplo do problema explicado, pode-se citar:

- Uma residência de veraneio, por exemplo, a qual fica inabitada por vários meses e pode ter aparelhos ligados durante todo o tempo em que não há ninguém nela. Isso geraria um consumo extremamente desnecessário e muito alto quando somado todo o tempo em que um ou mais aparelhos foram esquecidos ligados ou se encontram em *standby*. Ademais, pode-se ainda ter o risco de incêndio por aparelhos como ferros de passar. Vale ressaltar que, embora o exemplo dado seja de uma residência de veraneio, uma residência convencional, embora provavelmente em menor quantia, também seria afetada pelo problema discutido, principalmente no que tange ao consumo por aparelhos em *standby*.
- Um hotel, onde embora dispositivos em *standby* possivelmente não devam ser desligados (TVs, por exemplo) e dispositivos esquecidos ligados possam ser percebidos por camareiras ou outros funcionários, as chances de haverem ainda outros equipamentos apercebidos que estejam consumindo energia desnecessariamente é alta, até pelo ambiente em questão possuir naturalmente muitos aparelhos. Neste caso, o consumo é evidentemente maior que no caso de uma residência e é, obviamente, mais custoso;
- Uma fábrica qualquer, que pela quantidade de equipamentos conectado à rede elétrica, pode facilmente ter desperdícios, principalmente no que tange a equipamentos ligados que foram esquecidos.

Para ilustrar o problema descrito, apresenta-se abaixo um diagrama de uma residência que fica supostamente inabitada por um mês e, acompanhando o diagrama, apresenta-se um breve texto explicativo baseado em informações do *SEBRAE* (referência bibliográfica 1) e em informações da *Ecoplanet Energy* (referência bibliográfica 2):

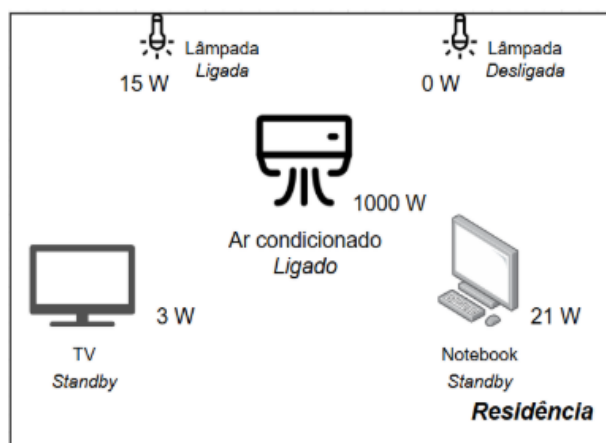


Figura 1: Residência ilustrativa

Acima, tem-se cinco dispositivos, entre os quais dois foram esquecidos ligados, lâmpada e ar-condicionado e, dois estão em *standby*, TV e Notebook. Usando os valores do diagrama, pode-se afirmar que o gasto mensal nesse cenário seria de aproximadamente 748 kWh, sendo 730,800 kWh somente dos equipamentos esquecidos e 17,280 kWh daqueles em *standby*. Nesse contexto, todo o consumo de energia é advindo de desperdícios evitáveis. Assim, embora o exemplo seja uma situação extrema, levando para situações menos extrapolantes, pode-se notar que o gasto de energia não só em residências mas em qualquer estabelecimento pode ser reduzido com o uso de alguma ferramenta de prevenção de desperdícios.

Esboço da Solução IoT:

No contexto apresentado, a solução pensada é conectar os dispositivos ligados à rede elétrica do local a uma rede WiFi, de modo a catalogá-los em um software pertencente a um computador conectado à rede, sendo este um PC ou outro dispositivo. Para tanto, não haveria uma conexão direta dos dispositivos à rede, mas sim a conexão de um microcontrolador por dispositivo com um sensor de corrente para determinar se o aparelho está ligado ou desligado e a potência consumida por ele no momento. Isso se daria, de modo que o sensor do microcontrolador sentiria a corrente que passa pelo fio positivo conectado a um dispositivo. Logo, a ideia seria que a cada tomada e a cada aparelho conectado diretamente (ar-condicionado, lâmpada e outros), houvesse um microcontrolador ligado ao fio positivo. Desse modo, todos se comunicariam com o computador catalogador por WiFi, o qual seria responsável por usar os dados recebidos de cada microcontrolador para catalogar as conexões presentes na rede elétrica, apresentando o consumo de energia e permitindo que o usuário nomeie cada equipamento.

Para ilustrar a ideia em questão, exibem-se dois diagramas:

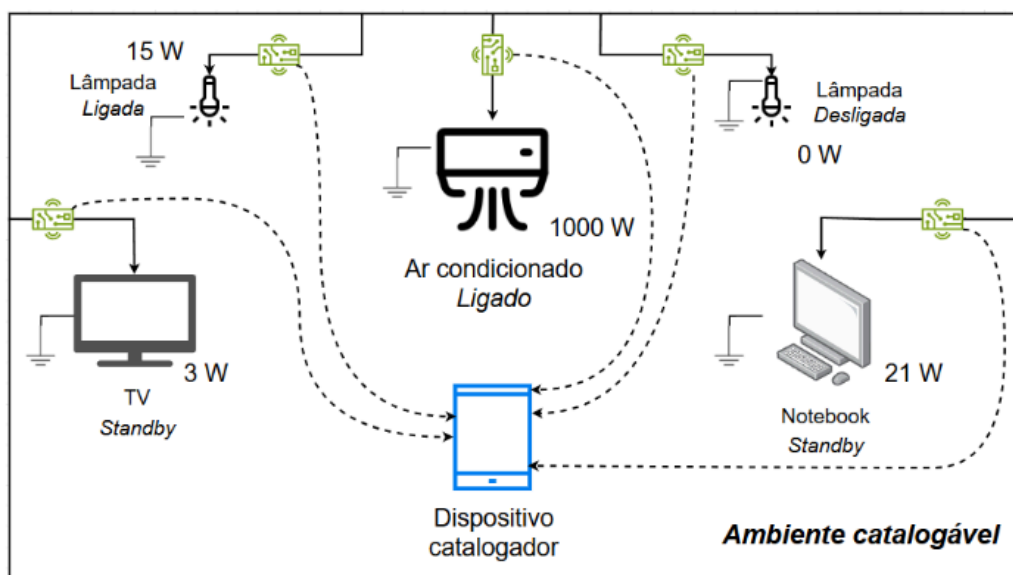


Figura 2: Diagrama do sistema com linhas contínuas representando fios elétricos e linhas listradas representando conexão WiFi

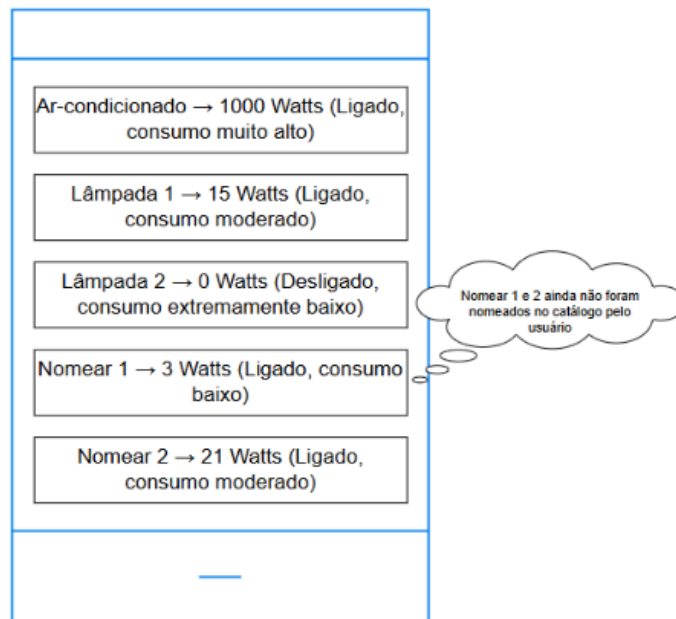


Figura 3: Diagrama da disposição do catálogo no dispositivo catalogador (computador, smartphone ou outro)

Observação: As alimentações dos microcontroladores foram suprimidas no diagrama por simplicidade.

Vale ressaltar agora, os recursos do microcontrolador a serem utilizados. Entre eles, destaca-se o periférico a ser utilizado, um módulo sensor de corrente *ACS712* da Allegro microsystems no modelo de alcance de até ± 30 Ampere na medição (como na *Figura 4*). Esse periférico deve ser conectado ao fio de tensão positiva da rede elétrica em série com o dispositivo a ser catalogado, assim, de maneira razoavelmente diferente do que se apresenta no diagrama da *Figura 2*, o fio não passa pelo microcontrolador, apenas pelo periférico sensor. Além disso, vale ressaltar que, é necessário, um microcontrolador que consiga se comunicar com o sistema catalogador por meio de WiFi, logo, para não fugir muito do que se apresenta no Embarcotech, é possível implementá-lo em um *Raspberry Pi Pico W* ou, para baratear a solução, seria possível usar uma *ESP*, por exemplo. Como adendo, vale indicar que, no caso do *Raspberry Pi Pico W*, seria necessário um divisor de tensão entre ele e o sensor, uma vez que o *range* de suas entradas analógicas é de 0 a 3,3 V e o *range* da saída do sensor é de 0 a 5 V. Ademais, é importante explicitar que o Sistema Embarcado será alimentado pela rede elétrica do estabelecimento.

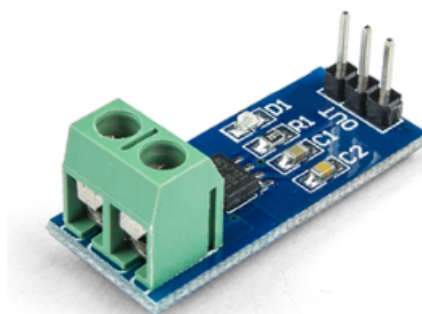


Figura 4: Módulo ACS712 sensor de corrente

Finalmente, o microcontrolador terá um software que verificará periodicamente o valor da tensão no pino analógico conectado ao pino *out* do módulo *ACS712*, para calcular o valor da corrente passando pelo sensor (de acordo com a *Figura 5*). Assim, o microcontrolador atuará como computador de borda, calculando o valor da corrente e da potência e enviará este último para o dispositivo catalogador por WiFi. Por fim, o software do aparelho catalogador, teria de usar os endereços MAC dos microcontroladores para possibilitar que o usuário os nomeie e deveria apresentar as informações exemplificadas no diagrama da *Figura 3*.

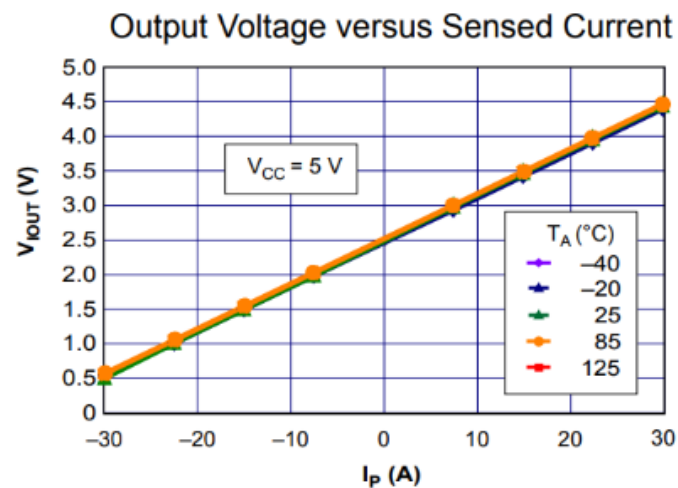


Figura 5: Relação entre corrente medida e tensão de saída do ACS712

Fluxograma do Software Embarcado:

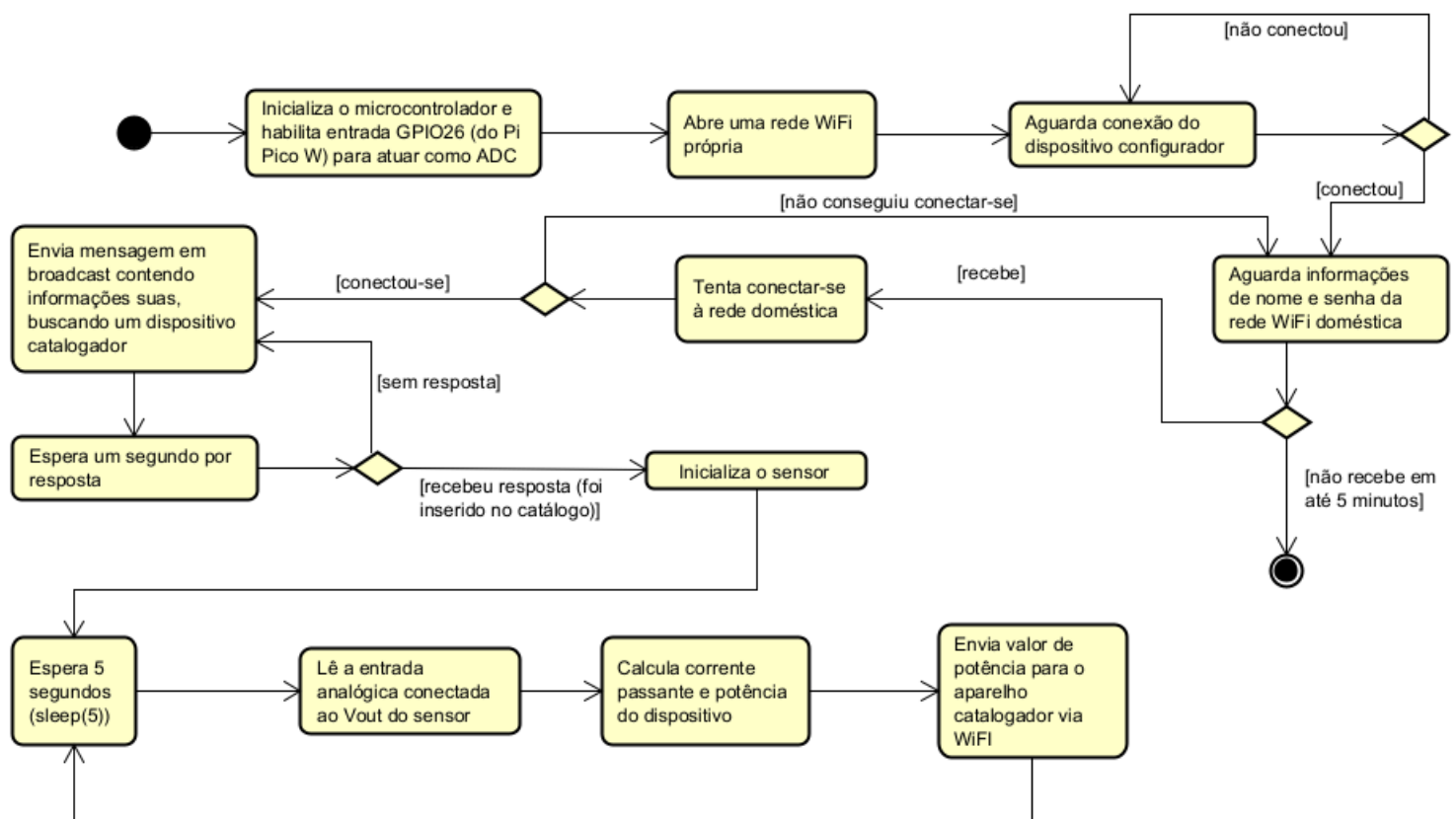


Figura 6: Fluxograma do software embarcado do SE componente da solução

Conforme se nota, acima, encontra-se o fluxograma do software embarcado do microcontrolador utilizado na solução proposta. Nele, tem-se o início de forma semelhante a aparelhos como o *Chromecast*, o *Fire Stick* e outros, de modo que o microcontrolador atua como *access point* aguardando a conexão de um dispositivo configurador (que usaria o mesmo software que será usado para o catálogo de equipamentos), caso isso não ocorra em até cinco minutos, o microcontrolador deve ser reiniciado. Este configurador, teria de enviar informações de conexão com a rede doméstica para que o microcontrolador se conecte a ela. A partir disso, o microcontrolador busca em *broadcast* por um equipamento catalogador para entrar em seu catálogo. Ao encontrar um catalogador, ele inicia o sensor e o timer e entra em um *loop*. Neste *loop*, o embarcado lê a entrada *ADC* da tensão do sensor e, com o valor lido, calcula o valor da corrente medida (conforme Figura 5) e, em seguida, da potência do aparelho medido. Finalmente, as informações calculadas são mandadas ao catalogador e o processo é reiniciado a partir da espera de cinco segundos.

Referências Bibliográficas:

- 1 - “Equipamentos em stand-by podem gerar gastos desnecessários”. SEBRAE, 12/03/2023. Mercado e Vendas | EMPRESA. Disponível em:
https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/equipamentos-em-stand-by-podem-gerar-gastos-desnecessarios%2C2b0a2222448b6810VgnVCM1000001b00320aRCRD?utm_source=chatgpt.com.
- 2 - “Como calcular o consumo mensal dos meus equipamentos?”. Ecoplanet Energy. Disponível em:
<https://ecoplanetenergy.com/pt-br/sobre-eco-energia/calculando-consumo/>.
- 3 - ACS712 Datasheet. Allegro Microsystems. Disponível em:
<https://www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS712-Datasheet.ashx>.
- 4 - Sensor de Corrente ACS712 30A. Vendido em Robocore. Disponível em:
https://www.robocore.net/sensor-corrente-tensao/sensor-de-corrente-ac712-30a?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAg8S7BhATEiwAO2-R6jMGj9wLiojif_WV1cKhzEPSBneAsYDwGkNjr63THXoRDDb_v2qy4TRoCOzcQAvD_BwE.
- 5 - Raspberry Pi Pico W Datasheet. Raspberry Pi. Disponível em:
<https://datasheets.raspberrypi.com/picow/pico-w-datasheet.pdf>.