



INDÚSTRIA 4.0: MEDIÇÃO DE VOLUME COM SENSOR ULTRASSÔNICO

Julio Sidney Veras Pacheco e Victor Henrique Vicente

Resumo: Este artigo aborda os principais aspectos teóricos e práticos, referentes à implementação da Indústria 4.0 na disciplina de Projeto Integrador II, curso de Engenharia Eletrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. O intuito deste documento é apresentar o surgimento dessa nova Revolução Industrial, e ressaltar a trajetória e as dificuldades na elaboração de um exemplo prático confeccionado no decorrer da disciplina.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Automatização. Inovação. IFSC.

Abstract: *This paper addresses the main theoretical and practical aspects related to the implementation of Industry 4.0 in the discipline Projeto Integrador II, Electronic Engineering course of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. The purpose of this document is to present the emergence of this new Industrial Revolution, and highlight the trajectory and difficulties in the elaboration of a practical example made during the course of the discipline.*

Keywords: *Industry 4.0. Automation. Innovation. IFSC.*

1 INTRODUÇÃO

A inovação, o aperfeiçoamento e o desenvolvimento são termos discutidos diariamente por quem busca agregar valores e eficiência ao processo produtivo. A indústria 4.0 vem buscando unir esses três conceitos com a intenção de mostrar ao mundo todas as qualidades de uma indústria integrada, autônoma e eficiente.

A quarta revolução industrial, ou, como é popularmente chamada, indústria 4.0, é um termo que começou a ser utilizado em 2011, na feira de Hannover. Segundo o Prof Marcos Cintra, “Trata-se de uma lógica de produção que engloba inovações nos campos da automação, controle e tecnologia da informação a serem aplicadas de modo integrado aos processos de manufatura”. Neste novo modo, a indústria tornar-se-á mais digitalizada, funcionando de forma inteligente e eficaz, gerando produtividade em diversos setores.

1.1 A Indústria 4.0 no Brasil

A fase inicial é difícil de se atingir, no entanto, muitos países que possuem uma economia mais elevada, estão fortemente inseridos nesta nova ordem de evolução digital. O Brasil está atrasado em relação a esses países, porém em busca de novas tecnologias que viabilizaram uma imersão relativamente plena no novo mundo que está surgindo.

Poucos casos já são realidades no Brasil, como, por exemplo, a Ambev. Segundo material fornecido pela revista Exame, “Em 2015, a multinacional de bebidas adotou um sistema de automação para melhorar o controle do processo de resfriamento da cerveja e reduzir as variações de temperatura, evitando assim, o desperdício de energia. A tecnologia já está em oito cervejarias da empresa e a previsão é expandir o uso para outras unidades ao longo deste ano”.

1.2 A Indústria 4.0 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Notadamente, a Indústria 4.0 está emergindo substancialmente em vários setores, criando dinamismo e facilidades na geração de inovações. Neste contexto, a visão de instituições de ensino que trabalham essas tais inovações deve ser voltadas para o aperfeiçoamento e lapidação dessa revolução tecnológica entre os jovens, aqueles que logo entrarão no mercado de trabalho.

Levando essa visão tecnológica em consideração, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) possui diversas cadeiras técnicas, que trabalham o funcionamento de projetos, pesquisas e manufatura automatizadas e funcionais em seus cursos de graduação.

Segundo uma reportagem publicada na revista Pesquisa FAPESP, cujas publicações visam amparar pesquisas relacionadas à tecnologia, o levantamento realizado pelo Engenheiro Mecânico Marcosiris Amorim de Oliveira Pessoa sugere que o IFSC tem a experiência prévia necessária em áreas associadas à Indústria 4.0 para quem busca realizar uma graduação. Ainda na publicação da revista, o IFSC câmpus Tubarão teve seu curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas indicado para quem busca essas inovações.

1.3 A Indústria 4.0 no Projeto Integrador II do Curso de Engenharia Eletrônica

Buscando conhecer novos horizontes referentes a essa revolução, a automatização de uma esteira industrial foi a proposta do Projeto Integrador II do curso de Engenharia Eletrônica do IFSC, no segundo semestre do ano de 2018. Utilizando recursos tecnológicos que surgiram com a necessidade de se adequar às inovações da indústria 4.0, introduzimos a efetivação da arquitetura do projeto, que consistia, especificamente, em realizar verificações das características dos produtos que passariam pelos sensores presentes no processo.

O processo mecânico deste projeto é dividido em três ramos básicos de trabalho. São eles: A leitura da presença de algum objeto no início da esteira, acionando o seu funcionamento. Logo após, ocorre uma nova leitura de presença na metade do processo, acionando os sensores de verificação utilizados no projeto, sendo elas a do volume e da cor do objeto. Com essas informações medidas, o usuário do sistema poderá visualizá-las em um dispositivo remoto e a esteira voltará a funcionar, chegando ao terceiro ponto de verificação de presença, o qual é o fim do processo de trabalho de toda a funcionalidade do projeto.

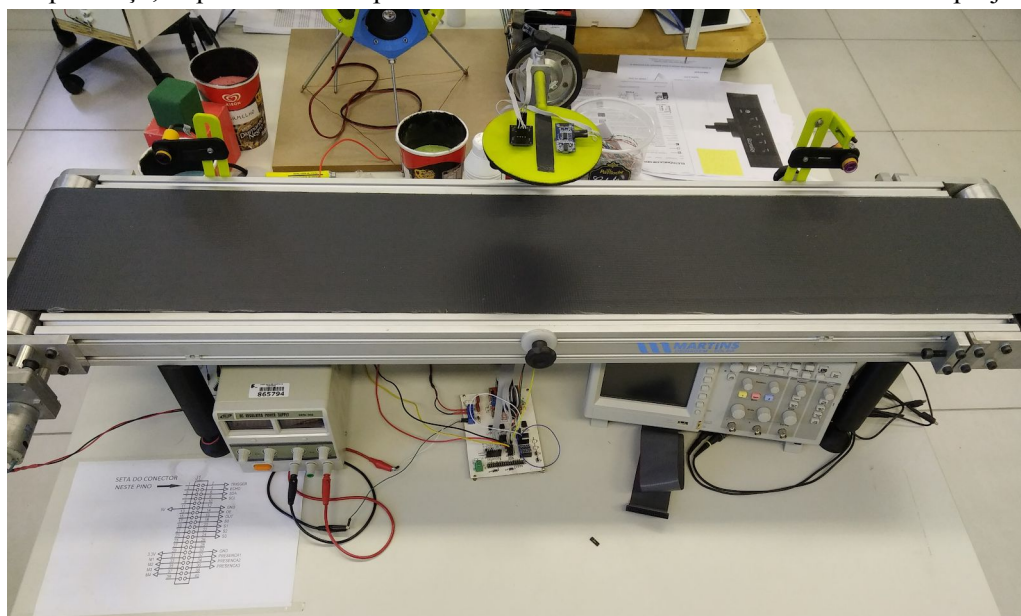


Figura 1 - Esteira industrial utilizada no Projeto Integrador II

2 DESENVOLVIMENTO

Para a realização deste projeto, diversas ferramentas foram fornecidas aos alunos, dentre elas estão o módulo display LCD, o sensor infravermelho, o módulo sensor ultrassônico, o módulo sensor de cor, o buzzer ativo, o ambiente MIT App Inventor, as quais devem ser integradas a um arduino, no qual deverá ser feita toda a programação envolvido neste projeto.

2.1 ARDUINO

O arduino é uma ferramenta criada em 2005 com a intenção de ser um dispositivo de baixo custo, com alta funcionalidade e de fácil acesso a estudantes e amadores que buscam criar seus próprios projetos e programas. Ele foi criado com a visão de hardware livre, que facilita a manipulação do arduino, baseando-se no hardware básico.

Este dispositivo pode ser usado para inúmeras funções, como por exemplo, o controle das luzes de uma casa, de temperatura do ar-condicionado, automatizar diversas ferramentas em um escritório. Para isso, o arduino possui diversos sensores e componentes utilizáveis em projetos, e estão disponíveis em módulos, que são placas que armazenam os sensores e outros componentes auxiliares.

A programação de um arduino é extremamente fácil e simples de se aprender, cujo código é feito em linguagem padrão, baseada na *wiring*, semelhante a C/C++.

O seu hardware consiste em um microcontrolador Atmel AVR de 8 bits, com componentes complementares para facilitar a programação e incorporação em outros circuitos. A maioria de placas inclui um regulador linear de 5 volts e um oscilador de cristal de 16 MHz.

O arduino IDE é uma aplicação multiplataforma escrita em Java derivada dos projetos *Processing* e *Wiring*. O IDE é um software que facilita a utilização e programação até por pessoas que não a conheçam, pois permite criar com muita facilidade diversos métodos de operação e desenvolvimento.

2.1.1 ARDUINO MEGA

Há diversos tipos de placas de arduino, inclusive algumas secundárias criadas por outros fabricantes, mas com a utilização muito semelhante. Neste projeto usaremos o hardware arduino mega.

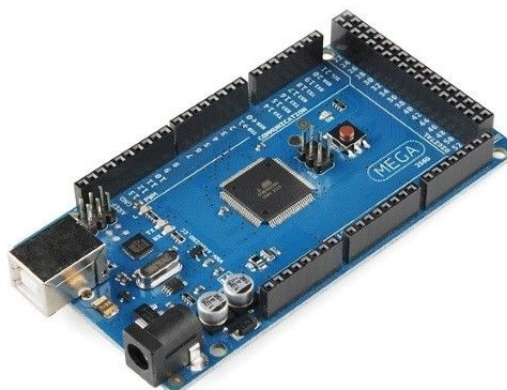


Figura 2 - Arduino Mega

- Microcontrolador: ATmega2560
- Tensão de Operação: 5V
- Tensão de Entrada: 7-12V
- Portas Digitais: 54 (15 podem ser usadas como PWM)
- Portas Analógicas: 16
- Corrente Pinos I/O: 40mA
- Corrente Pinos 3,3V: 50mA
- Memória Flash: 256KB
- SRAM: 8KB
- EEPROM: 4KB
- Velocidade do Clock: 16MHz

2.2 MOTOR DC E BUZZER

Os motores DC, ou motores de corrente contínua, são dispositivos que utilizam a energia elétrica gerada por algum tipo de fonte de corrente contínua para gerar energia mecânica em forma de um movimento rotacional. A sua velocidade pode ser alterada de acordo com a tensão em que ele for submetido. Ele é composto por um eixo acoplado ao rotor que é a parte girante do motor, um estator, que é composto por um ímã, e um comutador, que tem a função de transferir a energia da fonte de alimentação ao rotor.

Quando o assunto é emitir sons utilizando o arduino, é muito comum o uso do buzzer passivo ou ativo. Neste caso, usamos o buzzer ativo, que é um pequeno alto falante que emite sinais sonoros a medida que recebe energia elétrica na forma de corrente contínua, sem a variação da frequência. No Projeto Integrador II, utilizamos o buzzer para alertar o usuário nos momentos em que a esteira era ligada e parada.

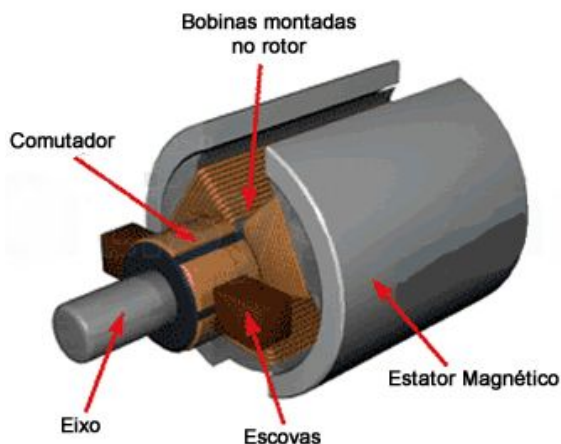


Figura 3 - Partes do motor DC



Figura 4 - Buzzer

2.3 MÓDULO SENSOR INFRAVERMELHO

O sistema de captura de movimento foi extremamente aprimorado nos últimos anos, tendo um papel fundamental no desenvolvimento de diversas pesquisas em algumas áreas da medicina esportiva, fisioterapia, indústria de entretenimento, entre outros. Neste projeto, este módulo permitiu que a esteira fosse acionada e travada nos momentos adequados.

Ele possui um sensor baseado na reflexão de luz infravermelha, com um LED emissor infravermelho e um fotodiodo, o qual capta os fótons refletidos, conseguindo identificar obstáculos e objetos que estejam dentro do ângulo de reflexão e distância de alcance do sensor.

A implementação dele na programação em arduino é muito simples, pois ele possui apenas três pinos, sendo eles: o Vcc, que deve ser ligado em 5V, o GND e o sinal de saída. Ao detectar um objeto, um LED acende, sinalizando a detecção, e o sinal de saída vai para nível lógico baixo, permitindo a programação das medições enquanto o objeto está no campo de detecção do sensor infravermelho.

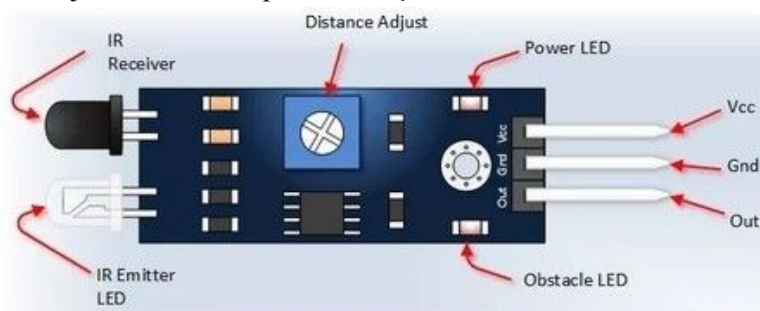


Figura 5 - Sensor Infravermelho

Especificações:

Tipo de sensor: Infravermelho reflexivo

Tensão de trabalho: 3.3V ~ 5V

Distância de detecção: entre 2 e 30cm

Nível lógico da saída quando o obstáculo é detectado: Baixo

Tipo de saída: Digital, 1 ou 0

Circuito integrado controlador: LM393

Ângulo de detecção: 35 graus
 LEDs: Verde (Sensor ativado), Vermelho (Sensor alimentado)

Conexão: Conector macho header 2.54mm
 Dimensões: 32mm x 14mm

2.4 MÓDULO SENSOR ULTRASSÔNICO

Este sensor é comumente utilizado em indústrias, para realização de medidas, detecção de materiais, entre outras funcionalidades. Ele utiliza o som como principal recurso para estes feitos. O sensor trabalha com a mesma ideia de um sonar, entretanto utiliza-se o ar como meio de transmissão. Ele envia uma onda ultrassônica pelo *transceiver*, que reflete no objeto e é recebida pelo *receiver*, sendo controlada pelos pinos de trigger e echo. O módulo HC-SR04, foi utilizado no projeto como um medidor de altura. Com essa informação foi possível calcular o volume do corpo, que estava passando pela esteira. Utilizamos como base um tronco de cone invertido, preenchido com areia. Caso o tipo de corpo mude, seria necessário alterar o cálculo do volume.



Figura 6 - Sensor Ultrassônico

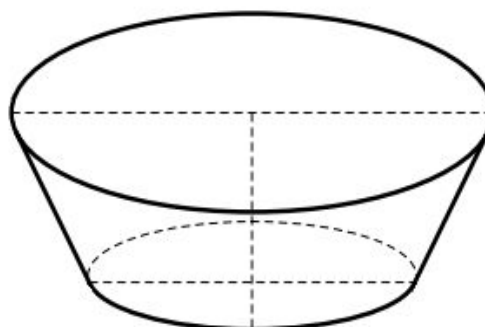


Figura 7 - Tronco de cone invertido

Para realizar este cálculo, utilizamos como base as curvas de nível. Ou seja, dividimos a forma geométrica em várias curvas, neste caso, circunferências, onde em cada altura medida, o raio da base maior altera, porém, a base menor continua fixa. Conseqüentemente, o volume também varia.

Com todas essas informações referente ao sensor ultrassônico e ao cálculo do volume, medimos as dimensões fixas do objeto que utilizamos durante a moldagem deste projeto. O pote de sorvete requerido possui as medidas referenciadas no apêndice A.

$$V = \frac{\pi h}{3}(R^2 + Rr + r^2)$$

Equação 1 - Volume do tronco invertido

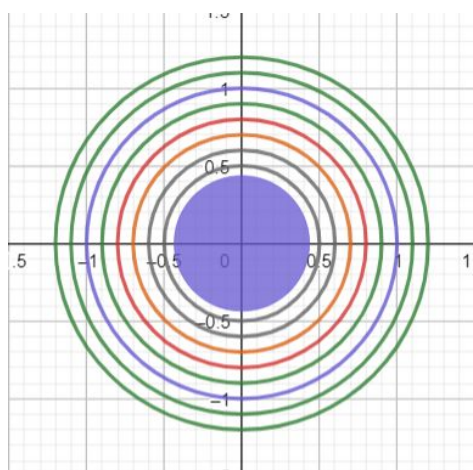


Figura 8 - Curvas de nível do tronco de cone



Figura 9 - Pote de sorvete utilizado

2.5 MÓDULO SENSOR DE COR

A tecnologia dos sensores de cor é muito visada em diversas áreas. Na indústria, podemos citar a área de tintas e corantes, e na separação de grãos e cereais, como forma de controle de qualidade devido a alteração da coloração comum do alimento.

Com a necessidade proposta para o uso do sensor de cor neste projeto, detectamos as cores do sólido encontrado dentro do pote de sorvete. As cores medidas variam dentro do sistema de cor vermelho, verde e azul (RGB).

O módulo utilizado é o TCS3200, o qual transforma a cor medida pelo sensor em uma frequência, de forma que possamos calibrar previamente a cor informada após todas as medições. Os pinos S0 e S1 calibram a escala de frequência de saída do módulo, conforme a tabela 1. Já os pinos S2 e S3 ditam os fotodiodos utilizados para a medição da frequência emitida pela cor do objeto, conforme a tabela 2.

S0	S1	Escala da frequência de saída
Low	Low	Desligado
Low	High	2%
High	Low	20%
High	High	100%

Tabela 1 - Escala de Frequência de Saída

S2	S3	Tipo do fotodiodo
Low	Low	Red (vermelho)
Low	High	Blue (azul)
High	Low	Clear (sem filtro)
High	High	Green (verde)

Tabela 2 - Tipo de Fotodiodo

Os fotodiodos são componentes que transformam luz em corrente elétrica, sendo que quanto mais fótons forem captados, mais corrente é gerada. Os diferentes tipos de fotodiodos presentes neste módulo servem para possibilitar a comparação da quantidade de fótons de cada cor medida no objeto. Na teoria, a luz branca deveria emitir a mesma intensidade de fótons para todos os comprimentos de onda. Devido a isso, após a medição ser feita, é necessário realizar a normalização das informações de saída na programação para que a detecção de cor seja correta. As variáveis Vermelha, Verde e Azul foram linearizadas com o seguinte cálculo:

$$\frac{\text{valor da cor medida sem filtro}}{\text{valor da cor medida com filtro}} * \text{correção de ganho}$$



Figura 10 - Módulo Sensor de Cor

2.6 MÓDULO BLUETOOTH E APLICATIVO PARA SMARTPHONE

Atualmente, existem diversas maneiras de comunicação entre dispositivos remotos, entre elas, o Wi-fi, a ethernet e o bluetooth, que servem para o envio (*master*) ou recebimento (*slave*) de informações. Neste projeto foi utilizado o módulo Bluetooth HC-05 no modo master, para fazer o envio das informações e dos parâmetros obtidos a partir das medições dos outros sensores. Para receber essas informações, criamos um aplicativo utilizando o MIT App Inventor, onde podemos utilizar o bluetooth conectado ao arduino. A terceira serial foi utilizada para o envio das informações direto para a tela do celular, através de bytes enviados com os dados. Essas informações também estavam disponíveis em um display LCD, para uma melhor interface com o usuário.

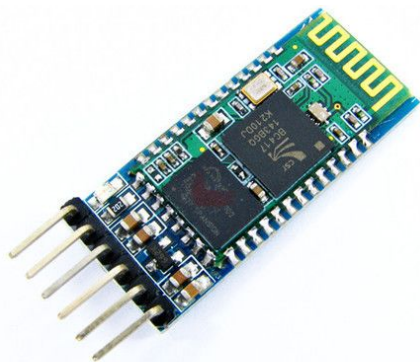


Figura 11 - Módulo Bluetooth



Figura 12 - Logomarca do Sistema MIT

A interface do bluetooth, ficou simples e fácil de utilizar. Conecta-se o arduino ao módulo bluetooth e as informações são enviadas a interface da figura 11. Após a confecção do aplicativo, geramos um arquivo .apk para o download ser feito em um celular que possua o sistema operacional Android.

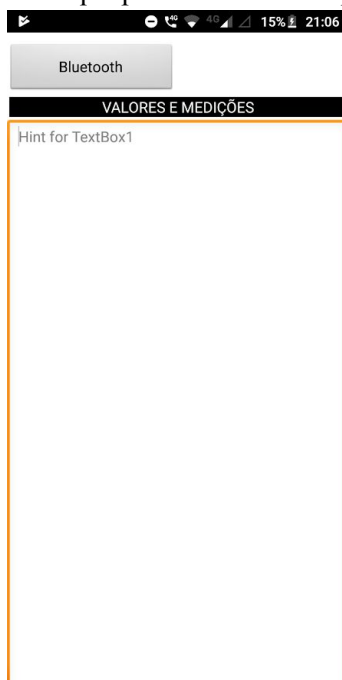


Figura 13 - Interface do aplicativo

3 CONCLUSÃO

Ao integrar os módulos ao arduino, obtivemos sucesso na maioria dos nossos objetivos logo na primeira tentativa de conexão com a esteira. Após alguns ajustes realizados nos sensores infravermelhos e no sensor de cor, finalizamos a fase de programação e testes com excelência.

Durante a realização deste projeto, percebemos a importância de um cronograma de projeto, buscando cumprir todas as etapas dentro do prazo estipulado previamente. Foi extremamente interessante trabalhar com uma visão inovadora de funcionamento e trabalho, com experiências novas e desafiadoras.

Algumas dificuldades surgiram no tocante a implementação do bluetooth, pois a intenção seria criar uma interface funcional, imprimindo as informações continuamente, sem a necessidade de apagar a informação mostrada anteriormente. No entanto, esta abordagem gerou algumas divergências no projeto. Sendo assim, ficou decidido utilizar o bluetooth de uma maneira mais sucinta, imprimindo informação por informação.

Durante a fase de teste, também houve dificuldades em trabalhar com o sensor de cor, devido aos altos índices de erros percebidos durante as medições. Muitos desses erros eram gerados pela alteração da luminosidade do ambiente. Entretanto, as calibrações foram satisfatórias e conseguimos chegar aos resultados esperados.

4 APÊNDICE A

Diametro maior	Diametro Menor	Raio maior	Raio menor	Altura Real	Altura	Volume (mm ³)	Volume(cm ³)
87,00	87,00	43,50	43,50	120,00	0,00	0,00	0,00
87,21	87,00	43,60	43,50	119,00	1,00	5958,92	5,96
87,42	87,00	43,71	43,50	118,00	2,00	11946,38	11,95
87,62	87,00	43,81	43,50	117,00	3,00	17962,44	17,96
87,83	87,00	43,92	43,50	116,00	4,00	24007,17	24,01
88,04	87,00	44,02	43,50	115,00	5,00	30080,64	30,08
88,25	87,00	44,12	43,50	114,00	6,00	36182,92	36,18
88,46	87,00	44,23	43,50	113,00	7,00	42314,07	42,31
88,67	87,00	44,33	43,50	112,00	8,00	48474,16	48,47
88,87	87,00	44,44	43,50	111,00	9,00	54663,27	54,66
89,08	87,00	44,54	43,50	110,00	10,00	60881,45	60,88
89,29	87,00	44,65	43,50	109,00	11,00	67128,79	67,13
89,50	87,00	44,75	43,50	108,00	12,00	73405,33	73,41
89,71	87,00	44,85	43,50	107,00	13,00	79711,17	79,71
89,92	87,00	44,96	43,50	106,00	14,00	86046,35	86,05
90,12	87,00	45,06	43,50	105,00	15,00	92410,96	92,41
90,33	87,00	45,17	43,50	104,00	16,00	98805,05	98,81
90,54	87,00	45,27	43,50	103,00	17,00	105228,70	105,23
90,75	87,00	45,37	43,50	102,00	18,00	111681,98	111,68
90,96	87,00	45,48	43,50	101,00	19,00	118164,94	118,16
91,17	87,00	45,58	43,50	100,00	20,00	124677,67	124,68
91,37	87,00	45,69	43,50	99,00	21,00	131220,23	131,22
91,58	87,00	45,79	43,50	98,00	22,00	137792,69	137,79
91,79	87,00	45,90	43,50	97,00	23,00	144395,11	144,40
92,00	87,00	46,00	43,50	96,00	24,00	151027,56	151,03
92,21	87,00	46,10	43,50	95,00	25,00	157690,12	157,69
92,42	87,00	46,21	43,50	94,00	26,00	164382,85	164,38
92,62	87,00	46,31	43,50	93,00	27,00	171105,81	171,11
92,83	87,00	46,42	43,50	92,00	28,00	177859,08	177,86
93,04	87,00	46,52	43,50	91,00	29,00	184642,73	184,64
93,25	87,00	46,62	43,50	90,00	30,00	191456,82	191,46
93,46	87,00	46,73	43,50	89,00	31,00	198301,42	198,30
93,67	87,00	46,83	43,50	88,00	32,00	205176,59	205,18
93,87	87,00	46,94	43,50	87,00	33,00	212082,42	212,08
94,08	87,00	47,04	43,50	86,00	34,00	219018,96	219,02
94,29	87,00	47,15	43,50	85,00	35,00	225986,28	225,99
94,50	87,00	47,25	43,50	84,00	36,00	232984,46	232,98
94,71	87,00	47,35	43,50	83,00	37,00	240013,55	240,01
94,92	87,00	47,46	43,50	82,00	38,00	247073,64	247,07
95,12	87,00	47,56	43,50	81,00	39,00	254164,78	254,16
95,33	87,00	47,67	43,50	80,00	40,00	261287,04	261,29
95,54	87,00	47,77	43,50	79,00	41,00	268440,49	268,44
95,75	87,00	47,87	43,50	78,00	42,00	275625,21	275,63
95,96	87,00	47,98	43,50	77,00	43,00	282841,25	282,84
96,17	87,00	48,08	43,50	76,00	44,00	290088,70	290,09
96,37	87,00	48,19	43,50	75,00	45,00	297367,60	297,37
96,58	87,00	48,29	43,50	74,00	46,00	304678,04	304,68
96,79	87,00	48,40	43,50	73,00	47,00	312020,08	312,02
97,00	87,00	48,50	43,50	72,00	48,00	319393,79	319,39
97,21	87,00	48,60	43,50	71,00	49,00	326799,24	326,80
97,41	87,00	48,71	43,50	70,00	50,00	334236,49	334,24
97,62	87,00	48,81	43,50	69,00	51,00	341705,62	341,71
97,83	87,00	48,92	43,50	68,00	52,00	349206,69	349,21
98,04	87,00	49,02	43,50	67,00	53,00	356739,77	356,74
98,25	87,00	49,12	43,50	66,00	54,00	364304,93	364,30
98,46	87,00	49,23	43,50	65,00	55,00	371902,23	371,90
98,66	87,00	49,33	43,50	64,00	56,00	379531,75	379,53
98,87	87,00	49,44	43,50	63,00	57,00	387193,55	387,19
99,08	87,00	49,54	43,50	62,00	58,00	394887,71	394,89
99,29	87,00	49,64	43,50	61,00	59,00	402614,28	402,61
99,50	87,00	49,75	43,50	60,00	60,00	410373,34	410,37
99,71	87,00	49,85	43,50	59,00	61,00	418164,95	418,16
99,91	87,00	49,96	43,50	58,00	62,00	425989,19	425,99

100,12	87,00	50,06	43,50	57,00	63,00	433846,12	433,85
100,33	87,00	50,17	43,50	56,00	64,00	441735,81	441,74
100,54	87,00	50,27	43,50	55,00	65,00	449658,33	449,66
100,75	87,00	50,37	43,50	54,00	66,00	457613,74	457,61
100,96	87,00	50,48	43,50	53,00	67,00	465602,12	465,60
101,16	87,00	50,58	43,50	52,00	68,00	473623,53	473,62
101,37	87,00	50,69	43,50	51,00	69,00	481678,04	481,68
101,58	87,00	50,79	43,50	50,00	70,00	489765,72	489,77
101,79	87,00	50,89	43,50	49,00	71,00	497886,64	497,89
102,00	87,00	51,00	43,50	48,00	72,00	506040,86	506,04
102,21	87,00	51,10	43,50	47,00	73,00	514228,46	514,23
102,41	87,00	51,21	43,50	46,00	74,00	522449,50	522,45
102,62	87,00	51,31	43,50	45,00	75,00	530704,04	530,70
102,83	87,00	51,42	43,50	44,00	76,00	538992,17	538,99
103,04	87,00	51,52	43,50	43,00	77,00	547313,94	547,31
103,25	87,00	51,62	43,50	42,00	78,00	555669,42	555,67
103,46	87,00	51,73	43,50	41,00	79,00	564058,69	564,06
103,66	87,00	51,83	43,50	40,00	80,00	572481,81	572,48
103,87	87,00	51,94	43,50	39,00	81,00	580938,84	580,94
104,08	87,00	52,04	43,50	38,00	82,00	589429,87	589,43
104,29	87,00	52,14	43,50	37,00	83,00	597954,94	597,95
104,50	87,00	52,25	43,50	36,00	84,00	606514,14	606,51
104,71	87,00	52,35	43,50	35,00	85,00	615107,54	615,11
104,91	87,00	52,46	43,50	34,00	86,00	623735,19	623,74
105,12	87,00	52,56	43,50	33,00	87,00	632397,17	632,40
105,33	87,00	52,67	43,50	32,00	88,00	641093,54	641,09
105,54	87,00	52,77	43,50	31,00	89,00	649824,38	649,82
105,75	87,00	52,87	43,50	30,00	90,00	658589,75	658,59
105,96	87,00	52,98	43,50	29,00	91,00	667389,72	667,39
106,16	87,00	53,08	43,50	28,00	92,00	676224,36	676,22
106,37	87,00	53,19	43,50	27,00	93,00	685093,73	685,09
106,58	87,00	53,29	43,50	26,00	94,00	693997,91	694,00
106,79	87,00	53,39	43,50	25,00	95,00	702936,96	702,94
107,00	87,00	53,50	43,50	24,00	96,00	711910,95	711,91
107,21	87,00	53,60	43,50	23,00	97,00	720919,95	720,92
107,41	87,00	53,71	43,50	22,00	98,00	729964,03	729,96
107,62	87,00	53,81	43,50	21,00	99,00	739043,26	739,04
107,83	87,00	53,91	43,50	20,00	100,00	748157,70	748,16
108,04	87,00	54,02	43,50	19,00	101,00	757307,41	757,31
108,25	87,00	54,12	43,50	18,00	102,00	766492,48	766,49
108,45	87,00	54,23	43,50	17,00	103,00	775712,97	775,71
108,66	87,00	54,33	43,50	16,00	104,00	784968,94	784,97
108,87	87,00	54,44	43,50	15,00	105,00	794260,47	794,26
109,08	87,00	54,54	43,50	14,00	106,00	803587,62	803,59
109,29	87,00	54,64	43,50	13,00	107,00	812950,46	812,95
109,50	87,00	54,75	43,50	12,00	108,00	822349,06	822,35
109,70	87,00	54,85	43,50	11,00	109,00	831783,49	831,78
109,91	87,00	54,96	43,50	10,00	110,00	841253,81	841,25
110,12	87,00	55,06	43,50	9,00	111,00	850760,09	850,76
110,33	87,00	55,16	43,50	8,00	112,00	860302,41	860,30
110,54	87,00	55,27	43,50	7,00	113,00	869880,82	869,88
110,75	87,00	55,37	43,50	6,00	114,00	879495,40	879,50
110,95	87,00	55,48	43,50	5,00	115,00	889146,22	889,15
111,16	87,00	55,58	43,50	4,00	116,00	898833,35	898,83
111,37	87,00	55,69	43,50	3,00	117,00	908556,84	908,56
111,58	87,00	55,79	43,50	2,00	118,00	918316,77	918,32
111,79	87,00	55,89	43,50	1,00	119,00	928113,22	928,11
112,00	87,00	56,00	43,50	0,00	120,00	937946,24	937,95

5 REFERÊNCIAS

- <http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/09/22/impactos-de-uma-nova-realidade-de-trabalho/>
<http://sites.florianopolis.ifsc.edu.br/lpae/>
<http://www.ifsc.edu.br/>
<http://ilhadigital.florianopolis.ifsc.edu.br/index.php/ilhadigital>
<https://escritoriodeprojetos.com.br/o-que-e-um-projeto>
<https://www.marcoscindra.org/single-post/industria>
<https://docs.google.com/document/d/1ls50BTIEuJaAAkSCNOKBmnLCfm9tsuUvX96WPf4p12A/edit#>
<https://exame.abril.com.br/tecnologia/o-brasil-esta-pronto-para-a-industria-4-0/>
https://www.youtube.com/watch?time_continue=3&v=ISk64bJ35yM
<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>
<http://www.piauino.com.br/pd-44342c-modulo-sensor-infravermelho-ir-obstaculo-refle-lm393.html>
<https://www.mouser.com/catalog/specsheets/TCS3200-E11.pdf>
<https://www.mouser.com/ds/2/813/HCSR04-1022824.pdf>
<https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.772-148.1.pdf>