



Medidor de Pressão Arterial Digital

João Filipe Pessoa Henriques, Wilian França Costa

¹Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)

Rua da Consolação, 930 Consolação, São Paulo - SP, 01302-907 – Brasil

10919005741@mackenzista.com.br,
156768@mackenzie

Abstract. *High blood pressure is a chronic disease that many people need to live with throughout their lives. After the diagnosis, it is necessary to take some precautions such as measuring the blood pressure for follow-up, this will indicate to the doctor the best treatment to be done. Increased pressure can cause other risk factors such as the occurrence of a stroke, Arterial Aneurysm, Infarction, Renal and Heart Failure, so it is so important to have a regular and efficient view to do this, as will be discussed in this article.*

Resumo. A hipertensão arterial é uma doença crônica com que muitas pessoas precisam conviver ao longo de toda sua vida. Depois do diagnóstico é preciso tomar algumas precauções como a aferir a pressão arterial para o acompanhamento, isso indicará ao médico o melhor tratamento a ser feito. O aumento da pressão pode ocasionar outros fatores de risco como a ocorrência de um AVC, Aneurisma Arterial, Enfarte, Insuficiência Renal e Cardíaca, por isso é tão importante a medição regular e maneiras eficientes de realizar isto, como será tratado nesse artigo.

1. Introdução

Um dos principais fatores de risco para complicações cardiovasculares é a hipertensão arterial, pois atua diretamente na parede das artérias, podendo produzir lesões. Daí a importância do tratamento anti-hipertensivo na redução da morbidade e mortalidade cardiovasculares, principalmente na prevenção de acidentes vasculares, insuficiência cardíaca e renal. O controle da hipertensão arterial inicia-se com a detecção e observação contínua, não devendo ser diagnosticada com base em uma única medida da pressão arterial. Após sua confirmação, deve ser classificada como hipertensão primária ou secundária, verificando o prejuízo dos órgãos alvos como coração, cérebro e rins e levantamento de outros fatores de risco cardiovasculares. Pessoas que sofrem de hipertensão devem fazer medições regulares da pressão arterial, porque a pressão arterial é um sinal vital dos humanos que pode mudar com o tempo. A medição da pressão arterial pode ser usada como referência para os pacientes que procuram auxílio médico para ajudar em sua condição.

Nesta pesquisa usaremos o Arduino, contendo neste experimento, a projeção de um sistema de monitoramento digital de pressão arterial que possa ser usado de forma fácil e eficiente.

Nesta pesquisa utilizamos o protocolo MQTT para transferir dados da pressão arterial automática para um repositório na nuvem, salvando assim a medição de dados.

2. Materiais e Métodos

A Pressão Arterial pode ser medida por procedimentos invasivos e não-invasivos. O procedimento invasivo é mais preciso, porém, apresenta-se de forma inconveniente, aumenta o risco de infecções e proporciona maior custo com produtos descartáveis. No procedimento não-invasivo, por outro lado, encontramos os equipamentos que se baseiam em métodos de controle do fluxo sanguíneo por intermédio de um manguito. O mais comum deles é conhecido como Esfigmomanômetro e é composto de um manguito, uma pêra valvulada e um manômetro.



Figura 1 – Esfigmomanômetro
Fonte: Site opiniãobomvaleapena.com.br

Os Esfigmomanômetros Digitais são regidos pela norma do Inmetro/Dimel nº 96/2008 ao qual especifica as exigências mínimas necessárias para sua utilização [6]. Apesar da desconfiança de alguns profissionais sobre o modelo digital, este apresenta recursos adicionais que não são encontrados em modelos analógicos.

O projeto consiste em realizar leituras em um transdutor como sensor de pressão, detectar seus pulsos fazendo a transdução do sinal de pressão para uma tensão analógica, e posteriormente digitalizá-los por meio de um conversor analógico-digital (ADC).

Também alteraremos o medidor de pressão original (Esfigmomanômetro), substituindo a Pêra Valvulada por uma bomba de pressão de ar e uma válvula eletrônica.

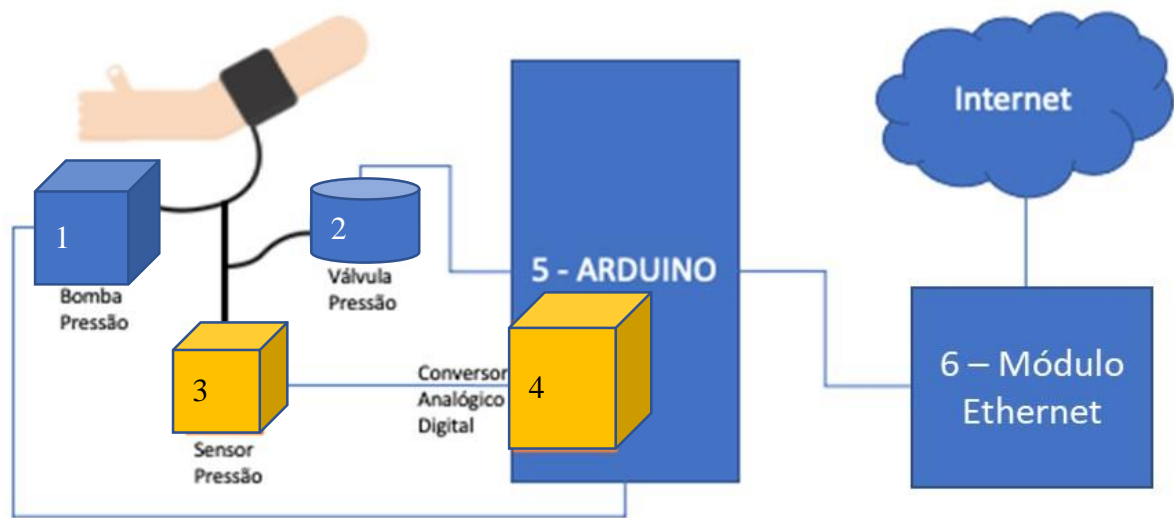


Figura 2 – Diagrama de Blocos para o medidor de Pressão Arterial

Fonte: Autor

Nesse projeto utilizaremos os seguintes materiais:

- ✓ Blackboard UNO R3, contendo:
 - Microcontrolador: ATmega328P SMD
 - 8 entradas analógicas
 - 6 saídas PWM
- ✓ Sensor de Pressão modelo 2050 da linha MPX
- ✓ Bomba de Pressão de Ar KPM14A
- ✓ Válvula Eletrônica KSV05A
- ✓ Módulo Ethernet ENC28J60 para conexão com a Internet

Método para Amostragem e Cálculo da Pressão Arterial

Para que seja possível detectar corretamente as métricas PAS e PAD, é necessário preservar as características dos pulsos oscilométricos durante a digitalização. Os métodos clássicos para calcular estas métricas baseiam-se na amplitude de cada pico, que se comportam como componente de alta frequência.

Apesar da informação estar concentrada nas faixas compreendidas entre 3 e 40 Hz, costumasse adotar uma frequência de amostragem muito maior que a frequência de amostragem tradicional para sinais biológicos, usualmente 10 vezes a frequência de amostragem. No ATmega328p iremos trabalhar com uma frequência de amostragem de 893 amostras por segundo.

Após a aquisição de um pequeno número de amostras a janela será processada extraindo apenas os parâmetros essenciais para determinar as métricas da PA. As informações de maior relevância extraídas da janela são: diferença pico-a-pico dos pulsos oscilométricos e o valor da pressão do manguito associado a cada pulso. O tamanho da janela determinado experimentalmente será de 180 amostras e a ordem para o processamento da janela a cada 5 novas amostras.

Após a identificação do pulso é realizado uma nova aquisição de amostra da pressão imediata do manguito, associando-a ao pulso encontrado. Em virtude do atraso proveniente do

processamento e otimização de memória a localização central do pulso fica comprometida causando uma pequena defasagem em função da real pressão associada ao manguito. O valor médio desta defasagem, em relação ao centro do pulso, foi de 20ms, ao qual não acarreta grandes diferenças no cálculo da Pressão Arterial.

Após termos os dados, enviaremos ao módulo ESP8266, o qual se encarregará de enviar os dados, via WiFi, para um broker de MQTT na internet.

Componentes Arduino Uno R3

O Uno não utiliza o chip FTDI para conversão do sinal serial e sim um Atmega8U2 programado como conversor de USB para serial.

Características:

MICROCONTROLADOR	ATMEGA328
VOLTAGEM OPERACIONAL	5V
VOLTAGEM DE ENTRADA (RECOMENDADA)	7-12V
VOLTAGEM DE ENTRADA (LIMITES)	6-20V
PINOS E/S DIGITAIS	14 (dos quais 6 podem ser saídas PWM)
PINOS DE ENTRADA ANALÓGICA	6
CORRENTE CC POR PINO E/S	40 mA
CORRENTE CC PARA O PINO 3,3V	50 mA
FLASH MEMORY	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
VELOCIDADE DE CLOCK	16 MHz

Fonte: Autor

Alimentação

Sua alimentação pode ser via USB ou com uma fonte de alimentação. Essa placa pode funcionar com uma fonte de alimentação externa de 6 volts a 20 volts. Porém se a alimentação for inferior a 7 volts a placa pode mostrar instabilidade. E se a alimentação for maior do que 12 volts o regulador de tensão pode superaquecer e queimar a placa. A faixa recomendada é de 7 a 12 volts.

Os pinos de alimentação são os seguintes:

- ✓ VIN. A entrada de alimentação externa para a placa
- ✓ 5V. A fonte de alimentação regulada usada para o microcontrolador e para outros componentes na placa.
- ✓ 3V3. Uma fonte de 3,3V gerada pelo regulador embarcado. A corrente máxima 50mA
- ✓ GND. Pinos terra.

Memória

O ATmega328 tem 32KB (dos quais 0,5 são utilizados pelo bootloader). Também tem 2KB de SRAM e 1KB de EEPROM.

Entrada e Saída

Os 14 pinos digitais pode ser utilizado como uma entrada ou uma saída utilizando-se as funções `pinMode()`, `digitalWrite()`, e `digitalRead()`. Eles operam a 5V. Os pinos podem fornecer ou receber um máximo de 40mA e tem um resistor pull-up interno (desconectado por padrão) de 20-50kΩ. Além disso alguns pinos tem funções especializadas:

- **Serial:** Usados para receber (RX) e transmitir (TX) dados seriais TTL. São conectados aos pinos correspondentes do chip serial USB-paraTL ATmega8U2.
- **Interruptores Externos:** 2 e 3. Estes pinos podem ser configurados para soltar uma interrupção de acordo com alguma oscilação sensível pelo circuito.
- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estes pinos dão suporte à comunicação SPI.
- **LED:** 13. Led integrado. HIGH está aceso, quando o pino está em LOW está apagado.
- **I²C:** 4 (SDA) and 5 (SCL). Fornecem suporte a comunicação I²C (TWI).
- **AREF.** Tensão de referência para as entradas analógicas.
- **Reset.** Envie o valor LOW para esta linha.

Ele possui 6 entradas analógicas. Por padrão elas medem de 0 a 5V, embora seja possível modificar o limite superior utilizando o pino AREF e a função `analogReference()`.

Proteção contra sobre corrente na USB

Apesar de muitos computadores terem sua própria proteção interna, o polyfuse resetável fornece mais uma camada de proteção. Se caso for aplicado na porta USB mais de 500mA ele automaticamente irá interromper a conexão, que só será reestabelecida se o curto ou sobrecarga for removido.

Programação

O Arduino pode ser programado com o software do próprio O ATmega328 no Arduino Uno vem pré-gravado com um *bootloader* que permite enviar código novo para ele sem a utilização de um programador de hardware externo.

Características físicas

A largura máxima é de 68,58mm e o comprimento máximo de 53,34, com os conectores USB e de alimentação estendendo-se além destas dimensões. Possui também quatro orifícios para parafusos permitem que a placa seja fixada a uma superfície

Comunicação

No caso do Arduino Uno, há diversas facilidades comunicação com a máquina, outro Arduino, ou outros microcontroladores. Fornece comunicação serial UART TTL (5V) que está disponível nos pinos digitais 0 (RX) e 1 (TX). Um ATmega8U2 na placa canaliza esta comunicação para a USB e aparece como uma porta virtual para o software no computador.

A biblioteca de Software Serial permite comunicação em qualquer dos pinos digitais do Uno. O ATmega328 suporta uma comunicação I²C (TWI) e SPI. O software do Arduino possui uma biblioteca Wire para simplificar o uso do bus I²C.

Sensor de Pressão modelo 2050 da linha MPX

Categoria do produto de Pressão de suporte de quadro

Tipo de pressão Differential

Pressão operacional: 0kpa to 50kpa

Tensão de alimentação operacional: 10V

Tipo de porta: Through Hole

Bomba de Pressão de Ar KPM14A

Mini bomba de Ar/Vácuo

Tamanho da bomba: 40mm * 90mm * 35mm

Diâmetro da tomada, diâmetro 6mm, diâmetro exterior 9mm

Tensão de funcionamento: DC6-12v (recomendado)

Corrente de trabalho: 0.5-0.7-a

Tráfego: 1.5 - 2 l/min

Maior sucção: 2 m

Elevação: máximo de 3 metros.

Fonte: Autor

Válvula Eletrônica KSV05A

Válvula solenoide 2 vias é indicada para inúmeras aplicações. A função deste tipo de válvula é controlar a passagem de fluidos, abrindo e fechando, por meio de uma bobina elétrica. Disponibilizamos esta válvula na condição normal fechada, ou seja, ao acionar o solenoide, ela é aberta para a passagem do fluido.

Fluido: ar comprimido, água e óleos leves

Função: 2/2 vias normal fechada (NF)

Vazão: 230 L/min

Orifício de passagem: 2.5 mm

Rosca de entrada e saída: 1/4 BSP

Pressão máxima de entrada: 10 Bar

Pressão de trabalho: 0 ... 8,0 Bar

Temperatura de trabalho: -5 ... 60°C

Material: corpo - alumínio / Bobina e conector elétrico: plástico

Vedação: Buna-N

Fonte: Autor

Módulo Ethernet ENC28J60 para conexão com a Internet

Este é um driver que utiliza o novo chip da Microchip ENC28J60 – Controlador de Internet IC que suporta vários protocolos da internet que são requeridos. Este módulo conecta diretamente com a maioria dos microcontroladores com uma interface SPI cuja transferência ultrapassa 20MHz.

Integração entre o Arduino e o servidor MQTT

O *default* de troca de mensagens no MQTT é o *publish/subscriber* (publicador/subscritor). Nele quando um elemento da rede deseja receber uma certa informação, ele a subscreve, fazendo uma requisição para um outro elemento da rede capaz de gerir as publicações e subscrições. Na rede MQTT este elemento é conhecido como *broker*, o intermediário no processo de comunicação. Elementos que desejam publicar informações o fazem também através do *broker*, enviando-lhe as informações que possuem. Esse padrão não é novo e existe em outros protocolos.

A conexão do cliente ao *broker*, seja ele subscritor ou publicador, é originalmente feita via TCP, com opções de login e uso de criptografia (SSL/TLS). É possível encontrar também outros meios físicos, com MQTT rodando em links seriais, por exemplo.

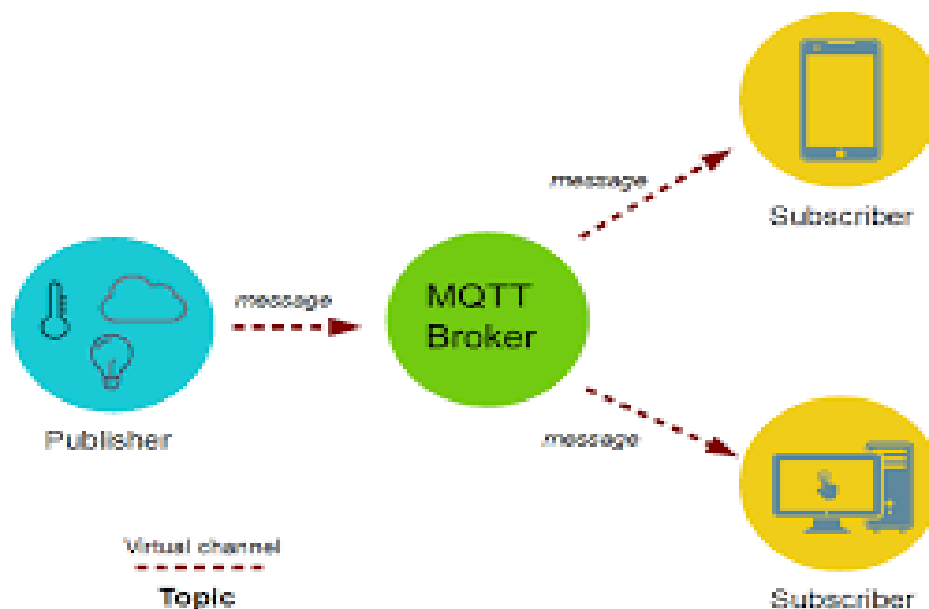


Figura 3 – Diagrama de Conexões MQTT – Protocolos para IoT

Fonte: <https://capsistema.com.br/>

Broker MQTT - Adafruit IO, solução gratuita, que suporta até dez tópicos e cinco dashboards, a uma taxa de transações máxima de 30 por minuto, ficando armazenados por até 30 dias em nuvem.

3. Resultados

O Projeto de Arduino com medidor de pressão arterial digital foi desenvolvido com a finalidade de auxiliar procedimentos médicos em relação a paciente hipertensos, coletando as informações de forma mais agilizada e precisa. O projeto auxilia profissionais da saúde principalmente os médicos em seu diagnóstico e tratamento ao paciente.

Segue abaixo o esquema de montagem

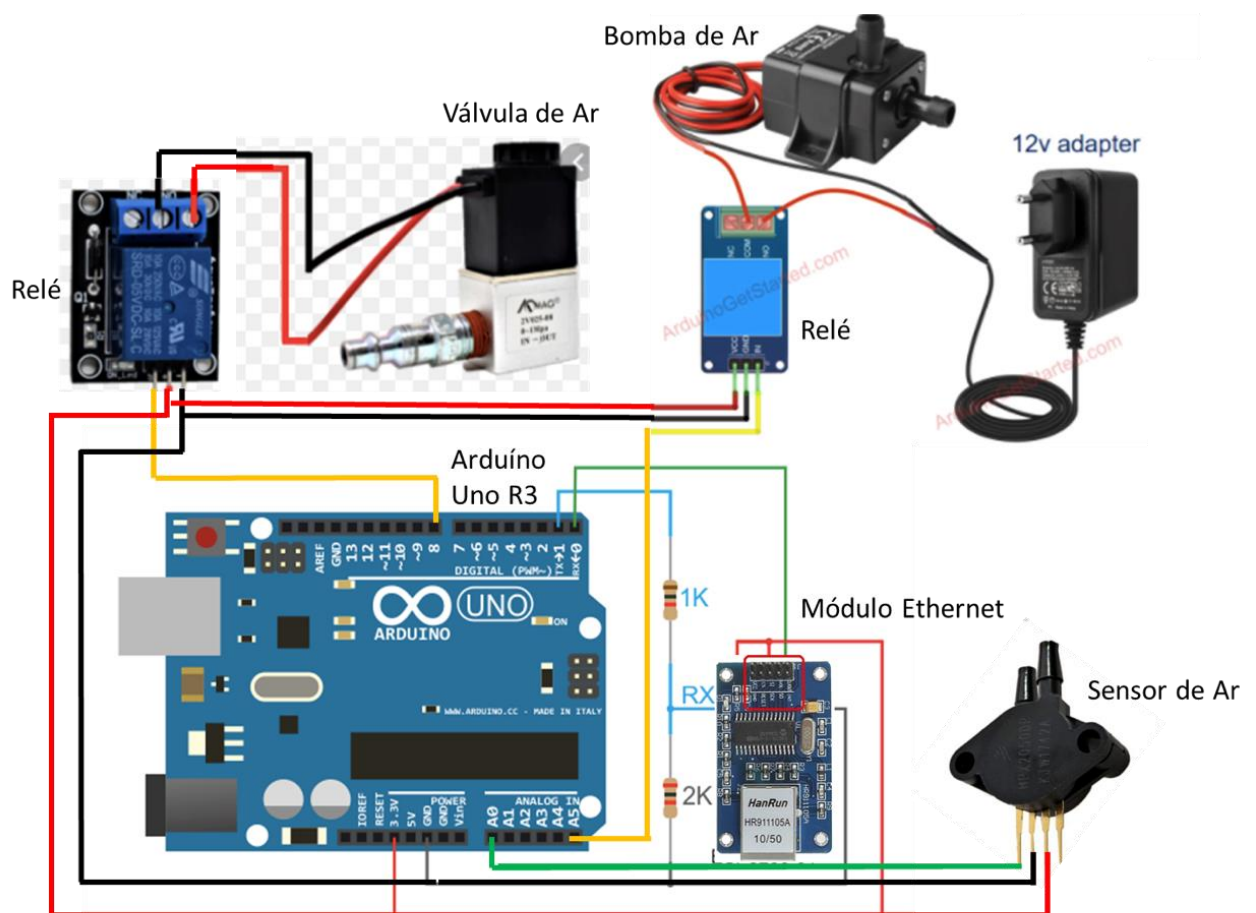


Figura 4 – Diagrama de Conexões
Fonte: Autor

5. Referências

PESSUTO, J.; CARVALHO, E.C. de. Fatores de risco em indivíduos com hipertensão arterial. *Rev.latinoam.enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 6, n. 1, p. 33-39, janeiro 1998. Disponível em < <https://www.scielo.br/j/rlae/a/NcQNLvxm7fB6SGzcwPBc5VQ/?format=pdf&lang=pt>>

MQTT: MQTT: The Standard for IoT Messaging. Disponível em < <https://mqtt.org/> >

Paulo César B. Veiga Jardim; Maria do Rosário Peixoto Gondim; Estelamaris Tronco Monego; Humberto Graner Moreira; Priscila Valverde de Oliveira Vitorino; Weimar Kunz Sebba Barroso Souza; Luiz César Nazário Scala, *Arq. Bras. Cardiol.* vol.88 no.4 São Paulo Apr. 2007. Disponível em <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0066-782X2007000400015&script=sci_arttext>

I. B. A. I. Iswara and I. G. M. N. Desnanjaya, “Trainer ATMEGA32 Sebagai Media Pelatihan Mikrokontroler dan Arduino,” *Resistor*, vol. 1, no. 1, pp. 55–64, 2018.

Serviço Público Federal, Portaria Inmetro n.º 096, de 20 de março de 2008. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL, Prédio da Rua Santa Alexandrina, Rua: Santa Alexandrina, 416, Rio Comprido - Rio de Janeiro 96 ed., mar 2008. Disponível em < <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001287.pdf> >

E. Prado, “Monitoramento remoto de pacientes reduz custos,” maio 2015. Disponível em <<https://www.saudebusiness.com/hospital/monitoramento-remoto-de-pacientes-reduz-custos>>

ARDUINO Uno R3. Microcontrolador ATmega328. 2021. Disponível em < <https://multilogica-shop.com/arduino-uno-r3>>

HIPERTENSÃO e alguns fatores de risco em capital brasileira. *Pub Med- National Library of Medicine*, abril de 2007. Disponível em <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17546277/>>