



SOLUÇÃO EM AUTOMAÇÃO ASSISTIVA UTILIZANDO ARDUINO E RASPBERRY PI.

Felipe Jucá dos Santos – felipejuca@outlook.com
Universidade Federal do Ceará – *Campus* de Sobral
Rua Oriano Mendes nº 350, apto. 204, Centro.
62010-370 – Sobral – Ceará

Edilson Rocha Porfírio Filho – edilson.rocha.porfirio@gmail.com
Universidade Federal do Ceará – *Campus* de Sobral
Rua Dr. Gilberto Studart nº 1020, apto. 301, Cocó.
60095-192 – Fortaleza – Ceará

Resumo: *Diante da expansão do mercado de IoT (do inglês, Internet of Things), a automação residencial e a domótica deixam de ser artigos de luxo e, com preços mais acessíveis, passam a ser realidade na vida das pessoas. Neste contexto, a automação une-se às tecnologias assistivas (tecnologias que permitem acessibilidade, integração e independência de portadores de necessidades especiais), criando um novo ramo da tecnologia chamado de Automação Assistiva. O projeto em questão trata da adaptação de dois cômodos de uma residência utilizando tecnologias assistivas, permitindo uma melhor qualidade de vida para portadores, de necessidades motoras, facilitando tarefas como acender e apagar luzes que, para não portadores, parecem bastante simples, mas para o público alvo desse projeto representar um grande desconforto. Neste trabalho utiliza-se microcontroladores Arduino e Raspberry Pi 2 que possuem um baixo custo de aquisição quando comparado a projeto equivalente usando CLPs (Controladores Lógico Programáveis). Além de suas funções assistivas, com esse projeto pretende-se difundir a ideia da automação assistiva para despertar o interesse de novos estudos nessa área, ainda pouco pesquisada. O projeto foi desenvolvido em protótipo e está em fase de aperfeiçoamento para ser instalado na APAE (Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais) de Sobral-CE.*

Palavras-chave: *Acessibilidade, Domótica, Microcontroladores, Sistemas embarcados, Engenharia da computação.*

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnológica cada vez mais eficiente, a domótica começa a ganhar espaço em um mercado mais popular. As primeiras utilizações de sistemas de domótica datam do final da década de 1970, nos Estados Unidos, com alguns módulos “inteligentes”, cujos comandos eram enviados pela própria rede elétrica da residência. Eram soluções simples, práticas e que resolviam situações específicas como ligar/desligar remotamente algum equipamento (Muratori; Dal Bó 2011)

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





Atualmente, com o advento da computação pessoal, da telefonia móvel, da internet e de outras tecnologias, o conceito de “casas inteligentes” vem se tornando presente em diversos projetos. Alguns desses projetos envolvem o conceito de Tecnologia Assistiva, que se trata de um ramo da tecnologia voltado para pessoas com necessidades especiais, com o intuito de proporcionar ou ampliar habilidades funcionais dos mesmos e, conseqüentemente, promover vida independente e inclusão (Sartoretto, M. L; Bersch, 2014).

Seguindo essa filosofia, surgem projetos de automação com a ideia de auxiliar a vida de pessoas com necessidades. O objetivo do presente projeto é tornar acessíveis os cômodos de uma residência, a fim de proporcionar uma maior independência de portadores de necessidades especiais, principalmente os que moram sozinhos ou não possuem companhia na maior parte do tempo.

A popularização de microcontroladores de baixo custo, como o *Raspberry Pi* e o Arduíno, permitiu uma redução de custos em projetos de automação assistiva. Os microcontroladores de baixo custo já são utilizados em diversos projetos como por exemplo: impressoras 3D, automação residencial e até mesmo em automação industrial. Apesar de possuírem um baixo custo, possuem ótima capacidade de processamento.

Mais do que proporcionar uma melhor qualidade de vida, este projeto tem o objetivo de reduzir os custos de produção. As tecnologias assistivas já são uma realidade, porém, os custos ainda são uma grande barreira para a disseminação desse tipo de tecnologia. Além do mais, há pouco interesse das empresas em investir em projetos com essa filosofia, principalmente por existir o pensamento equivocado de que pessoas com necessidades especiais, por serem minoria, geram um menor retorno financeiro.

O presente trabalho abrange dois cômodos, sendo um deles um banheiro utilizando Arduíno que controla sensores e motor para abertura de portas, sensores de presença, botões de pânico e iluminação. O outro cômodo trata-se de um quarto utilizando um Raspberry Pi 2 recebendo comandos pela plataforma *Cayenne* (via *Android* ou *IOS*), para controle de iluminação e ventiladores.

Como as tecnologias assistivas possuem caráter bastante direcionado à determinada classificação de deficiência (um deficiente visual possui limitações relativamente bem diferentes de um cadeirante, por exemplo), este projeto tem como público alvo portadores de necessidades motoras e até mesmo idosos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Microcontroladores

Um microcontrolador é, em última análise, um computador em um único chip. Este possui aplicações embarcadas como, por exemplo, sistemas operacionais, i.e, a inteligência é incorporada à máquina (Penido, E. C. C.; Trindade, 2013).

Neste projeto, utilizamos um *Raspberry Pi 2 Model B*, que apesar de se adequar mais como um computador portátil, assume funções de microcontrolador através das portas GPIO (do inglês, *General Purpose Input/Output*). Esse minicomputador abriga processador gráfico, *slot* para cartão de memória SD, interfaces USB, HDMI, Ethernet e seus respectivos controladores (Garret, 2014). Além disso, possui uma memória RAM de 1 Giga Byte, um processador *Broadcom, quad-core*, de 900 GHz (Giga Hertz), com arquitetura ARM (a mesma utilizada em grande parte dos *Smartphones*) e ainda, entrada de energia (micro USB) e barramentos de expansão (GPIO) (Araújo, 2014). A escolha do

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





Raspberry Pi, deu-se por conta que, no momento do desenvolvimento do projeto, a plataforma Cayenne, só oferecia suporte ao *Raspberry* e à dispositivos com sistema operacional *IOS*. Atualmente, esse suporte estende-se às placas Arduino e dispositivos com sistema operacional *Android*, assim um dos aprimoramentos futuros do projeto será migrar exclusivamente para as placas Arduino por serem de custo mais acessível.

Utilizamos também um Arduino Mega 2560 R3, com a seguinte composição: uma placa de prototipação baseada no microcontrolador Atmega 2560, possuindo 54 pinos de entradas e saídas digitais, onde 15 destes podem ser utilizados como saídas PWM (*Pulse Width Modulation*), ou seja, controlam o valor da alimentação entregue à carga. Além disso o Arduino Mega possui 16 entradas analógicas e 4 portas de comunicação serial. O Arduino possui uma IDE própria que utiliza linguagem de programação C, adaptada a ele. A comunicação com a IDE realiza-se por meio de conexão USB com um computador (Souza, 2014).

2.2. Sensores, atuadores e componentes.

Por se tratar de uma tecnologia assistiva, o projeto tem grande foco em sensores, visto que portadores de necessidades motoras encontram dificuldades em aberturas de portas, acendimento de luzes e acionamentos de ventiladores.

Assim, utilizamos: sensor ultrassônico HC-SR04 que envia e recebe altas frequências (40KHz, não audíveis ao ouvido humano), capaz de medir distâncias entre 2 centímetros e 4 metros (Thomsen, 2015); sensor de presença PIR DYP – ME003 (PIR – *Passive Infrared Sensor*), como o nome sugere, detecta os movimentos através de sinais infravermelho; sensor de fim de curso que detecta quando um objeto chega a um determinado local e é constituído de uma chave mecânica que muda de estado quando algo pressiona sua haste de acionamento (este confeccionado de maneira caseira); sensor de barreira infravermelho composto de um emissor e um receptor de sinais infravermelhos, os quais são enviados de maneira contínua e mudam de estado ao perceberem qualquer interrupção no recebimento de sinal.

Foram utilizados também alguns atuadores para controle de correntes elétricas. Para o acionamento de luzes utilizamos módulos Relés 5VDC com correntes máximas de 10 A (dez amperes) de operação (Thomsen, 2013). Para o acionamento de motores utilizamos um módulo Ponte H, que se trata de um arranjo de 4 transistores, capaz de acionar simultaneamente até dois motores controlando não apenas seus sentidos, mas também suas velocidades (Thomsen, 2013).

Também foram utilizados módulos de radiofrequência de 433MHz AM (do inglês, *Amplitude Modulation*) para a comunicação sem fio entre três placas Arduino, sendo um deles como mestre e os outros dois como escravos, apenas obedecendo comandos enviados pelo Arduino mestre via radiofrequência.

2.3. Softwares utilizados

Como trabalhamos com dois microcontroladores distintos, cada um possui suas próprias interfaces de programação. A programação mais usual para um *Raspberry Pi* é feita através da linguagem de programação *Python*, porém, nesse projeto utilizamos a plataforma *Cayenne*, da empresa *MyDevices*, uma interface gratuita disponível para *Android* e *IOS* que permite a comunicação entre um *Raspberry Pi* e *Smartphones* que estiverem na mesma rede. A programação é no modelo *Drag-and-Drop* (arraste e solte), que o torna bastante prático e intuitivo, economizando bastante tempo e não necessitando

a

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



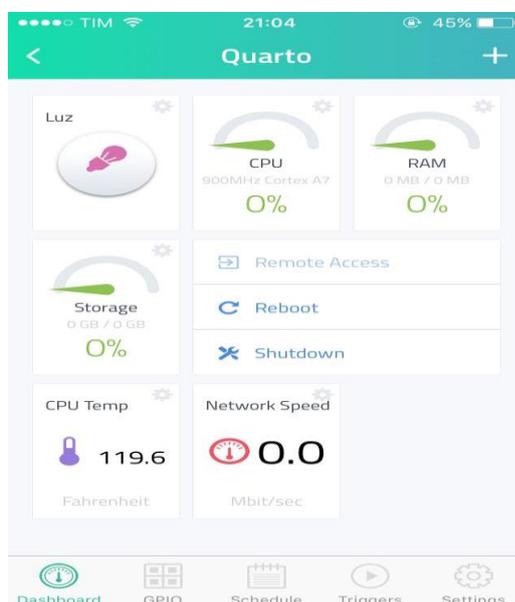
Promoção





inserção de linhas de código (Cayenne, 2015). Além do mais, permite acesso remoto por meio de uma *Dashboard* (um painel de controle), como mostrado na Figura 1, disponível no site da *MyDevices*. O modo que mais se adequou ao projeto foi adicionar a um quarto o controle de luz e ventilador via *smartphone* (levando em consideração que, atualmente, boa parte da população possui esse dispositivo).

Figura 1 – Dashboard Cayenne.



Para o Arduino, utilizamos sua própria IDE (do inglês, *Integrated Development Environment*), um ambiente de desenvolvimento integrado, por não necessitar de comandos enviados por smartphones. A IDE Arduino é baseada nas linguagens de programação C e C++, com algumas adaptações voltadas para a placa Arduino (Arduino, 2015). Por se tratar de uma linguagem simples e eficiente, a programação dessa placa acaba se tornando bastante intuitiva. As linhas de código são escritas e transferidas para a placa, podendo ser monitoradas por um monitor serial, já disponível na IDE.

2.4. Montagem e programação

Por se tratar de dois cômodos, suas montagens e programações foram feitas de maneiras distintas, utilizando materiais e métodos que mais se adequavam em cada situação. No quarto, foi programado no *Cayenne*, onde o *Raspberry Pi* acionava luzes por meio de um módulo relé e um interruptor *Three Way*, ou seja, os comandos de ligar e desligar luzes podiam ser feitos tanto pelo interruptor quanto pelo *smartphone*. Do mesmo modo o ventilador, acionado tanto por interruptor *Three Way* quanto por *smartphone*, que enviava comandos ao *Raspberry Pi* que por sua vez acionava o módulo relé.



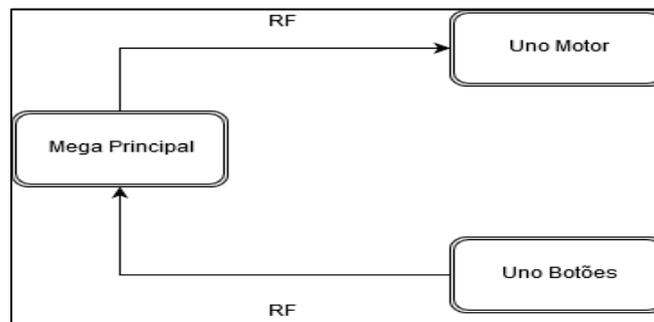
O banheiro - que também pode ser utilizado em espaços públicos, como mostrado na Figura 2 - tem seu funcionamento focado na segurança e independência do usuário.

Figura 2 – Banheiro da APAE de Sobral.



O projeto foi arranjado da seguinte maneira: uma placa Arduino Mega se comunicando com duas placas Arduino Uno, através de radiofrequência (RF), como mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Diagrama de comunicação entre placas.



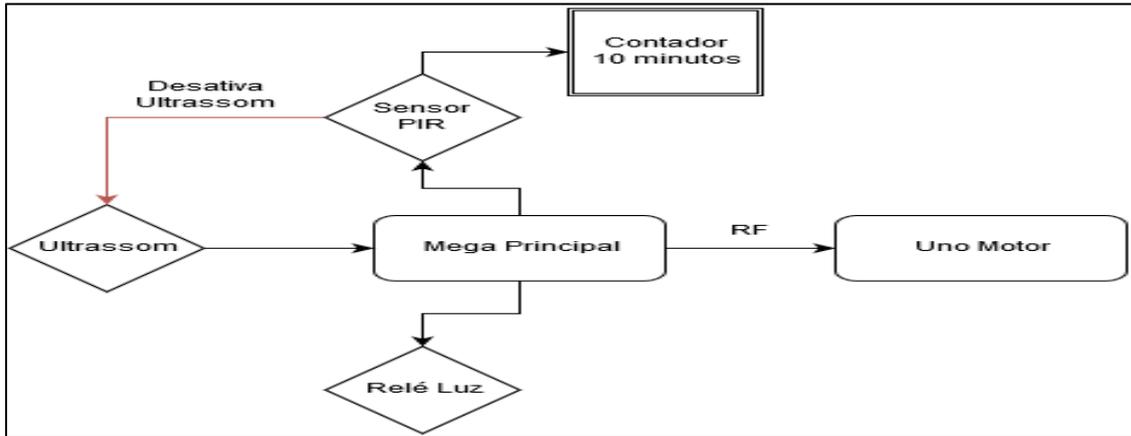
Na placa Arduino Mega estão ligados dois sensores ultrassônicos, sendo um na parte externa e um na parte interna do banheiro, que ao detectarem o movimento de mãos em sua frente, enviam essa informação à placa responsável pelo acionamento e controle de direção de um motor (Uno Motor), resultando na abertura/fechamento de uma porta corredeira. A porta possui em sua extremidade um sensor de obstáculos por meio de infravermelho. Quando a porta está aberta é transmitido um sinal de um transmissor a um receptor, se houver interferência, como por exemplo uma pessoa no caminho, o estado muda e o motor mantém a porta aberta, evitando acidentes.

Também no Mega, estão ligados uma chave de fim de curso apenas para identificação do fechamento da porta, um sensor de presença (PIR) que, ao detectar movimentos dentro do banheiro, acende as luzes (também ligadas por meio de um módulo relé e um interruptor *Three Way* ao mestre) e inicia um contador de 10 minutos, como mostra o



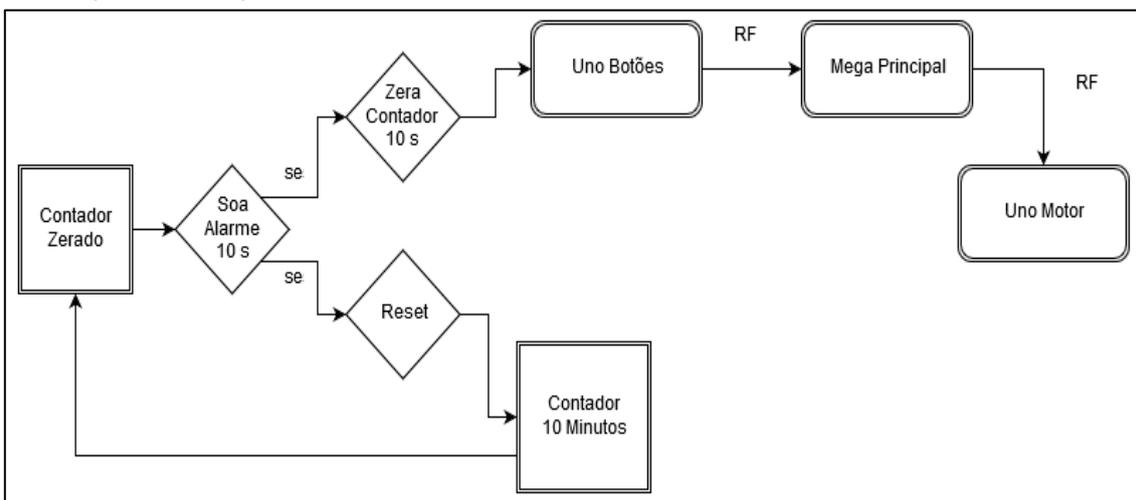
diagrama na Figura 4. Esse contador irá ser útil no caso de uma pessoa sentir-se mal na parte interna do banheiro e não conseguir avisar sobre seu estado de saúde a outra pessoa. Ao final desse tempo, a porta irá se abrir e será acionado um alarme.

Figura 4 – Diagrama de funcionamento comum.



Na placa Uno Botões foi ligado dois botões: um de *reset* e um de pânico, indicado pelas cores verde e vermelho, respectivamente. O botão de *reset* está diretamente ligado ao contador citado no parágrafo acima, pois, ao fim do contador, um alarme irá soar um minuto antes de abrir a porta, caso a situação esteja dentro da normalidade, a pessoa pressiona o botão de *reset* que irá reiniciar o contador, como mostra o diagrama da Figura 5.

Figura 5 – Diagrama de funcionamento do Contador e do botão Reset.

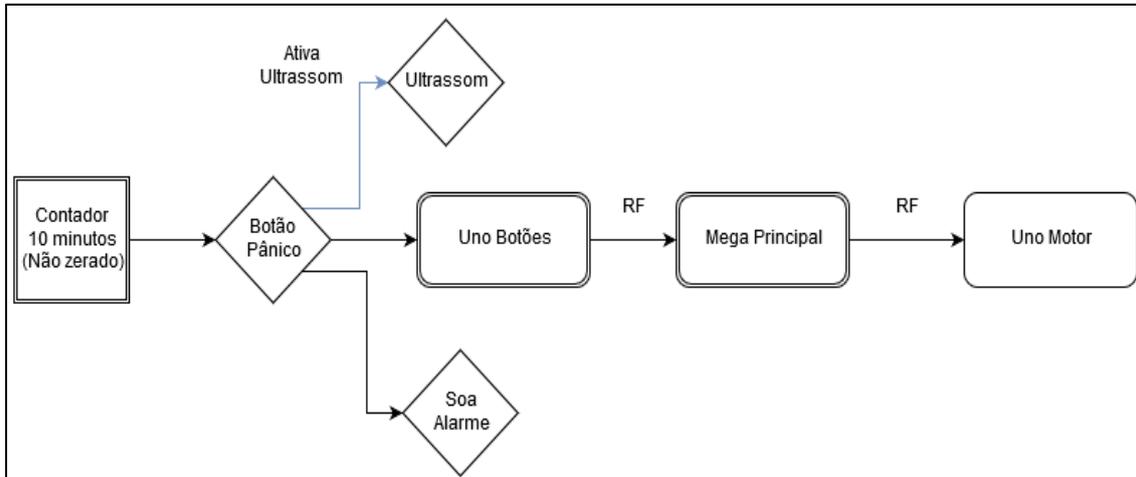


O botão de pânico terá a função de acionar alarmes e abrir as portas imediatamente. Este botão será útil em situações que o usuário sinta algum mal-estar, mas, ainda assim, consiga avisar por meio do acionamento do botão de pânico. Isso evita que a pessoa não



consiga chegar até a porta para pedir socorro e precise esperar o fim do contador, como mostra o diagrama da figura 6.

Figura 6 – Diagrama de funcionamento Botão de Pânico.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto em questão foi montado no formato de protótipo e obteve o funcionamento esperado. Como resultados fizemos uma comparação entre os custos envolvidos no projeto e os custos de um CLP realizando funções semelhantes. Os valores de cada componente foram explicitados na Tabela 1.

Tabela 1. Tabela de custos do projeto total, relacionando Preço x Quantidade de cada produto.

----- Tabela de Custos -----			
Produto	Quantidade	Valor	Total
Arduino Mega	1	R\$50,0	R\$50,0
Arduino Uno	2	R\$25,0	R\$50,0
Raspberry Pi 2	1	R\$250,0	R\$250,0
Sensor de Presença	1	R\$9,0	R\$9,0
Sensor Fim de Curso	1	R\$10,0	R\$10,0
Push Button	2	R\$3,0	R\$6,0
Módulo RF	2	R\$6,50	R\$13,0
Módulo Relé	1	R\$20,0	R\$20,0

Organização



Promoção





Sensor De Barreira	1	R\$15,0	R\$15,0
Driver Ponte H	1	R\$16,0	R\$16,0
Sensor Ultrassônico	2	R\$10,0	R\$20,0
Motor DC	1	R\$50,0	R\$50,0

Realizando a soma dos valores totais, chegamos ao valor de R\$ 509,0 (Quinhentos e Nove Reais). Se compararmos com a Central de Automação Residencial Fibaro *Home Center 2*, com configuração composta por: processador *Intel Atom Dual Core* (1.6 GHz) e 1 GB de memória RAM (Fibaro, 2017), e apresenta funções semelhantes por se comunicar com dispositivos móveis, possuindo o custo médio de R\$3.500,0 (Três Mil e Quinhentos Reais), chegamos a um valor, a menor, de R\$2.991,0 (Dois Mil Duzentos e Noventa e Um Reais), o que representa uma economia de 85,5% apenas em relação à Central de Automação, o que acarretaria em mais gastos acrescentando os componentes necessários.

A empresa OptArt, que é uma das poucas que investe em software próprio no mercado brasileiro de automação residencial, possui o sistema OptPro AuCe, que integra iluminação, sistemas de multimídia, ventilação, entre outros. O orçamento dessa empresa para projetos de automação residencial varia em torno de R\$15.000,00 (Quinze Mil Reais) para os projetos menos complexos, podendo chegar à R\$500.000,00 (Quinhentos Mil Reais) para projetos de luxo (Zambarda, 2014). Ou seja, orçamentos que ainda fogem da realidade de boa parte da população brasileira.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como exposto acima, o projeto de domótica assistiva de baixo custo tem o intuito de proporcionar qualidade de vida a portadores de necessidades físico-motoras. Já existem alguns projetos semelhantes utilizando CLPs/Centrais de Automação, o que os tornam caros e pouco acessíveis, já que apenas uma pequena parcela desses portadores possui poder aquisitivo para tal aquisição.

Microcontroladores de baixo custo, como *Raspberry Pi* e Arduino, são uma grande revolução no mercado da automação. Isso se deve aos seus custos e eficiência que tornam projetos, antes vistos com certa descrença devido aos altos custos, completamente exequíveis.

A ideia de automação assistiva ainda é pouco difundida. As empresas investem pouco nessa área, em relação a demanda existente, fazendo com que os produtos encareçam e se tornem pouco acessíveis.

Após demonstrar que esse projeto é viável e acessível, espera-se aguçar a vontade dos desenvolvedores em investir conhecimento nessa área, a fim de que surjam novas ideias e projetos, visando não apenas o lado financeiro, mas sim, formar uma consciência social.

Agradecimentos

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





Primeiramente a Deus. Agradeço também aos meus pais, minha irmã e minha namorada por todo o apoio durante a elaboração deste projeto, ao meu orientador Edilson Rocha por todos os direcionamentos e a todos que contribuíram de alguma maneira nesta jornada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, T. **RASPBERRY PI B+: Introdução a Porta GPIO**. Rio de Janeiro, Out, 2014: Fazedores – Crie, Construa e Compartilhe. Disponível em: <<http://blog.fazedores.com/raspberry-pi-b-introducao-porta-gpio/>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

ARDUINO. Arduino: docs. Versão 1.6.5. Ivrea: Arduíno, 2015.

CAYENNE. Cayenne: docs. Versão 1.4.2. Calabças: MyDevices, 2015.

FIBARO. Manuals – Home Center 2. Londres, 2017. Disponível em <manuals.fibaro.com/home-center-2>. Acesso em: 25 jun. 2016.

GARRET, FILIPE. **Como funciona o Raspberry Pi? Entenda a tecnologia e sua aplicabilidade**. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/11/como-funciona-o-raspberry-pi-entenda-tecnologia-e-sua-aplicabilidade.html>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

MURATORI, J. R.; DAL BÓ, P. H. **Automação Residencial – Conceitos e Aplicações**. 1.ed. Belo Horizonte: EDUCERE, 2013. 200 p.

PENIDO, E. C. C.; TRINDADE, R. S. **MICROCONTROLADORES**. Minas Gerais, 2013: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/ifmg/tecnico_automacao_industrial/microcontroladores.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2016.

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. **TECNOLOGIA assistiva: O que é Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre, 2014: Assistiva – Tecnologia e Educação. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

SOUZA, F. **ARDUINO MEGA 2560**. Sorocaba, Abr. 2014: Embarcados. Disponível em: <<http://blog.fazedores.com/raspberry-pi-b-introducao-porta-gpio/>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

THOMSEN, A. **Como utilizar o sensor ultrassônico HC-SR04**. Mogi das Cruzes, Jan, 2015: Buildbot. Disponível em: <<http://buildbot.com.br/blog/como-utilizar-o-sensor-ultrasonico-hc-sr04/>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção





THOMSEN, A. **CONTROLANDO LÂMPADAS COM MODULO RELÉ ARDUINO.** Mogi das Cruzes, Fev, 2013: Filipeflop. Disponível em: <<http://blog.filipeflop.com/modulos/controle-modulo-rele-arduino.html>>. Acesso em: 28 jun. 2016.

THOMSEN, A. **MOTOR DC COM DRIVER PONTE H L298N.** Mogi das Cruzes, Mar, 2013: Filipeflop. Disponível em: <<http://blog.filipeflop.com/motores-reservos/motor-dc-arduino-ponte-h-l298n.html>> Acesso em: 30 jun. 2016.

ZAMBARDA, P. **VALE A PENA INVESTIR EM AUTOMAÇÃO PARA CASA?.** SÃO PAULO, jun. 2014: TechTudo. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2014/06/vale-pena-investir-em-automacao-para-casa.html>>. Acesso em 25 jun. 2016.

SOLUTION FOR ASSISTIVE AUTOMATION USING ARDUINO AND RASPBERRY PI.

Abstract: *In the face of the expansion of the Internet of Things (IoT) market, home automation and domotics are no longer luxury goods and, with more affordable prices, become a reality in people's lives. In this context, automation joins assistive technologies (technologies that allow accessibility, integration and independence of people with special needs), creating a new branch of technology called Assistive Automation. The project in question deals with the adaptation of two rooms of a home using assistive technologies, allowing a better quality of life for people with motor needs, facilitating tasks such as turning on and off lights that, for non-users, seem simple enough, but for the Target audience of this project represents a major discomfort. In this work, we use Arduino and Raspberry Pi 2 microcontrollers that have a low acquisition cost when compared to equivalent design using PLCs (Programmable Logic Controllers). In addition to its assistive functions, this project intends to disseminate the idea of assistive automation to arouse the interest of new studies in this area, which has not yet been researched. The project was developed in prototype and is in the stage of improvement to be installed in APAE (Association of Parents and Friends of Exceptional) of Sobral-CE.*

Key-words: *Accessibility, Home automation, Microcontrollers, Embedded systems, Computer engineering.*

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Promoção

