

**FACULDADE DOCTUM DE JUIZ DE FORA
MATHEUS MENDES FONSECA**

**PROPOSTA DE UM MEDIDOR DE TENSÃO EM REGIME PERMANENTE COM
TECNOLOGIA IOT PARA CONSUMIDORES COM NÍVEIS DE TENSÃO DE
127/220 VOLTS**

Juiz de Fora
2019

MATHEUS MENDES FONSECA

**PROPOSTA DE UM MEDIDOR DE TENSÃO EM REGIME PERMANENTE COM
TECNOLOGIA IOT PARA CONSUMIDORES COM NÍVEIS DE TENSÃO DE
127/220 VOLTS**

Monografia de Conclusão de Curso, apresentada ao curso de Engenharia Elétrica, Faculdade Doctum de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientação: MSc. Luis Gustavo Schröder e Braga

Juiz de Fora
2019

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF

FONSECA, Matheus Mendes.

Proposta de um medidor de tensão em regime permanente com tecnologia IOT para consumidores com níveis de tensão de 127/220 Volts / FONSECA, Matheus Mendes - 2019.

74º folhas.

Monografia (Curso de Engenharia Elétrica) –
Faculdade Doctum de Juiz de Fora.

1. Monitoramento. 2. Qualidade de Energia Elétrica. 3. Tensão.

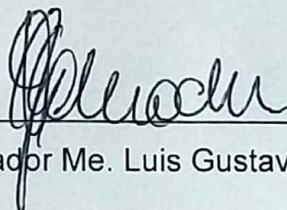
I. Proposta de um medidor de tensão em regime permanente com tecnologia IOT para consumidores com níveis de tensão de 127/220 Volts. II Faculdade Doctum de Juiz de Fora

TERMO DE APROVAÇÃO

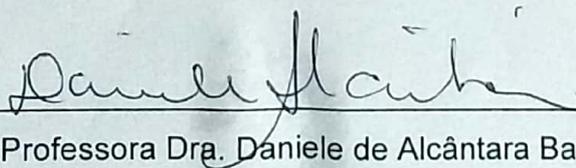
FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **PROPOSTA DE UM MEDIDOR DE TENSÃO EM REGIME PERMANENTE COM TECNOLOGIA IOT PARA CONSUMIDORES COM NÍVEIS DE TENSÃO DE 127/220 VOLTS**, elaborado pelo aluno **MATHEUS MENDES FONSECA** foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de **ENGENHARIA ELÉTRICA**, como requisito parcial da obtenção do título de Bacharel em **ENGENHARIA ELÉTRICA**.

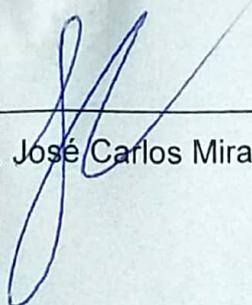
Juiz de Fora, 04 de dezembro de 2019.



Professor Orientador Me. Luis Gustavo Schröder e Braga



Professora Dra. Daniele de Alcântara Barbosa



Professor Me. José Carlos Miranda Grizendi

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar até aqui.

À minha noiva Miralva, por ser a principal responsável por esta conquista em minha vida. A sua dedicação, inteligência e o seu amor me fizeram ser mais forte e entender que sou capaz de ir mais além.

À minha mãe Rogéria, por seu amor e sua incansável dedicação. Ao meu pai Geraldo, por ter me ensinado a ser um homem trabalhador e honesto.

Aos meus irmãos Rafaela e Rafael, que estiveram sempre presentes.

Aos meus sogros, Sueli e Francisco, pelo apoio, carinho e auxílio.

Ao meu orientador, o professor Mestre Luís Gustavo Schroder e Braga, pelas várias lições ensinadas dentro e fora de sala ao longo do curso, e que me auxiliaram a ser um profissional melhor; pela confiança, paciência e por me ajudar a iniciar os esboços de cada capítulo deste trabalho que pareciam impossíveis de serem escritos.

Ao Mestre José Carlos Miranda Grizendi, por todo o seu apoio no desenvolvimento deste protótipo, por sempre motivar a todos da turma quanto à busca pelo conhecimento e por estar sempre de alto astral.

Aos demais professores da Doctum que me passaram grandiosos conhecimentos ao longo desses anos, e que me fizeram um Engenheiro Eletricista. Sem essas pessoas nada disso seria possível.

A todos os colegas da sala pela ajuda e compressão, em especial ao Jean Dias Rocha por ter me ajudado na idealização da programação, contribuindo com sua experiência nas correções dos códigos, e ao Vinicius Andrade Campos pelas caronas e conselhos durante toda a graduação.

Aos grandes amigos Josemar Moraes e Leonardo Lisboa por todo apoio e auxílio técnico durante toda a Graduação, me dando forças para continuar na luta.

Por fim, a todos os amigos que diretamente ou indiretamente me ajudaram nessa empreitada da conquista deste diploma, compartilhando o tempo de suas vidas comigo.

RESUMO

FONSECA, Matheus Mendes. **Proposta de um medidor de tensão em regime permanente com tecnologia IoT para consumidores com níveis de tensão de 127/220 Volts**. 74f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2019.

O presente trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo de um medidor inteligente de tensão em regime permanente atendendo aos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST). O protótipo é composto pelo sensor de tensão ZMPT101B e pelo microcontrolador DOIT DevKitC v1. A tensão dos consumidores (residenciais e comerciais atendidos em 127/220 Volts) será coletada a partir de uma amostra através do sensor de tensão e esses dados serão transmitidos para um microcontrolador. A partir disso, por meio de uma linguagem de programação, realizada na IDE do Arduino, os dados serão enviados por intermédio da comunicação via WiFi para o aplicativo Google Formulários que, por consequência, encaminhará a resposta para o Google Planilhas, formando assim, um banco de dados gratuito e disponível para os sistemas operacionais iOS e Android. Neste contexto o trabalho contribui com uma proposta de monitoramento da Qualidade de Energia Elétrica relacionada à tensão em regime permanente, com o intuito de informar remotamente ao consumidor se o nível da tensão entregue pela Distribuidora de Energia Elétrica encontra-se dentro dos valores admissíveis pelo Módulo 8 dos PRODIST. Isto porque manter equipamentos fora dos limites de tensão estabelecidos pode reduzir sua vida útil ou até mesmo causar uma interrupção de seu funcionamento, o que causaria um prejuízo ao consumidor.

Palavras-chave: Monitoramento. Qualidade de Energia Elétrica. Tensão.

ABSTRACT

The present work proposes the development of an intelligent meter prototype of voltage in permanent regime attending the Procedures of Distribution of Electric Energy in the National Electrical System (PRODIST). The prototype consists of the ZMPT101B voltage sensor and the DOIT DevKitC v1 microcontroller. The voltage of consumers (homes and commercial serviced at 127/220 Volts) will be collected from a sample through the voltage sensor and this data will be transmitted to a microcontroller. From this, through a programming language, performed in the Arduino IDE, the data will be sent via WiFi communication to the app Google Forms, which as a result, will forward the answer to Google Sheets, building therefore a free database and available for iOS and Android operating systems. In this context, the work contributes with a proposal for monitoring of Quality of Electric Power related to the voltage in permanent regime, with the intention of informing remotely the consumer if the voltage level delivered by the Electric Power Distributor is within the admissible values of the chapter 8 of PRODIST. That is because keeping equipment out of the established voltage limits can reduce their useful life or even cause an operation's interruption, which would cause harm to the consumer.

KEYWORDS: Monitoring. Quality of Electric Power. Voltage.

LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 1: Cálculo da Tensão RMS	19
Fórmula 2: Cálculo do Indicador Individual DRP	20
Fórmula 3: Cálculo do Indicador Individual DRC	20
Fórmula 4: Cálculo do periodo em 12 ciclos.....	21
Fórmula 5: Cálculo da quantidade de medições em 600 segundos	21
Fórmula 6: Cálculo da relação de transformação.....	32

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Forma de Onda Senoidal e suas diversas formas de valores	18
Figura 2: Placa de Desenvolvimento DOIT DevKitC v1	23
Figura 3: Sensor de Tensão ZMPT101B	24
Figura 4: Esquemático do protótipo.....	26
Figura 5: Criação de uma conta gratuita no site do Google	28
Figura 6: Ambiente de acesso ao Google Planilhas	29
Figura 7: Plataforma inicial do Google Planilhas	29
Figura 8: Inserção do nome dentro de uma Planilha	29
Figura 9: Plataforma inicial do Google Formulários.....	30
Figura 10: Inserção das informações dentro da aba Perguntas em um Formulário ..	30
Figura 11: Inserção das informações dentro da aba Respostas em um Formulário .	30
Figura 12: Mesclando as informações do Formulário com a Planilha	31
Figura 13: Primeiro teste no protótipo da Fonte Variável CA	32
Figura 14: Segundo teste no protótipo da Fonte Variável CA	33
Figura 15: Teceiro teste no protótipo da Fonte Variável CA.....	33
Figura 16: Esquema de ligação da fonte variável CA.....	34
Figura 17: Inserção do nome no banco de dados do protótipo.	35
Figura 18: Inserção do nome no formulário do protótipo	35
Figura 19: Tabela referente a data/hora e os valores das medições.....	36
Figura 20: Início da montagem física dos componentes.....	36
Figura 21: Interligação do prototipo	36
Figura 22: Formatação condicional para Consumidor atendido em 127 V.....	38
Figura 23: Valores enviados ao Banco de Dados a partir da fonte variavel CA	39
Figura 24: Leitura 1 a partir da alimentação da fonte variavel CA.....	39
Figura 25: Leitura 2 a partir da alimentação da fonte variavel CA.....	40
Figura 26: Leitura 3 a partir da alimentação da fonte variavel CA.....	40
Figura 27: Leitura 4 a partir da alimentação da fonte variavel CA.....	40
Figura 28: Leitura 5 a partir da alimentação da fonte variavel CA.....	41
Figura 29: Leitura 5 a partir da alimentação da fonte variavel CA.....	41
Figura 30: Função SE para detectar leituras em limites Criticos	42
Figura 31: Função SE para detectar leituras em limites Precários.....	42

Figura 32: Função CONT.SES para contar valores nos limites Criticos e Precários.	42
Figura 33 – Protótipo no momento da realização da medição	43
Figura 34 – Dez primeiras medições realizadas pelo protótipo com indicativo de cor.	44
Figura 35 – Dez ultimas medições realizadas pelo protótipo com indicativo de cor..	44
Figura 36 – Gráfico com os valores de tensão obtida nas leituras no período de 168 horas	44
Figura 37 – Resultado dos indicadores de DRP e DRC.....	44
Figura 38 – Dados de Identificação do Consumidor.....	45
Figura 39 – Cálculo da Média, Desvio Padrão, CV e ER das leituras.....	45
Figura 40 – Visão do Banco Dados pelo celular.....	45
Figura 41 – Gráfico com os valores de tensão obtida nas leituras no período de 168 horas	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Especificações do microcontrolador DOIT DevKitC v1.....	23
Quadro 2: Especificações do sensor de tensão ZMPT101B	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Níveis de TR em relação ao TL	20
Tabela 2: Lista dos componentes utilizados no prototipo	34

LISTA DE SÍMBOLOS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CC	Corrente Contínua
CA	Corrente Alternada
CV	Coeficiente de Variação
DRC	Duração relativa da transgressão de tensão crítica
DRP	Duração relativa da transgressão de tensão precária
ER	Erro Relativo
Hz	Hertz
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IoT	<i>Internet of Things</i> – Internet das Coisas
MMQ	Método dos Mínimos Quadrados
M1	Multímetro 01 modelo ET-2082C da marca Minipa.
M2	Multímetro 02 modelo ET-2082C da marca Minipa.
M3	Multímetro 03 modelo ET-2082C da marca Minipa.
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
QEE	Qualidade de Energia Elétrica
RMS	<i>Root Mean Square</i>
TL	Tensão de Leitura
TR	Tensão de Referência
TR1	Transformador número 01
TR2	Transformador número 02
V	Volts
VA	Volt-Ampère
%	Por cento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	16
1.1.3 Justificativa	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Qualidade do produto fundamentado pelo módulo de QEE dos PRODIST	17
2.2 Níveis de tensão elétrica em regime permanente gerando os indicadores individuais DRP e DRC	18
2.3 Monitoramento da qualidade de energia	20
2.4 Dispositivos do Medidor de Tensão em regime permanente proposto	22
2.4.1 Parte Estrutural do medidor proposto	22
2.4.2 Adição da Internet das Coisas no Software proposto para o medidor	24
3 METODOLOGIA	25
4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	28
4.1 Banco de Dados	28
4.2 Elaboração de uma fonte variável CA para simulação da tensão de entrada	31
4.3 Construção do protótipo do Medidor de Tensão em Regime Permanente	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
6. CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE A - Programação utilizada no protótipo	51
APÊNDICE B - Valores encontrados na medição real de 168 horas	53

1 INTRODUÇÃO

O entendimento sobre o fenômeno elétrico e magnético iniciou-se no século XIX, quando foram obtidas as explicações sobre as partículas formadoras dos átomos: os prótons, os elétrons e os nêutrons. Com a obtenção dessas explicações, os estudos sobre eletricidade e magnetismo se uniram, formando um único tema, que pode ser chamado de eletricidade (SAMPAIO e CALÇADA, 2005). A partir desse século, com as vantagens que a eletricidade concedia, como, por exemplo, o início da utilização de lâmpadas elétricas incandescentes, o mundo se desenvolveu, e o ser humano passou a depender cada vez mais dessa energia em suas vidas.

Em pleno século XIX, para suprir esse desenvolvimento, Thomas Alva Edison, com o aumento da utilização das lâmpadas elétricas incandescentes, propôs um novo projeto de gerador de corrente contínua (CC) com rendimento de quase 90%. Porém, mesmo com esse novo projeto, o aumento dessas cargas trazia um problema técnico relacionado ao aumento de correntes, já que havia uma grande distância entre os geradores e suas respectivas cargas, o que causava grandes quedas de tensão (YOLANDA et al, 2010). Em vista deste novo obstáculo, uma Empresa Norte-Americana, juntamente com Nikola Tesla, desenvolveu um sistema elétrico em corrente alternada (CA). Esse sistema possuía inúmeras vantagens sobre o sistema CC, como, por exemplo, facilidade para converter níveis de tensão e a transmissão da energia em grandes distâncias. Após a padronização do sistema CA, os problemas do século XIX relacionados ao aumento das cargas deixaram de existir.

Atualmente, no século XXI, o sistema elétrico CA ainda vem apresentando um aumento da sua capacidade (TOLMASQUIM, 2012). No entanto, apresenta um novo problema, que está relacionado à ampliação no número de cargas não lineares, que são definidas como cargas que distorcem a forma de onda da corrente e/ou tensão em todos os níveis do sistema, levando assim, a necessidade de monitoramento da qualidade da energia elétrica (QEE) (SANTOS et al., 2007), preocupando-se em reduzir o número de interrupções de fornecimento, o tempo médio destas interrupções e manter os valores dentro dos limites aceitáveis.

No Brasil, os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), elaborados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2008), ditam a normatização e a padronização das ações relacionadas à

operação e a qualidade da distribuição de energia elétrica no país. Nesse procedimento, há um Módulo em específico que será utilizado como base nesse trabalho. Trata-se do Módulo 8 Revisão 10, referente a QEE.

O Módulo 8 tem como objetivo estabelecer os procedimentos relativos à QEE, abordando a qualidade do tratamento de reclamações, do produto e do serviço. Quanto à qualidade do produto, serão tratados vários fenômenos em regime permanente, como por exemplo, fator de potência, harmônicos, tensão, entre outros, e em regime transitório, como as variações de curta duração de tensão (ANEEL, 2018).

“A tensão em regime permanente deve ser acompanhada em todo o sistema de distribuição, devendo a distribuidora dotar-se de recursos e técnicas modernas para tal acompanhamento” (ANEEL, 2018, p.6), com o intuito de manter essa tensão dentro dos padrões adequados. Além disso, são estabelecidos os limites críticos, precários e adequados para esses níveis de tensão (ANEEL, 2018).

Dessa forma, este trabalho apresentará uma proposta de um sistema para medição e controle inteligente da qualidade do produto, com foco exclusivo na tensão em regime permanente dos consumidores com níveis de tensão de atendimento em 127/220 Volts (V). Embasado pelo artigo de Moraes (2017), os dados serão enviados por uma rede WiFi em conjunto com o aplicativo Google Formulários, de forma automática, para um banco de dados disponibilizado no aplicativo Google Planilhas, disponível pela empresa Google LLC, para as plataformas iOS e Android, contemplando as leituras das medições, os horários das leituras, os valores dentro dos limites estabelecidos pela ANEEL e, por fim, serão elaborados os indicadores individuais para que o consumidor possa solicitar reembolso, caso haja alguma divergência.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Propor um medidor inteligente de tensão em regime permanente atendendo aos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), abordando a qualidade do produto para consumidores com níveis de tensão de atendimento em 127/220 V.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar leituras dentro de um intervalo pré-determinado dos valores de tensão em regime permanente em consumidores residenciais e comerciais dentro do nível de tensão em 127/220 V;
- Apresentar remotamente para os consumidores as leituras das medições realizadas;
- Informar se os valores de tensão encontrados estão na taxa adequada, precária ou crítica;
- Elaborar os indicadores individuais de Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária (DRP) e Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica (DRC) para visualização do índice de duração relativa da transgressão para tensão.

1.1.3 Justificativa

Este trabalho possui o intuito de explanar uma solução de monitoramento de fácil acesso e baixo custo que consiga informar ao consumidor, em qualquer lugar do mundo, se seus equipamentos estão operando dentro dos níveis de tensão adequados, críticos ou precários definidos pelo Módulo 8 dos PRODIST. Isto porque, manter equipamentos fora dos limites de tensão estabelecidos pode reduzir sua vida útil ou até mesmo causar uma interrupção de seu funcionamento, trazendo prejuízo ao consumidor. Não menos importante, disponibilizar o referente estudo para futuras pesquisas na área de QEE.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Qualidade do produto fundamentado pelo módulo de QEE dos PRODIST

Segundo Dugan et al (2002), existem várias definições para Qualidade de Energia Elétrica (QEE), e isso depende de qual referencial será analisado. Por exemplo, do ponto de vista do consumidor a QEE refere-se à qualidade da tensão elétrica distribuída pela concessionária até sua residência. E, para concluir, Dugan et al (2002) menciona que o problema de qualidade de energia elétrica resulta na falha de operação do equipamento do cliente, levando assim à interrupção de seu funcionamento.

De acordo com a norma IEC61000-4-30 (2008), QEE está relacionado com as características da eletricidade em um determinado ponto de um sistema elétrico, avaliadas em relação a um conjunto de parâmetros técnicos de referência. Esses parâmetros estão relacionados à rede elétrica da concessionária e as cargas conectadas a essa rede.

No Brasil, temos os PRODIST, que são documentos produzidos pela ANEEL com o objetivo de “normatizar e padronizar as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica” (ANEEL, 2018, p.3). Iniciou-se conforme a Resolução Normativa nº 345/2008, englobando o módulo 8, que concerne à QEE. Esse Módulo tem como finalidade estabelecer os procedimentos relativos à QEE, abordando a qualidade do tratamento de reclamações, do produto e do serviço.

A qualidade do produto é descrita por Mussoi (2013) como sendo à harmonia do sinal de onda dentro dos modelos regulatórios.

De acordo com ANEEL (2018), a qualidade do produto tem como objetivo: definir indicadores com seus valores de referência; estabelecer os instrumentos de medição; definir procedimento para gerenciar as reclamações devido a problemas relacionados ao produto; descrever estudos para acesso aos sistemas de distribuição; estabelecer o método de medição dos fenômenos da QEE; tratar vários fenômenos em regime transitório e em regime permanente, bem como a tensão em regime permanente.

2.2 Níveis de tensão elétrica em regime permanente gerando os indicadores individuais DRP e DRC

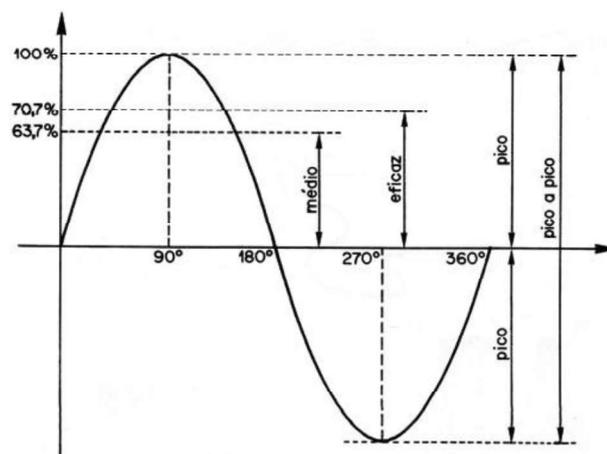
A Tensão Elétrica é definida como sendo a diferença de potencial elétrico entre dois polos, e sua unidade é o Volt (V) (SAMPAIO e CALÇADA, 2005).

Os padrões na área da qualidade de energia são dedicados a manter a tensão de alimentação dentro de certos limites, visto que não é possível controlar as correntes elétricas específicas de cada carga (DUGAN et al, 2002).

Os equipamentos elétricos disponíveis no mundo, seja na concessionária ou para o consumidor, são projetados para funcionar em determinado nível de tensão e, caso haja um aumento fora dos limites desses níveis - uma sobretensão - esses equipamentos terão sua vida útil reduzida. Por outro lado, se esses equipamentos estiverem expostos a níveis abaixo dos limites - uma subtensão - ocorrerá uma interrupção de seu funcionamento até o momento que essa tensão seja normalizada (SANTOS, 2007).

Segundo Braga (2016), há várias formas de expressar os valores de tensão em um circuito que contenha uma forma de onda senoidal, conforme informando na Figura 1.

Figura 1 – Forma de Onda Senoidal e suas diversas formas de valores.



Fonte: Braga (2016).

O valor de pico é definido como sendo o valor máximo que a tensão atinge em um semiciclo, tanto positivo quanto negativo. Já o valor de pico a pico é aquele entre o pico do semiciclo positivo até o do negativo. O valor médio é visto somente em um semiciclo e, caso seja analisado em um ciclo, seu valor será zero, visto que para cada valor do semiciclo positivo existe um no semiciclo negativo que o anula.

Por fim, o valor eficaz (em inglês “*Root Mean Square*” ou somente RMS) expressa qual o trabalho que a CA realmente realizou e é obtida conforme equação 1.

$$V_{rms} = \frac{V_{pico}}{\sqrt{2}} [V] \quad (1)$$

Onde:

V_{rms} – Tensão Eficaz

V_{pico} – Tensão de pico

A Nota Técnica nº 0075/2011-SRD/ANEEL, disponibilizada pela ANEEL (2011), apresenta os níveis de tensões padronizados no Brasil. Transmissão e Subtransmissão apresentam valores entre 750 a 13,8 kV, distribuição primária em redes públicas de 34,5 e 13,8 kV e distribuição secundária em redes trifásicas públicas de 380/220 e 220/127 V, e em redes monofásicas 440/220 e 254/127 V.

No Brasil, a tensão em regime permanente é regulamentada pela ANEEL (2018), no Módulo 8, relacionado a QEE nos PRODIST. Nesses procedimentos são estabelecidos os limites críticos, precários e adequados para todos os níveis de tensão de distribuição. Essa grandeza elétrica é de responsabilidade da distribuidora de energia elétrica, garantindo a monitoração em todo o sistema de distribuição e a atuação preventiva, com o objetivo de mantê-la dentro dos padrões adequados.

O termo regime permanente é caracterizado por um período em que não ocorrem distúrbios transitórios que são capazes de nulificar as leituras realizadas. Esse período abrange um intervalo de dez minutos (GRANDI, SIQUEIRA, 2012).

Segundo Oleskovicz et al (2006), para manter o nível de tensão dentro dos limites aceitáveis, são necessárias medidas de controle e de acompanhamento.

Uma forma de controlar a tensão em regime permanente dar-se-ia por meio de indicadores individuais de Duração Relativa da transgressão de tensão Crítica (DRC) e Duração Relativa da transgressão de tensão Precária (DRP), que transmitem o percentual da duração de tensão crítica e precária que a unidade consumidora se apresentava no momento. São obtidos através de 1008 leituras válidas consecutivas em um período total de 168 horas, separados em intervalos de 10 minutos, os quais não podem ultrapassar o limite de 0,5% e 3,0%, para indicadores de DRC e DRP, respectivamente. As tensões de leituras (TL) obtidas

nas medições são comparadas às tensões de referências (TR), conforme disponibilizado na tabela 1, com o intuito de identificar em quais níveis estão classificadas essas medições (ANEEL, 2018).

Tabela 1 – Níveis de TR em relação a TL.

Nível de Tensão	Tensão de Referência 127 V	Tensão de Referência 220 V
Tensão Crítica	TL > 135	TL > 233
Tensão Precária	133 < TL ≤ 135	231 < TL ≤ 233
Tensão Adequada	117 ≤ TL ≤ 133	202 ≤ TL ≤ 231
Tensão Precária	110 ≤ TL < 117	191 ≤ TL < 202
Tensão Crítica	TL < 110	TL < 191

Fonte: ANEEL (2018)

Após o registro das leituras, os indicadores de DRP e DRC são calculados com base nas equações 2 e 3 disponibilizadas pela ANEEL (2018):

$$DRP = \frac{nlp}{100} * 100 [\%] \quad (2)$$

$$DRC = \frac{nlc}{100} * 100 [\%] \quad (3)$$

Onde:

nlp – Número de leituras situadas nos níveis precários.

nlc – Número de leituras situadas nos níveis críticos.

Caso o valor obtido nas equações 2 e/ou 3 exceda a porcentagem limite definida pela ANEEL, a distribuidora de energia elétrica deve compensar na fatura o consumidor até a regularização, no prazo máximo de dois meses seguintes ao mês da última medição que atestou a transgressão (ANEEL, 2018).

2.3 Monitoramento da qualidade de energia

Segundo McEachern (2001), define-se monitoramento de QEE o processo de coletas de dados, como por exemplo, do valor da tensão e, após essa coleta, faz-se necessário enviar essas medições para um banco de dados e tornar essa informação útil para tomada de decisões.

Um monitoramento de QEE inicia-se, de acordo com Deckmann e Pomilio (2017), após um estudo prévio de uma falha ou uma irregularidade no funcionamento de um equipamento.

O monitoramento deve ser realizado com precisão, utilizando-se de aparelhos que se enquadram dentro das normas e padrões da concessionária (ITO, 2003).

A ANEEL (2018), no item 9.1.3 da revisão 10 do Módulo 8 dos PRODIST, informa que os instrumentos devem atender como exigências mínimas os protocolos estabelecidos pelas normas internacionais IEC 61000-4-30 ou normas técnicas brasileiras, e ainda instrui que os equipamentos de medição possuem a necessidade de se enquadrarem nas Classes A ou S.

Definindo pela norma IEC 61000-4-30 (2008), equipamentos que se enquadram na Classe A são utilizados para medições de aplicações contratuais envolvendo disputas judiciais, já equipamentos que se enquadram na Classe S são utilizados para propósitos estatísticos. Ainda pela norma IEC 61000-4-30 (2008), as leituras de 10 minutos, em 60 hertz (Hz), são obtidas a partir de pequenas medições em 12 ciclos (0,2 segundos), ao passo que, no final de 10 minutos haverá 3000 pequenas medições. Com isso, será realizado o cálculo da média dessas pequenas medições, informando assim, a leitura real do valor de tensão em regime permanente. Para detalhar os valores citados acima, foram desenvolvidas as equações 4 e 5 abaixo.

$$T = \frac{1}{F} = \frac{1}{60 \text{ Hz}} = 0,0167 \text{ seg} * 12 \text{ ciclos} = 0,2 \text{ seg} \quad (4)$$

$$\text{Medições em } 600 \text{ seg}_{(10\text{min})} = \frac{600 \text{ segundos}}{0,2 \text{ segundos}} = 3000 \text{ medições} \quad (5)$$

Onde:

T – Período em Segundos.

F – Frequência em Hertz.

Conforme descrito por Kempner (2012), é inviável, em termos econômicos, a utilização de medidores em todo o sistema elétrico, acabando com as orientações

iniciais de que todo o sistema deveria possuir medidores com o objetivo de aumentar o grau de precisão na aquisição de resultados.

Conforme disponibilizado pela ANEEL (2018), no item 2.2.2, da revisão 10 do Módulo 8 dos PRODIST, os níveis de tensão devem ser avaliados nos pontos de conexão da distribuidora até o consumidor.

Segundo Nakashima (2007), a medição de tensão faz parte da rotina de todo profissional que trabalha diretamente com eletricidade.

2.4 Dispositivos do Medidor de Tensão em Regime Permanente Proposto

Neste subtítulo serão apresentados os dispositivos utilizados para construção e adequado funcionamento do protótipo. Será dividido em duas partes. Na primeira parte serão apresentadas de forma sucinta as definições dos *hardwares* que serão utilizados no projeto, bem como suas configurações. Já na segunda parte serão apresentadas as linguagens de *softwares* de forma concisa associado com o termo *Internet of Things (IoT)* (do português Internet das Coisas).

2.4.1 Parte Estrutural do medidor proposto

Segundo Junior (2014), *hardware* é definido como sendo a parte estrutural de um sistema. Possui entradas e saídas de sinais. Resumidamente, é toda parte física de equipamentos eletroeletrônicos que pode interagir, ou não, com um usuário para executar uma determinada tarefa. A parte estrutural do protótipo contempla um microcontrolador DOIT DevKitC v1 e um medidor de tensão ZMPT101B.

Um microcontrolador é um equipamento que possui alimentação externa, clocks, pinos para conexão de entradas e saídas e sinais de controle (BOLTON, 2010). Enquadra-se na classe dos *hardwares*.

Segundo Rodrigues, Pedó e Tedesco (2013), os microcontroladores possuem diversas funções e sua aplicação visa simplificar a implantação de interfaces com dispositivos externos.

A placa de desenvolvimento DevKitC v1, criada pela empresa chinesa ShenZhen Doctors of Intelligence & Technology Co., Ltd, baseia-se no

microcontrolador ESP32, desenvolvido pela, também empresa chinesa, Espressif Systems.

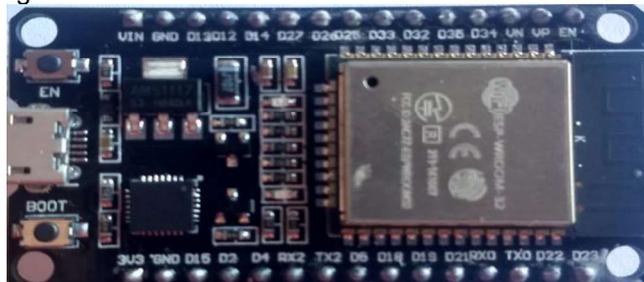
Segundo informado em seu *Datasheet* (2019), disponibilizado pela empresa ShenZhen Doctors of Intelligence & Technology Co., Ltd, segue abaixo quadro 1 com suas principais características e a figura 2 para ilustrar a placa de desenvolvimento DevKitC v1:

Quadro 1 – Especificações do microcontrolador DOIT DevKitC v1.

Especificações DOIT DevKitC v1	
Módulo	ESP-WROOM-32
Processador	Tensilica 32bit Single-/Dual-core CPU Xtensa LX6
Tensão de Entrada	4,5 à 12,0 VDC (Pino Vin)
Pinos Digital I/O (DIO)	25
Pinos Entradas/Saídas Analógicas	6 / 2
Temperatura de Admissível	-40°C à +85°C
Comunicação	WiFi, Bluetooth e Ethernet

Fonte: Datasheet do Fabricante (2019)

Figura 2 – Placa de Desenvolvimento DOIT DevKitC v1.



Fonte: Autor (2019).

Para a medição de tensão, será utilizado o sensor de tensão modelo ZMPT101B, definido por Abubakar et al (2017), como um sensor de alta precisão e boa consistência para medição de tensão até 250 V.

Segundo informado em seu *Datasheet* (2019), disponibilizado pela empresa Nanjing ZeMing Electronic Co., Ltd, segue abaixo, no quadro 2, as principais características do sensor em questão e, na figura 3, sua ilustração.

Quadro 2 – Especificações do sensor de tensão ZMPT101B.

Especificações ZMPT101B	
Tensão de Entrada	0 a 250 VAC
Precisão de Leitura	±1%
Linearidade	0,20%
Corrente de Entrada	2mA
Corrente de Saída	2mA

Fonte: Datasheet do Fabricante (2019).

Figura 3 – Sensor de Tensão ZMPT101B.



Fonte: Autor (2019)

2.4.2 Adição da Internet das Coisas no Software proposto para o medidor

Segundo Ashton (2009), o termo *IoT* foi empregado inicialmente em seu trabalho que utilizava a tecnologia RFID na cadeia de suprimentos de uma Empresa Norte-Americana em 1999. Sua aplicação está relacionada a uma gama de possibilidades crescentes, sejam elas relacionadas à área da saúde, automação de ambientes, área acadêmica, setores industriais, entre outras aplicações.

A *IoT* torna-se então uma ampliação da Internet atual, possibilitando todos os objetos, com capacidade de comunicação e acesso computacional, a se conectarem, sem fio, a Internet (ZANELLA et al, 2014). A conexão a internet facilitara o controle de forma remota dos objetos e ensejara que esses objetos tornem-se inteligentes, como por exemplo, a capacidade de comunicar entre eles e com as pessoas.

Segundo Santos et al (2016), a *IoT* possui vulnerabilidades ao conectar a Internet a objetos. Essas vulnerabilidades estão relacionadas aos dados obtidos pelos objetos como, por exemplo, dados imprecisos devido à falta de calibração dos sensores ou dados discrepantes devido ao envio de uma informação incorreta para o banco de dados.

A comunicação entre o protótipo e o computador é realizada através de uma *IDE* (em inglês “*Integrated Development Environment*” ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado). O *IDE* é um software livre no qual inserimos o código na linguagem de programação C/C++. Esses programas são conhecidos como Sketches (MCROBERTS, 2011).

A *IoT* do protótipo em questão baseia-se nos aplicativos livres, disponíveis para os sistemas operacionais iOS e Android, Google Formulários, Google Planilhas e na comunicação WiFi, disponível no microcontrolador DOIT DevKitC v1.

3 METODOLOGIA

O estudo proposto será de cunho exploratório, baseando-se em revisões de livros, artigos científicos e normas técnicas no período de 2001 a 2018, com o propósito de adquirir embasamento e apresentar soluções mais viáveis para a realização do projeto. Além disso, o estudo ainda possuirá caráter explicativo, objetivando a construção de um protótipo, baseado em um método experimental, eficaz, confiável e funcional para a realização do projeto.

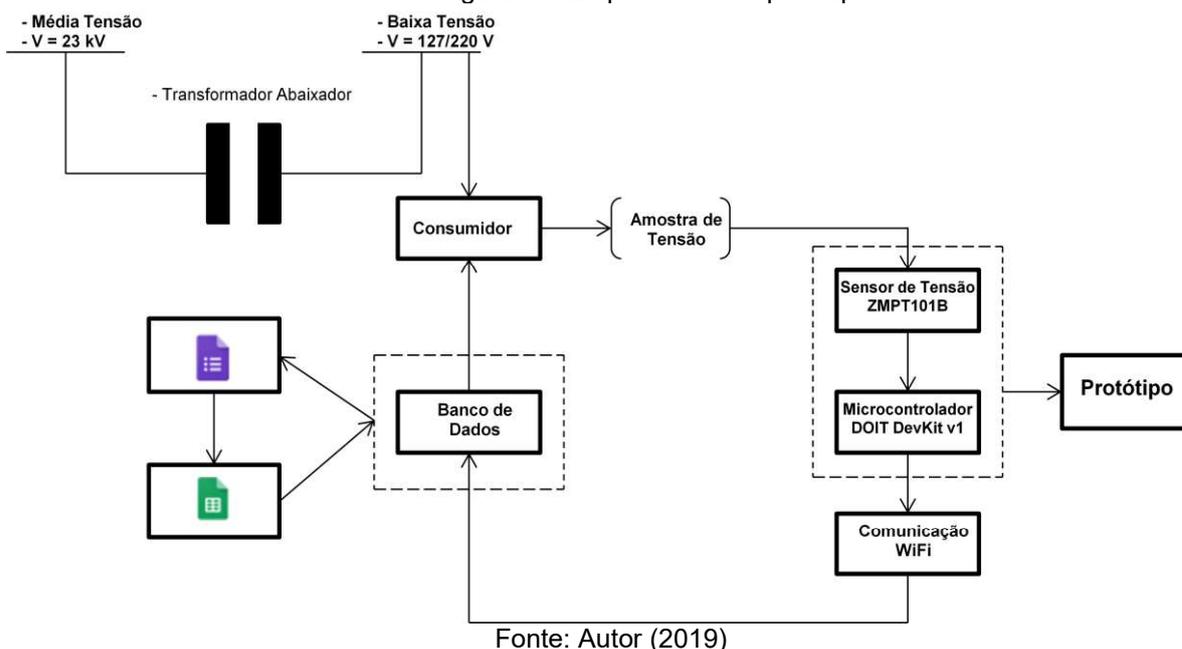
Segundo Gil (2002), ao iniciar um projeto de pesquisa faz-se necessário a divisão em etapas, favorecendo uma melhor idealização dos passos a serem seguidos durante a progressão do estudo. As etapas propostas para elaboração deste projeto serão:

- Pesquisa de artigos científicos e normas técnicas;
- Definição dos componentes a serem utilizados;
- Testes e experimentos dos componentes em separados para adaptação do objetivo proposto;
- Integração de todos os componentes e algoritmos em um só circuito compondo o protótipo final;
- Testes após a integração;
- Padronização do relatório ao consumidor;
- Análises estatísticas dos dados;
- Conclusões sobre o protótipo.

A partir da definição das etapas listadas acima, é considerado que os dois primeiros tópicos sejam concluídos primeiramente, já que são condições básicas para a idealização do protótipo. No entanto, estes serão finalizados somente ao término do projeto, uma vez que, na iminência de qualquer empecimento, será necessário recorrer aos artigos científicos encontrados e às normas técnicas utilizadas a fim de solucionar as demandas que possam surgir. Já os itens três ao oito serão detalhados nos próximos capítulos, e possuem como previsão de término o mês de outubro de 2019, dois meses antes da apresentação final do projeto.

A princípio, é ilustrado na figura 4 um esquemático do protótipo a fim de identificar superficialmente as etapas e suas interações.

Figura 4 – Esquemático do protótipo.



Segundo o esquemático mostrado na figura 4, será coletada uma amostra da tensão dos consumidores (residenciais e comerciais atendidos em 127/220 V), através do sensor ZMPT101B, e esses dados serão transmitidos para o microcontrolador DOIT DevKitC v1. Por meio de uma linguagem de programação, realizada na *IDE* do Arduino, baseando-se no artigo de Moraes (2017), como citado na introdução, o microcontrolador enviará os dados através da comunicação WiFi para o aplicativo Google Formulários que, por consequência, encaminhará a resposta para o Google Planilhas, formando, assim, um banco de dados gratuito, disponível para os sistemas operacionais iOS e Android. Com isso, o medidor proposto enquadrará na classe S, utilizado para propósitos estatísticos e atendendo as exigências do Módulo 8 do PRODIST.

A linguagem de programação está configurada para enviar as leituras para o banco de dados em intervalos de 10 minutos, totalizando 1008 leituras no período de 168 horas, atendendo as premissas do Módulo 8 dos PRODIST.

O banco de dados informará ao consumidor, em qualquer lugar do mundo, um relatório com os seguintes itens:

- Data e hora das leituras;
- O valor da TL em comparação a TR (127/220 V) por meio de uma indicação de cor, sendo verde para o nível adequado, amarelo para o nível precário e vermelho para o nível crítico;

- Um gráfico com a tendência dos valores de tensão obtida nas leituras no período de 168 horas;
- Resultado dos indicadores de DRP e DRC;

A fim de verificar se os dados obtidos nas leituras serão confiáveis, será utilizada a análise do coeficiente de variação (CV) e a do erro relativo (ER) com o intuito de identificar se os dados são precisos e exatos, respectivamente. De acordo com Lima Junior et al (2012), pode se definir precisão como sendo o “grau de dispersão da medida quando repetida sob as mesmas condições” e a exatidão como sendo o “grau de concordância de uma medida com o seu valor alvo”. Além disso, em todas as medições de tensão em regime permanente será utilizado um multímetro RMS modelo 117 da marca Fluke, em paralelo a medição do protótipo, com o propósito de comparar os valores encontrados no sensor com as de um instrumento comercial. Para o desenvolvimento da fonte variável CA, serão utilizados três multímetros da marca Minipa modelo ET-2082C.

Desta forma, pode-se demonstrar que através do protótipo proposto é possível realizar o monitoramento da tensão em regime permanente e expor ao cliente os valores encontrados nas leituras, em qualquer lugar do mundo pela tecnologia *IoT*.

4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Este capítulo tratará do desenvolvimento do trabalho, que será responsável pelo monitoramento da QEE, relacionado à tensão em regime permanente, com o intuito de informar remotamente ao consumidor se o nível da tensão entregue pela Distribuidora de Energia Elétrica encontra-se dentro dos valores admissíveis pelo Módulo 8 dos PRODIST, seguindo o esquemático informado na figura 4.

4.1 Banco de Dados

De acordo com Elmasri, Navathe e Pinheiro (2005, p.3), “um banco de dados é uma coleção lógica e coerente de dados com algum significado inerente”.

O banco de dados proposto neste trabalho foi fundamentado no artigo de Morais (2017), citado na introdução e na metodologia, no qual são utilizados dois aplicativos, Google Formulários e Google Planilhas. Esses dois aplicativos são gratuitos e estão disponíveis tanto para os sistemas operacionais iOS quanto para o Android.

Abaixo será ilustrado o passo a passo adaptado referente ao desenvolvimento do banco de dados.

- O primeiro passo é a criação de uma conta gratuita no Google, de acordo com o exposto na figura 5;

Figura 5 – Criação de uma conta gratuita no site do Google.



Fonte: Google (2019)

- No segundo passo faz-se necessário à realização do acesso ao Google Planilhas a partir da conta criada, conforme explana a figura 6;

Figura 6 – Ambiente de acesso ao Google Planilhas.



Fonte: Google (2019)

- Conforme ilustra a Figura 7, o terceiro passo consiste no acesso à Plataforma na qual se iniciará uma nova planilha;

Figura 7 – Plataforma inicial do Google Planilhas.



Fonte: Google (2019)

- O quarto passo está relacionado à definição do nome da planilha no canto superior, com o objetivo de facilitar a identificação nos próximos passos, conforme explana a figura 8;

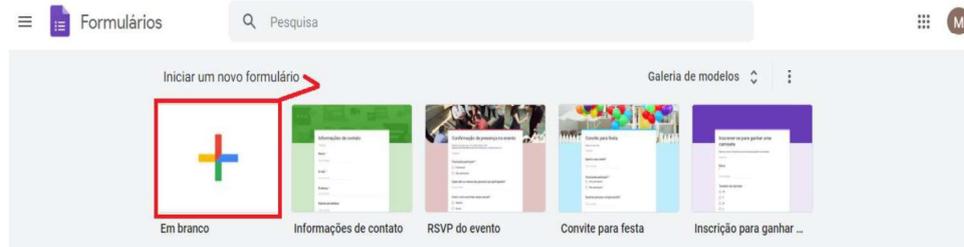
Figura 8 – Inserção do nome dentro de uma Planilha.



Fonte: Google (2019)

- Conforme ilustra a Figura 9, o quinto passo concerne ao acesso ao Google Formulários (entrará automático, pois a conta já estará configurada) e, com isso, iniciar um novo formulário.

Figura 9 – Plataforma inicial do Google Formulários.



Fonte: Google (2019)

• O sexto passo refere-se à definição do nome do formulário, na aba “Perguntas”, como, por exemplo, “Formulário_TCC”. Além disso, faz-se necessário escrever na caixa “Pergunta” (destacada de laranja) o título da coluna da planilha. A caixa “Texto de resposta curta” (destacado de verde) é o local onde entrará as respostas enviadas pelo microcontrolador, através da comunicação WiFi, de acordo com o exposto na figura 10;

Figura 10 – Inserção das informações dentro da aba Perguntas em um Formulário.



Fonte: Google (2019)

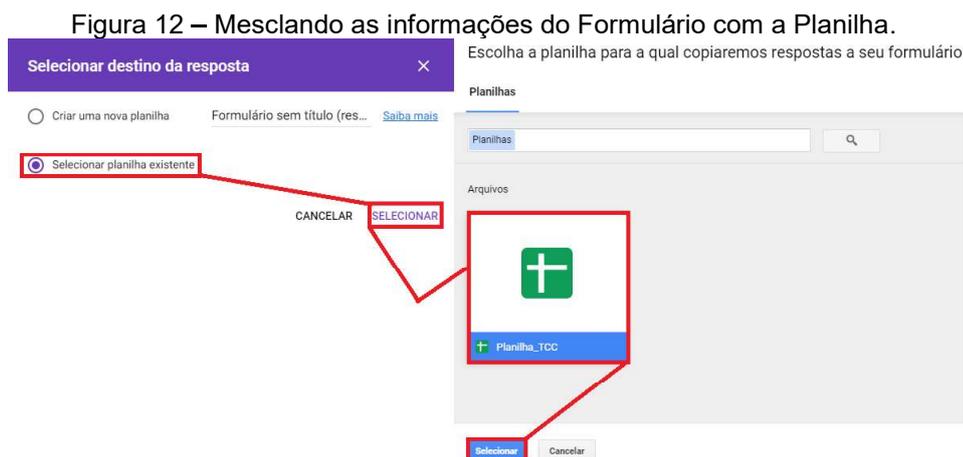
• Conforme ilustra a Figura 11, o sétimo passo diz respeito à realização da conexão do formulário com a planilha desenvolvida anteriormente a partir da aba “Respostas”. Primeiro, é preciso clicar no ícone da lateral direita da página (nos “três pontos”) e ir para campo “Selecionar destino da resposta”.

Figura 11 – Inserção das informações dentro da aba Respostas em um Formulário.



Fonte: Google (2019)

• O oitavo e último passo ocupa-se de mesclar o formulário na planilha. Após clicar no “Selecionar destino da resposta”, conforme citado no sétimo passo, será necessário marcar a opção “Selecionar planilha existente”, clicar na planilha desenvolvida e marcar a opção “selecionar” para concretizar o vínculo da planilha com o formulário, de acordo com o exposto na figura 12;



Fonte: Google (2019)

Ao término do último passo, o Google formulários estará pronto para receber as informações e enviar automaticamente para o Google Planilhas, formando assim, um banco de dados gratuito.

4.2 Elaboração de uma fonte variável CA para simulação da tensão de entrada

Para a simulação da variação de tensão na entrada do sensor ZMPT101B, com o intuito de realizar testes no banco de dados, foi necessário o desenvolvimento de uma fonte variável CA.

Foram utilizados dois transformadores (TR1 e TR2) com a potência aparente (VA) de 6 VA com o primário em 127 V e o secundário em 12 V. A ligação entre TR1 e TR2 foi feita baseado no modelo em paralelo e com um potenciômetro em série entre eles, com o intuito de reduzir a corrente do primário do TR2. Após a redução da corrente do primário do TR2, será possível variar a tensão no secundário proporcionalmente com a tensão do primário do TR2, pela relação de transformação, conforme descrito na equação 6.

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 * I_1}{I_2} \quad (6)$$

Onde:

I1 – Corrente do primário do TR2.

I2 – Corrente do secundário do TR2.

V1 – Tensão do primário do TR2.

V2 – Tensão do secundário do TR2.

Abaixo foram realizados três testes com o intuito de comprovar na prática o que está descrito na equação 6. Serão utilizados 3 multímetros (M1, M2 e M3) modelo ET-2082C da marca Minipa.

Conforme a Figura 13, foram executados os primeiros testes com a fonte variável CA e, com isso, foi possível obter no M1 o valor de V2 igual a 119,60 V, no M2 o valor de V1 igual a 12,29 V e no M3 o valor de I1 igual a 0,16 A.

Figura 13 – Primeiro teste no protótipo da Fonte Variável CA.



Fonte: Autor (2019)

Na Figura 14, após alteração no potenciômetro, foi possível obter no M1 o valor de V2 igual a 63,50 V, no M2 o valor de V1 igual a 6,50 V e no M3 o valor de I1 igual 0,03 A.

Figura 14 – Segundo teste no protótipo da Fonte Variável CA.



Fonte: Autor (2019)

Na Figura 15, após alteração final no potenciômetro, foi possível obter no M1 o valor de V_2 igual a 50,00 V, no M2 o valor de V_1 igual a 5,13 V e no M3 o valor de I_1 igual 0,02 A.

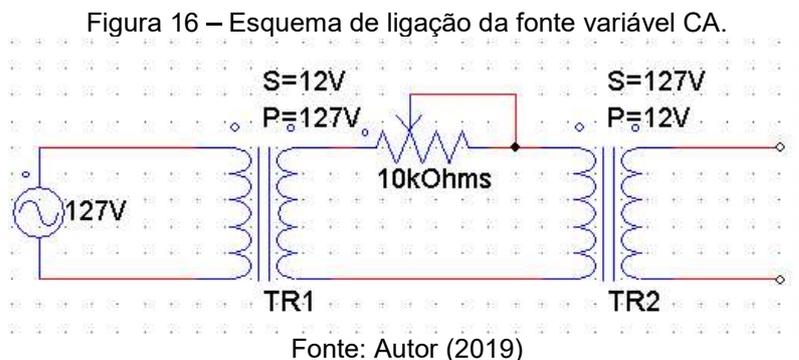
Figura 15 – Teceiro teste no protótipo da Fonte Variável CA.



Fonte: Autor (2019)

Após a realização dos três testes foi possível comprovar o que está descrito na equação 7, que ao variar a corrente no primário do transformador, à partir da variação da resistência em série, a tensão do primário e a do secundário alteram de

uma forma proporcional (aproximadamente a tensão do secundário é igual a 10 (dez) vezes a tensão do primário do trafo), sendo possível concluir com êxito o desenvolvimento da fonte variável CA. Abaixo, na figura 16, encontra-se o esquema de ligação detalhado de todos os componentes constituintes da fonte variável CA.



Após o êxito no desenvolvimento da fonte variável, no item 4.3, será abordado à construção do protótipo.

4.3 Construção do protótipo do Medidor de Tensão em Regime Permanente

Para elaboração do protótipo, fez-se necessário a aquisição dos itens informados na tabela 2.

Tabela 2 – Lista dos componentes utilizados no protótipo.

Componentes	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Sensor de tensão ZMPT101B	1	R\$ 29,75	R\$ 29,75
Microcontrolador DOIT DevKitC v1	1	R\$ 40,61	R\$ 40,61
Trafo 6 VA 127:12V	2	R\$ 19,00	R\$ 38,00
Potênciometro 10kΩ	1	R\$ 3,90	R\$ 3,90
Total	-	-	R\$ 112,26

Fonte: Própria (2019)

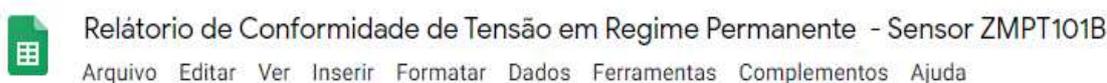
Todos os componentes foram adquiridos no Brasil, não havendo dificuldade para encontrar nenhum item da lista. A partir da aquisição dos componentes, pode-se dar início no desenvolvimento do protótipo.

Inicialmente, para a elaboração do protótipo, houve a criação do banco de dados gratuito. Todos os passos descritos no subtítulo 4.1 foram seguidos e, com isso, pode-se desenvolver uma plataforma específica para utilização no protótipo.

Foi criado um e-mail próprio, de acordo com o explanado na figura 5, para exemplificar como seria o acesso do consumidor, que usaria seu e-mail padrão para conseguir analisar os dados obtidos pelo sensor ZMPT101B.

Na figura 17 é informado o nome do banco de dados que foi utilizado no protótipo. A identificação fez-se necessária por facilitar a verificação do relatório das medições para o consumidor.

Figura 17 - Inserção do nome no banco de dados do protótipo.



Fonte: Google (2019)

Na figura 18, é informado o nome do formulário que foi utilizado no protótipo e que fez vínculo com a planilha. Assim, todas os dados obtidos pelo sensor foram encaminhados através da comunicação WiFi para o formulário que, por consequência, encaminhou a resposta para a planilha.

Figura 18 - Inserção do nome no formulário do protótipo.

Fonte: Google (2019)

Na figura 19, nota-se que na coluna A da tabela foi informada a data e a hora dos envios das medições e na coluna B os valores das leituras de tensão. Com isso, foi possível analisar o período no qual foram realizadas as medições e, ainda, se os valores encontrados estão dentro dos limites críticos, precários e adequados descritos no módulo 8 dos PRODIST.

Figura 19 – Tabela referente a data/hora e os valores das medições.

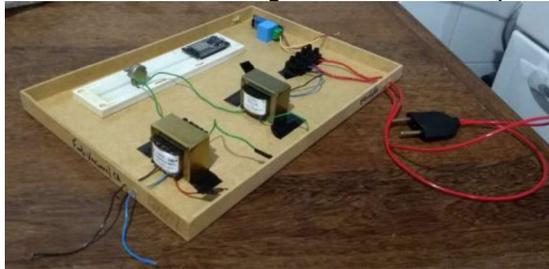


	A	B	C	D	E
1	Carimbo de data/hora	Tensão [V]			
2					
3					
4					

Fonte: Google (2019)

A partir da criação do Banco de Dados foi dada sequência na montagem física dos circuitos de alimentação do protótipo, conforme ilustrado na figura 20.

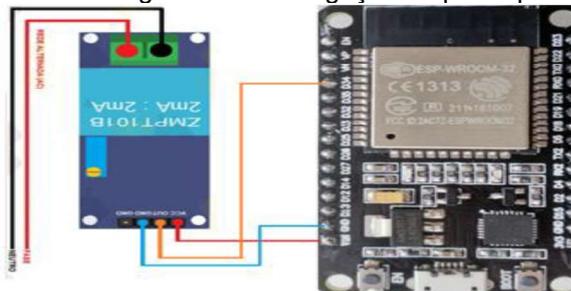
Figura 20 – Início da montagem física dos componentes.



Fonte: Autor (2019)

O primeiro sistema de alimentação refere-se à fonte variável CA, conforme descrito no subtítulo 4.2, e serviu para realização de testes no banco de dados. Já o segundo foi referente à alimentação da medição de tensão em regime permanente dos consumidores com níveis de tensão de atendimento em 127/220 V. Após a montagem dos dois sistemas de alimentação, os componentes do protótipo (o sensor ZMPT101B e o microcontrolador DOIT DevKitC v1) foram interligados, conforme ilustrado na figura 21.

Figura 21 – Interligação do protótipo.



Fonte: Autor (2019)

Após a interligação, deu-se início a elaboração da programação na IDE do Arduino.

A forma como é realizado a programação no microcontrolador DOIT DevKitC v1 é análoga a do Arduino, com exceção à escolha da placa no menu ferramenta da IDE, que foi a opção “DOIT ESP32 DEVKIT V1”. O algoritmo desenvolvido trata-se de uma compilação de exemplos testados de diversos usuários da internet e estruturado nos parâmetros do módulo 8 dos PRODIST e da norma IEC61000-4-30. Com isso, foi possível desenvolver um código final, disponível na íntegra no apêndice A. Com o objetivo de simplificar o entendimento da programação, a explicação foi dividida conforme etapas abaixo.

- Inclusão de bibliotecas e definições iniciais;
- Função *void setup*;
- Função *void loop*;

O primeiro marcador, disponibilizado acima, o qual se intitula “Inclusão de bibliotecas e definições iniciais”, englobou toda a configuração inicial do módulo, tais como: inclusão de bibliotecas; criação de um cliente seguro para acesso ao Google Formulários; inserção do link de acesso ao Google Formulários através do método GET, que é o método que aceita envio de texto (*strings*) em HTTP e a definição da constante de calibração do sensor ZMPT101B, constante essa que é definida baseando-se em medições realizadas em paralelo com um multímetro. Foram utilizados as bibliotecas "EmonLib.h" e "WiFiClientSecure.h". A primeira foi obtida e adaptada da programação aberta *Open Energy Monitor* (2014) e a segunda veio integrada no microcontrolador e adaptada de Morais (2017).

O segundo marcador refere-se à função *void setup*, função essa que só é executada uma vez, quando o microcontrolador é ligado. Essa função é responsável pela definição do pino analógico do microcontrolador (a informação é enviada pelo sensor ZMPT101B), pelo valor da constante de calibração, pela mudança de fase (consiste no período, em segundos, de uma medição de 12 ciclos, baseado na norma IEC61000-4-30, disponível na equação 5, descrita na página 21), pela habilitação do modo de comunicação WiFi e pela definição do WiFi utilizado, inserindo o nome e a senha do WiFi.

O terceiro marcador refere-se à função *void loop*, função essa que é executada continuamente até que a energia do microcontrolador seja interrompida ou então reiniciada.

Podemos separar função *void loop* em duas partes. Na primeira, é realizado o cálculo das leituras de 10 minutos, como descrito na página 21 do item 2.3 do

referencial teórico, sendo que esta função inicia-se pela inserção do período das medições (200 milissegundos ou 0,2 segundos) em 12 ciclos (inserido 24 semiciclos pelo modo de leitura do microcontrolador DOIT DevKitC v1). Posteriormente, ainda na primeira parte, é feita a declaração da variável de leitura (3000 leituras em 10 minutos) e da variável soma, que tem a função de adicionar os valores obtidos nas pequenas medições de 0,2 segundos. Após isso, realiza-se a divisão do somatório dessas pequenas medições pelo número de leituras em 10 minutos (3000 leituras) e, a partir daí, torna-se possível concluir a leitura da tensão em regime permanente em 10 minutos.

A segunda parte da função *void loop* refere-se, inicialmente, à conexão com o servidor do Google Docs, responsável pelos aplicativos Google Formulários e Google Planilhas. Estabelecida a conexão, ocorre o envio da leitura da tensão em regime permanente em 10 minutos, obtida na parte 1 do *void loop*, conforme é explanado na figura 26. Caso o envio dos dados obtidos nas leituras sejam realizados com êxito, é mostrado no monitor serial à frase “Dados enviados.”, caso não seja, a frase encontrada é “Erro ao se conectar”.

Para identificar as leituras por cores, foi necessário criar dentro da planilha uma formatação condicional, com o intuito de englobar todos os valores referentes aos limites críticos (vermelho), precários (amarelo) e adequados (verde), conforme informado e resumido na Tabela 1 da página 20. A figura 22 abaixo explana como realizar a formatação condicional no Google Planilhas.

Figura 22 – Formatação condicional para Consumidor atendido em 127 V.



Fonte: Autor (2019)

Após a elaboração da formatação condicional no Google Planilhas, foi feita uma nova medição, durante um hora, dentro do período de 21h30min às 22h30min

do dia 14 de outubro de 2019. No entanto, nessa nova medição foi usado a fonte variável CA, com o intuito de analisar o funcionamento do banco de dados através da simulação de valores de tensão abaixo dos limites adequados. As leituras foram realizadas conforme descrito abaixo e ilustrado pelas figuras 23 a 29.

- Leitura 1: Multímetro mod. 117 Fluke True RMS 118,1 V e no banco de dados 115 V, conforme figura 31;
- Leitura 2: Multímetro mod. 117 Fluke True RMS 91,0 V e no banco de dados 90 V, conforme figura 32;
- Leitura 3: Multímetro mod. 117 Fluke True RMS 82,7 V e no banco de dados 82 V, conforme figura 33;
- Leitura 4: Multímetro mod. 117 Fluke True RMS 64,9 V e no banco de dados 63 V, conforme figura 34;
- Leitura 5: Multímetro mod. 117 Fluke True RMS 40,32 V e no banco de dados 38 V, conforme figura 35;
- Leitura 6: Multímetro mod. 117 Fluke True RMS 12,21 V e no banco de dados 11 V, conforme figura 36.

Figura 23 – Valores enviados ao Banco de Dados a partir da fonte variável CA.

1	Carimbo de data/hora	Tensão [V]
2	14/10/2019 21:42:03	115
3	14/10/2019 21:52:26	90
4	14/10/2019 22:03:32	82
5	14/10/2019 22:13:59	63
6	14/10/2019 22:22:58	38
7	14/10/2019 22:31:51	11

Fonte: Autor (2019)

Figura 24 – Leitura 1 a partir da alimentação da fonte variável CA.



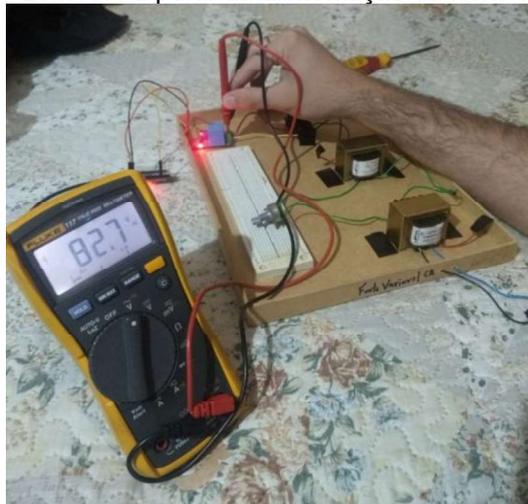
Fonte: Autor (2019)

Figura 25 – Leitura 2 a partir da alimentação da fonte variável CA.



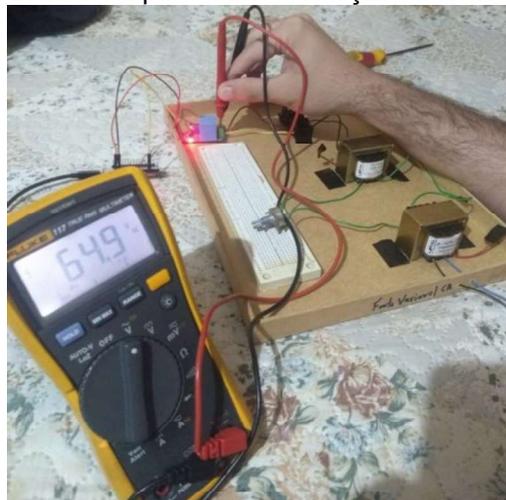
Fonte: Autor (2019)

Figura 26 – Leitura 3 a partir da alimentação da fonte variável CA.



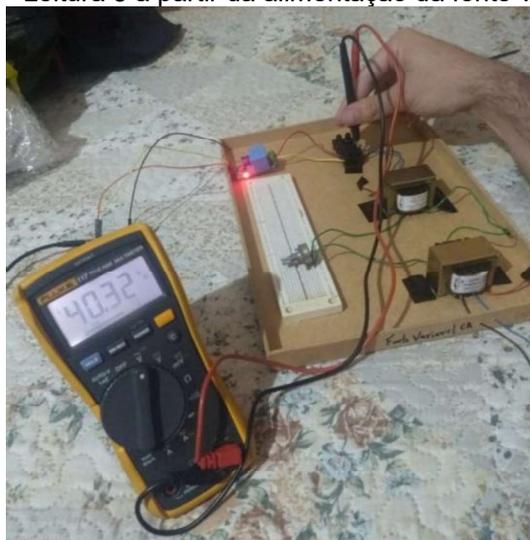
Fonte: Autor (2019)

Figura 27 – Leitura 4 a partir da alimentação da fonte variável CA.



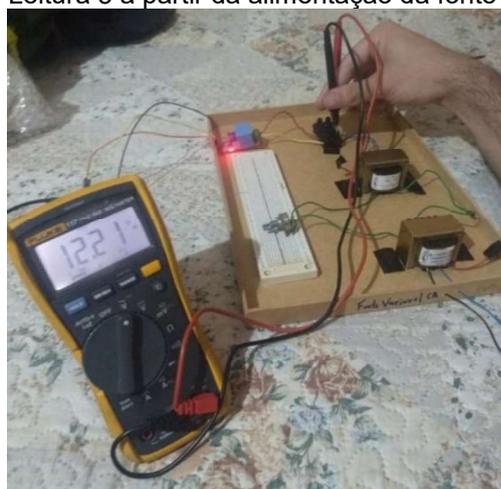
Fonte: Autor (2019)

Figura 28 – Leitura 5 a partir da alimentação da fonte variável CA.



Fonte: Autor (2019)

Figura 29 – Leitura 5 a partir da alimentação da fonte variável CA.



Fonte: Autor (2019)

Para ilustrar se as leituras estão dentro dos limites críticos ou precários utilizou-se como base a função SE presente no aplicativo Google Planilhas. Além disso, foi adicionada a condição da função OU para dar a possibilidade de inserir todos os valores que se enquadram dentro dos limites críticos ou precários. Para verificar se a função foi elaborada corretamente, foi realizada a alteração nos valores das medições e, a partir disso, foi possível observar que a função garantiu a condição desejada, conforme ilustra as figuras 30 e 31.

Figura 30 – Função SE para detectar leituras em limites Críticos.

fx =SE(OU(B2>135;B2<110);"Crítico";"")			
	A	B	C
1	Carimbo de data/hora	Tensão [V]	Limite Crítico
2	10/10/2019 19:23:33	136	Crítico
3	10/10/2019 19:35:33	124	
4	10/10/2019 19:44:48	121	
5	10/10/2019 19:53:56	124	
6	10/10/2019 20:02:04	125	
7	10/10/2019 20:13:51	120	
8			1

Fonte: Autor (2019)

Figura 31 – Função SE para detectar leituras em limites Precários.

fx =SE(OU(B2=110;B2=111;B2=112;B2=113;B2=114;B2=115;B2=116;B2=134;B2=135);"Precário";"")				
	A	B	C	D
1	Carimbo de data/hora	Tensão [V]	Limite Crítico	Limite Precário
2	10/10/2019 19:23:33	110		Precário
3	10/10/2019 19:35:33	124		
4	10/10/2019 19:44:48	121		
5	10/10/2019 19:53:56	124		
6	10/10/2019 20:02:04	125		
7	10/10/2019 20:13:51	120		
8			0	1

Fonte: Autor (2019)

Por fim, caso as leituras encontradas estivessem dentro dos limites adequados, não seria mostrado nada nas células pela condição impostada na função SE.

Quanto aos cálculos dos indicadores individuais de Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária (DRP) e Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica (DRC), foi utilizada a função CONT.SES para contar a quantidade de itens que repetiram no intervalo estabelecido, tanto para a coluna “Limite Precário” quanto para “Limite Crítico”, conforme exemplificado na figura 32. Para a realização dos cálculos de DRP e DRC, os valores encontrados pela função CONT.SES foram divididos por cem, baseado nas equações 2 e 3 disponível na página 20.

Figura 32 – Função CONT.SES para contar valores nos limites Críticos e Precários.

fx =CONT.SES(C2:C7;"=Crítico")				fx =CONT.SES(D2:D7;"=Precário")				
	A	B	C		A	B	C	D
1	Carimbo de data/hora	Tensão [V]	Limite Crítico	1	Carimbo de data/hora	Tensão [V]	Limite Crítico	Limite Precário
2	10/10/2019 19:23:33	136	Crítico	2	10/10/2019 19:23:33	135		Precário
3	10/10/2019 19:35:33	124		3	10/10/2019 19:35:33	124		
4	10/10/2019 19:44:48	121		4	10/10/2019 19:44:48	121		
5	10/10/2019 19:53:56	124		5	10/10/2019 19:53:56	124		
6	10/10/2019 20:02:04	125		6	10/10/2019 20:02:04	125		
7	10/10/2019 20:13:51	120		7	10/10/2019 20:13:51	120		
8			1	8			0	1

Fonte: Autor (2019)

Para verificar a precisão e a exatidão das leituras obtidas pelo protótipo foi usado a análise do CV e a do ER, conforme citado na página 27 da metodologia.

A análise do CV foi obtida através do cálculo do desvio padrão sobre a média das leituras. Para o cálculo do desvio padrão utilizou-se a função “=DESVPAD” e para o cálculo da média utilizou-se a função “=MÉDIA”, ambas do mesmo intervalo de interesse e disponibilizadas no Google Planilhas.

Para o cálculo do ER foi utilizado a média das leituras, a mesma que foi utilizada para o cálculo do CV, e subtraído da tensão de referência. Após a realização dessa subtração foi realizado a divisão pela tensão de referência.

Depois de realizado os cálculos foi possível verificar se as leituras são confiáveis.

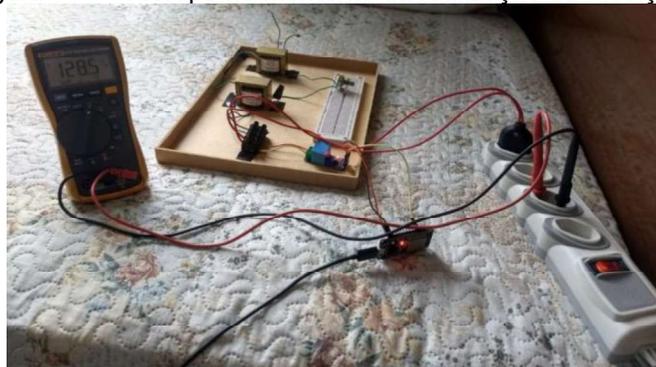
Quanto mais próximo o CV e o ER ficarem do 0,00%, menor é a dispersão dos valores (dados mais precisos) e mais próximo do valor verdadeiro (dados mais exatos), respectivamente.

Após a visualização de todos os detalhes da criação do protótipo, o próximo passo foi a realização da medição real, em um consumidor com a tensão de atendimento em 127 V no período de 168 horas, conforme proposto no módulo 8 dos PRODIST. A medição foi realizada dentro do período de 08h30min a 08h20min do dia 19 de outubro de 2019 a 26 de outubro de 2019.

O protótipo foi posicionado próximo ao ponto de conexão, e, assim, foi possível garantir que não haveria problemas quanto à segurança do consumidor e nem a do profissional que responsável pela instalação do sistema de medição.

A figura 33 mostra a posição física do protótipo no momento da realização da medição para emissão do Relatório de Conformidade de Tensão em Regime Permanente, disponível no Google Planilhas.

Figura 33 – Protótipo no momento da realização da medição.



Fonte: Autor (2019)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o término da medição por 7 dias, foi possível verificar que o protótipo realizou com êxito o que foi proposto na metodologia do trabalho. As figuras 34 a 38 ilustram fragmentos do relatório disponível ao consumidor, e no apêndice B estão presentes os valores encontrados na medição real de 168 horas.

Figura 34 – Dez primeiras medições realizadas pelo protótipo com indicativo de cor.

Carimbo de data/hor.	Tensão [V]	Limites Críticos ou Precários de Tensão	Registros
19/10/2019 08:40:15	118		1
19/10/2019 08:50:38	129		2
19/10/2019 09:00:43	127		3
19/10/2019 09:10:47	124		4
19/10/2019 09:20:51	125		5
19/10/2019 09:30:55	127		6
19/10/2019 09:40:58	128		7
19/10/2019 09:50:02	122		8
19/10/2019 10:00:06	123		9
19/10/2019 10:10:10	126		10

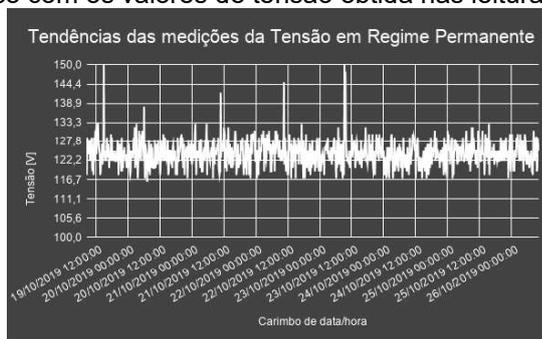
Fonte: Autor (2019)

Figura 35 – Dez ultimas medições realizadas pelo protótipo com indicativo de cor.

Carimbo de data/hor.	Tensão [V]	Limites Críticos ou Precários de Tensão	Registros
26/10/2019 08:40:04	122		999
26/10/2019 08:50:08	125		1000
26/10/2019 09:00:12	125		1001
26/10/2019 09:10:16	129		1002
26/10/2019 09:20:20	129		1003
26/10/2019 09:30:24	119		1004
26/10/2019 09:40:28	120		1005
26/10/2019 09:50:32	129		1006
26/10/2019 10:00:36	125		1007
26/10/2019 10:10:40	127		1008

Fonte: Autor (2019)

Figura 36 – Gráfico com os valores de tensão obtida nas leituras no período de 168 horas.



Fonte: Autor (2019)

Figura 37 – Resultado dos indicadores de DRP e DRC.

	Indicadores Individuais	
	Limite	Valor Encontrado
DRP =	3,00%	1,00%
DRC =	0,50%	7,00%
Qtd Valores em Limites Precários =		1
Qtd Valores em Limites Críticos =		7
Qtd Valores em Limites Adequados =		1.000

Fonte: Autor (2019)

Figura 38 – Dados de Identificação do Consumidor.

Identificação	
Tensão de Referência =	127 V
Nome do Cliente =	Matheus Mendes Fonseca
Período de Medição Programado =	19/10/19 08:30 à 26/10/19 08:20
Intervalo de registros [s] =	600
Registros válidos =	1008

Fonte: Autor (2019)

A média das leituras foi de 124,33 V, 2,67 V a menos que a tensão de referência (127 V). Os valores de CV e ER foram de 3,09% e -2,10%, respectivamente. O resultado negativo em ER significa que o valor medido é menor que o valor verdadeiro (tensão de referência), portanto há um ER negativo, conforme ilustra a figura 39 abaixo.

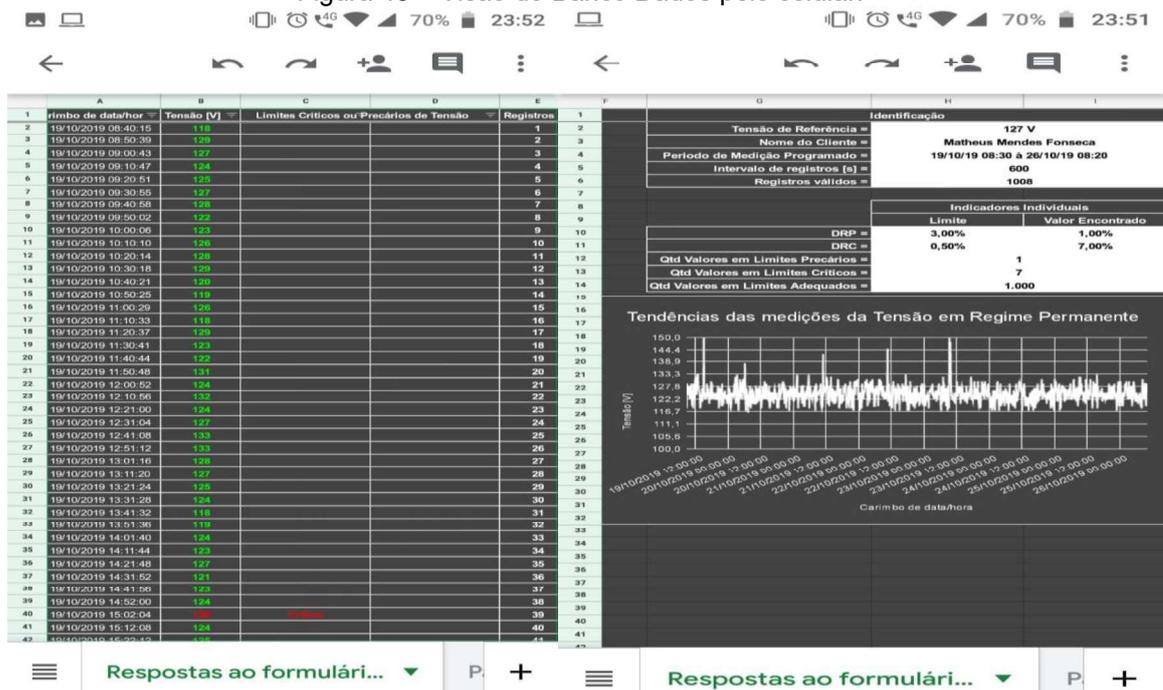
Figura 39 – Cálculo da Média, Desvio Padrão, CV e ER das leituras.

Análises Estatísticas	
Média das Leituras =	124,3333333
Desvio Padrão =	3,836789456
Precisão > Coeficiente de Variação (CV) =	3,09%
Exatidão > Erro Relativo (ER) =	-2,10%

Fonte: Autor (2019)

É possível o acesso ao banco de dados pelo consumidor, em qualquer lugar do mundo, através do aplicativo Google Planilhas, sendo necessário somente uma conexão WiFi no celular, conforme figuras 40 disponibilizada abaixo.

Figura 40 – Visão do Banco Dados pelo celular.



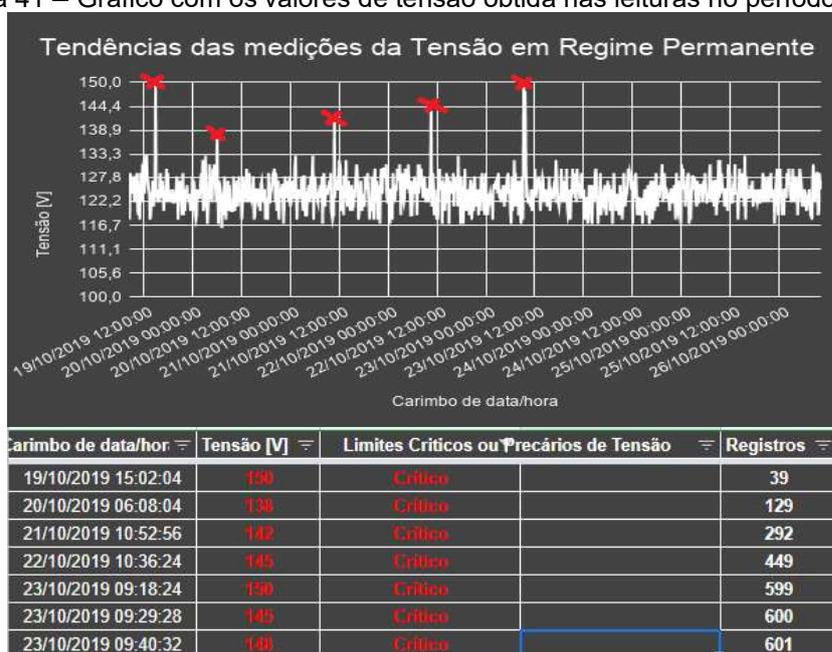
Fonte: Autor (2019)

Após o êxito no desenvolvimento do protótipo, iremos analisar vários pontos de melhorias nos parágrafos à frente.

Primeiramente, na figura 35, é possível verificar que a última medição foi realizada às 10h10min, 1h50min a mais do que havia sido planejado (8h20min). Esse problema refere-se ao *delay* (em português “atraso”) entre a comunicação WiFi e o Banco de Dados, causando atraso no envio das informações.

Além disso, ao analisar o relatório por completo, é possível identificar algumas oscilações dentro dos limites adequados, sendo necessário um estudo mais aprofundado sobre a calibração do sensor, com o objetivo de melhorar a precisão e a exatidão dos dados obtidos. Ademais, na figura 41, ao analisar o gráfico, é possível perceber oscilações acima do limite adequado. No entanto, pode-se afirmar que tais variações devem-se a um mau contato ou falha na comunicação da programação, visto que a tensão chegou a níveis altíssimos e não houve relatos de queima de equipamento pelo consumidor.

Figura 41 – Gráfico com os valores de tensão obtida nas leituras no período de 168 horas.



Fonte: Autor (2019)

Por fim, na figura 39, é possível observar que o valor de precisão do sensor ZMPT101B está em 3,09%. No trecho do *datasheet*, disponibilizado no Quadro 2 página 23, foi informado que a precisão do sensor está entre $\pm 1\%$, tendo uma diferença de 2,09% do que foi informado. Levando assim a existência de medições imprecisas no relatório.

6 CONCLUSÃO

O estímulo para o desenvolvimento deste trabalho se deu pela falta de conhecimento dos consumidores sobre a tensão em regime permanente que é fornecida pelas Distribuidoras de Energia Elétrica. Somado à poucas vertentes de estudo relacionadas ao desenvolvimento de soluções de baixo custo e de fácil acesso para o monitoramento da qualidade do produto com foco exclusivo na tensão em regime permanente.

Para isso, a principal contribuição deste trabalho foi à implementação de um sistema de monitoramento da QEE, relacionado à tensão em regime permanente, com o intuito de informar remotamente ao consumidor se o nível da tensão entregue pela Distribuidora de Energia Elétrica encontra-se dentro dos valores admissíveis pelo Módulo 8 dos PRODIST.

Através das contribuições oriundas desse trabalho, idealiza-se a possibilidade de melhora da calibração do sensor ZMPT101B, devido ao seu comportamento de linearidade. A partir deste comportamento, é possível a utilização de métodos de otimização matemática como, por exemplo, o método dos mínimos quadrados. Para utilização desse método será necessário realizar uma adaptação na programação, para que seja possível a obtenção dos valores de saída (CC) e, com isso, relacionar com a tensão de entrada (CA), e a partir daí, encontrar o melhor ajuste para um conjunto de dados a fim de minimizar os resíduos.

Além disso, ainda há a possibilidade de inserir em estudos futuros a realização do cálculo do reembolso financeiro, caso os valores de DRC e DRP sejam excedidos. Tal ação beneficiará ainda mais o consumidor, que terá a oportunidade de receber o valor da restituição adequada.

REFERÊNCIAS

ABREU, Y. V; OLIVEIRA, M. A. G; GUERRA, S. M. **Energia Sociedade e Meio Ambiente**. Málaga, Espanha: Eumed.Net, Universidad de Malaga, 2010.

ABUBAKAR, N. K. et al. **Calibration of ZMPT101B Voltage Sensor Module Using Polynomial Regression for Accurate Load Monitoring**. Journal of Engineering and Applied Sciences, v. 12, n. 4, p. 1077-1079, 2017.

ASHTON, K. **That ‘internet of things’ thing**. RFID journal, v. 22, n. 7, p. 97-114, 2009. Disponível em: <http://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-That%20Internet%20of%20Things%20Thing.pdf>. Acesso em 6 de abril de 2019.

BOLTON, W. **Mecatrônica Uma abordagem multidisciplinar**. Bookman 4ª edição. São Paulo, 2010.

BRAGA, N.C. **Tensão de Pico Eficaz e RMS (IP1315)**. 2016. Disponível em: <https://www.newtonbraga.com.br>. Acesso em 18 de fevereiro de 2019.

BRASIL. ANEEL. Nota Técnica nº 0075/2011-SRD/ANEEL. **Possíveis cenários para padronização das tensões de distribuição de energia elétrica no Brasil**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br>. Acesso em 30 de março de 2019.

BRASIL. ANEEL. **Resolução Normativa nº 345/2008. PRODIST - Modulo 1 Revisão 00**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/modulo-1>. Acesso em 20 de fevereiro de 2019.

BRASIL. ANEEL. **Resolução Normativa nº 842/2018. PRODIST - Modulo 8 Revisão 10**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/modulo-8>. Acesso em 21 de fevereiro de 2019.

DECKMANN, S.M.; POMILIO, J. A. **Avaliação da qualidade da energia elétrica**. 2017. Disponível em: <http://www.dsce.fee.unicamp.br/antenor/pdf/qualidade/b5.pdf>. Acesso em 30 de março de 2019.

DUGAN, R.C.;MCGRANAGHAN, M.F.;SANTOSO, S.;BEATY, H.M. **Electrical Power Systems Quality**. 2. ed. McGraw-Hill Professional, 2002.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B.; PINHEIRO, M. G. **Sistemas de banco de dados**. São Paulo, Pearson Addison Wesley, 2005

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

GRANDI, A. L.; SIQUEIRA, M. J. V. Capítulo IX - **Modelo de relatório de qualidade da energia elétrica atendendo aos Procedimentos de Distribuição (Prodist)**. *Revista O Setor Elétrico*, ed. 81. 60-67, 2012.

IEC. International Standard IEC 61.000-4-30, Edition 2.0 (2018). **Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4- 30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods.**

ITO, H. T. **Energia Elétrica: Apuração da Qualidade dos Dados de Consumo.** Tese (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, p. 07. 2003.

JUNIOR, M. **Introdução à Informática - Hardware & Software.** 2014. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Macau. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/marcelojunior/disciplinas/apostilas/introducao-a-informatica-hardware-software>. Acesso em 25 de março de 2019.

LIMA JUNIOR, P. et al. **O laboratório de mecânica.** Porto Alegre: Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

MCEACHERN, A. **Roles of intelligent systems in power quality monitoring: past, present, and future.** In: Power Engineering Society Summer Meeting (Cat. No.01CH37262). 2001, IEEE. p.1103-1105.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino.** 2ª ed. Novatec Editora. 2015. ISBN: 978-85-7522-404-5.

MORAIS, J. **Banco de dados com Google planilhas - ESP.** 2017. Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/banco-de-dados-com-google-planilhas-com-esp/>. Acesso em 01 de setembro de 2019.

MUSSOI, F. L. R. **Modelo de decisão integrado para a priorização multiestágio de projetos de distribuição considerando a qualidade da energia elétrica.** Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina - UFSC, p. 60. 2013.

NAKASHIMA, K. **Valor Médio e Eficaz.** 2007. Disponível em: <http://professor.ufabc.edu.br/~jose.azcue/Circuitos%20Eletricos%201/rms.pdf>. Acesso em 28 de março de 2019.

NANJING ZEMING ELECTRONIC CO. LTD. **Datasheet ZMPT107.** Disponível em: <https://p.globalsources.com/IMAGES/PDT/SPEC/210/K1051796210.pdf>. Acesso em 1 de abril de 2019.

OLESKOVICZ, M. et al. **Estudo comparativo de ferramentas modernas de análise aplicadas à qualidade de energia elétrica.** Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica, v. 17, n. 3, p. 331-341, 2006.

OPEN ENERGY MONITOR. **Electricity monitoring library.** 2014. Disponível em: <https://github.com/openenergymonitor/EmonLib>. Acesso em 06 de outubro de 2019.

RODRIGUES, E.; PEDÓ, R.; TEDESCO, L. P. **Sistemas Embarcados e sua Aplicação na Indústria**. Workshop em Sistemas e Processos Industriais, 2013.

SAMPAIO, J.L.P.; CALÇADA, C.S.V. **Física**. 2. ed. Atual Editora, 2005.

SANTOS, B. P. et al. **Internet das coisas: da teoria à prática**. Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, 2016.

SANTOS, F. M. F. **Qualidade de Energia – Comparação das normas IEC 61000-3-2 E IEEE 519**. 2007. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Engenharia Elétrica, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

SANTOS, M. C. et al. **Perigo na Cidade**. *Revista Lumière*, v. 114, p. 48-56, 2007.

SHENZHEN DOCTOR OF INTELLIGENCE & TECHNOLOGY. **Datasheet DOIT DevKitC v1**. Disponível em:

https://docs.zerynth.com/latest/official/board.zerynth.doit_esp32/docs/index.html. Acesso em 1 de abril de 2019.

TOLMASQUIM, M. **Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil**. *Estudos Avançados*, v. 26, n. 74, p. 247-260, 1 jan. 2012.

ZANELLA, A. et al. **Internet of things for smart cities**. *IEEE Internet of Things journal*, v. 1, n. 1, p. 22-32, 2014. ISSN 2327-4662.

APÊNDICE A – Programação utilizada no protótipo

```

//Bibliotecas
#include "EmonLib.h".
#include <WiFiClientSecure.h>

//Variável de calibração.
#define VOLT_CAL 142.00

//Dados do site que vai receber a GET
WiFiClientSecure client; // Cria um cliente seguro (para ter acesso ao HTTPS)
String textFix = "GET /forms/d/e/1FAIpQLSdMRMpbmEcXzqvpY-
Jn9LCBV1_dnANxz48hWcXyzJKkF-SC8g/formResponse?ifq&entry.290412393=";

//Instância
EnergyMonitor emon1;

void setup() {

    Serial.begin(9600);
    emon1.voltage(34, VOLT_CAL, 0.2);
    WiFi.mode(WIFI_STA);
    WiFi.begin("Casa 1", "Senha do WiFi");//Conecta na rede

}

void loop() {
    emon1.calcVI(24,200);
    int leituras = 3000;
    int soma = 0;
    float supplyVoltage = emon1.Vrms;

}

```

```

for(int i = 0; i < 3001;i++)
    soma = (emon1.Vrms - 2.64)/(0.0012);
    soma = soma / leituras;
    Serial.print("Tensão medida na rede AC: ");
    Serial.print(soma, 0);
    Serial.println("V");
    delay(600000);
}
}
{
    if (client.connect("docs.google.com", 443) == 1)//Tenta se conectar ao servidor do
Google docs na porta 443 (HTTPS)
    {
        String toSend = textFix;
        toSend += soma;
        toSend += "&submit=Submit HTTP/1.1";//Completamos o método GET para
nosso formulario.
        client.println(toSend);//Enviamos o GET ao servidor-
        client.println("Host: docs.google.com");
        client.println();//-
        client.stop();//Encerramos a conexão com o servidor
        Serial.println("Dados enviados.");//Mostra no monitor que foi enviado
    }
    else
    {
        Serial.println("Erro ao se conectar");//Se não for possível conectar no servidor,
ira avisar no monitor.
    }

}

}

```

APÊNDICE B – Valores encontrados na medição real de 168 horas

Registro	Carimbo de data/hora	Tensão [V]
1	19/10/2019 08:40	118
2	19/10/2019 08:50	129
3	19/10/2019 09:00	127
4	19/10/2019 09:10	124
5	19/10/2019 09:20	125
6	19/10/2019 09:30	127
7	19/10/2019 09:40	128
8	19/10/2019 09:50	122
9	19/10/2019 10:00	123
10	19/10/2019 10:10	126
11	19/10/2019 10:20	128
12	19/10/2019 10:30	129
13	19/10/2019 10:40	120
14	19/10/2019 10:50	119
15	19/10/2019 11:00	126
16	19/10/2019 11:10	118
17	19/10/2019 11:20	129
18	19/10/2019 11:30	123
19	19/10/2019 11:40	122
20	19/10/2019 11:50	131
21	19/10/2019 12:00	124
22	19/10/2019 12:10	132
23	19/10/2019 12:21	124
24	19/10/2019 12:31	127
25	19/10/2019 12:41	133
26	19/10/2019 12:51	133
27	19/10/2019 13:01	128
28	19/10/2019 13:11	127
29	19/10/2019 13:21	125
30	19/10/2019 13:31	124
31	19/10/2019 13:41	118
32	19/10/2019 13:51	119
33	19/10/2019 14:01	124
34	19/10/2019 14:11	123
35	19/10/2019 14:21	127
36	19/10/2019 14:31	121
37	19/10/2019 14:41	123
38	19/10/2019 14:52	124
39	19/10/2019 15:02	150
40	19/10/2019 15:12	124
41	19/10/2019 15:22	125
42	19/10/2019 15:32	122
43	19/10/2019 15:42	123
44	19/10/2019 15:52	122
45	19/10/2019 16:02	124

46	19/10/2019 16:12	129
47	19/10/2019 16:22	124
48	19/10/2019 16:32	123
49	19/10/2019 16:42	127
50	19/10/2019 16:52	124
51	19/10/2019 17:02	120
52	19/10/2019 17:12	124
53	19/10/2019 17:23	123
54	19/10/2019 17:33	125
55	19/10/2019 17:43	130
56	19/10/2019 17:53	122
57	19/10/2019 18:03	129
58	19/10/2019 18:13	123
59	19/10/2019 18:23	125
60	19/10/2019 18:33	123
61	19/10/2019 18:43	122
62	19/10/2019 18:53	124
63	19/10/2019 19:03	122
64	19/10/2019 19:13	125
65	19/10/2019 19:23	123
66	19/10/2019 19:33	122
67	19/10/2019 19:43	122
68	19/10/2019 19:54	123
69	19/10/2019 20:04	125
70	19/10/2019 20:14	128
71	19/10/2019 20:24	127
72	19/10/2019 20:34	118
73	19/10/2019 20:44	123
74	19/10/2019 20:54	127
75	19/10/2019 21:04	123
76	19/10/2019 21:14	127
77	19/10/2019 21:24	123
78	19/10/2019 21:34	119
79	19/10/2019 21:44	129
80	19/10/2019 21:54	119
81	19/10/2019 22:04	125
82	19/10/2019 22:14	120
83	19/10/2019 22:25	125
84	19/10/2019 22:35	123
85	19/10/2019 22:45	126
86	19/10/2019 22:55	123
87	19/10/2019 23:05	123
88	19/10/2019 23:15	122
89	19/10/2019 23:25	124
90	19/10/2019 23:35	120
91	19/10/2019 23:45	121
92	19/10/2019 23:55	122
93	20/10/2019 00:05	128

94	20/10/2019 00:15	120
95	20/10/2019 00:25	127
96	20/10/2019 00:35	125
97	20/10/2019 00:45	119
98	20/10/2019 00:56	118
99	20/10/2019 01:06	119
100	20/10/2019 01:16	125
101	20/10/2019 01:26	124
102	20/10/2019 01:36	125
103	20/10/2019 01:46	123
104	20/10/2019 01:56	123
105	20/10/2019 02:06	127
106	20/10/2019 02:16	129
107	20/10/2019 02:26	124
108	20/10/2019 02:36	132
109	20/10/2019 02:46	120
110	20/10/2019 02:56	121
111	20/10/2019 03:06	123
112	20/10/2019 03:16	133
113	20/10/2019 03:27	124
114	20/10/2019 03:37	122
115	20/10/2019 03:47	117
116	20/10/2019 03:57	121
117	20/10/2019 04:07	125
118	20/10/2019 04:17	131
119	20/10/2019 04:27	125
120	20/10/2019 04:37	123
121	20/10/2019 04:47	123
122	20/10/2019 04:57	122
123	20/10/2019 05:07	130
124	20/10/2019 05:17	128
125	20/10/2019 05:27	131
126	20/10/2019 05:37	127
127	20/10/2019 05:47	125
128	20/10/2019 05:58	122
129	20/10/2019 06:08	138
130	20/10/2019 06:18	125
131	20/10/2019 06:28	117
132	20/10/2019 06:38	127
133	20/10/2019 06:48	126
134	20/10/2019 06:58	125
135	20/10/2019 07:08	123
136	20/10/2019 07:18	116
137	20/10/2019 07:28	124
138	20/10/2019 07:38	119
139	20/10/2019 07:48	123
140	20/10/2019 07:58	128
141	20/10/2019 08:08	124

142	20/10/2019 08:18	118
143	20/10/2019 08:29	126
144	20/10/2019 08:39	123
145	20/10/2019 08:49	127
146	20/10/2019 08:59	120
147	20/10/2019 09:09	126
148	20/10/2019 09:19	122
149	20/10/2019 09:29	121
150	20/10/2019 09:39	120
151	20/10/2019 09:49	120
152	20/10/2019 09:59	120
153	20/10/2019 10:09	128
154	20/10/2019 10:19	122
155	20/10/2019 10:29	120
156	20/10/2019 10:39	125
157	20/10/2019 10:49	126
158	20/10/2019 11:00	127
159	20/10/2019 11:10	121
160	20/10/2019 11:20	124
161	20/10/2019 11:30	128
162	20/10/2019 11:40	122
163	20/10/2019 11:50	123
164	20/10/2019 12:00	123
165	20/10/2019 12:10	118
166	20/10/2019 12:20	121
167	20/10/2019 12:30	128
168	20/10/2019 12:40	123
169	20/10/2019 12:50	122
170	20/10/2019 13:00	127
171	20/10/2019 13:11	124
172	20/10/2019 13:22	130
173	20/10/2019 13:34	123
174	20/10/2019 13:45	122
175	20/10/2019 13:56	129
176	20/10/2019 14:07	128
177	20/10/2019 14:18	122
178	20/10/2019 14:29	125
179	20/10/2019 14:40	123
180	20/10/2019 14:51	124
181	20/10/2019 15:02	128
182	20/10/2019 15:13	118
183	20/10/2019 15:24	119
184	20/10/2019 15:35	125
185	20/10/2019 15:46	125
186	20/10/2019 15:57	125
187	20/10/2019 16:08	123
188	20/10/2019 16:20	121
189	20/10/2019 16:31	125

190	20/10/2019 16:42	120
191	20/10/2019 16:53	126
192	20/10/2019 17:04	127
193	20/10/2019 17:15	125
194	20/10/2019 17:26	122
195	20/10/2019 17:37	123
196	20/10/2019 17:48	125
197	20/10/2019 17:59	118
198	20/10/2019 18:10	123
199	20/10/2019 18:21	122
200	20/10/2019 18:32	118
201	20/10/2019 18:43	129
202	20/10/2019 18:54	122
203	20/10/2019 19:06	122
204	20/10/2019 19:17	124
205	20/10/2019 19:28	125
206	20/10/2019 19:39	127
207	20/10/2019 19:50	126
208	20/10/2019 20:01	129
209	20/10/2019 20:12	130
210	20/10/2019 20:23	122
211	20/10/2019 20:34	129
212	20/10/2019 20:45	120
213	20/10/2019 20:56	126
214	20/10/2019 21:07	127
215	20/10/2019 21:18	118
216	20/10/2019 21:29	125
217	20/10/2019 21:40	123
218	20/10/2019 21:52	125
219	20/10/2019 22:03	126
220	20/10/2019 22:14	126
221	20/10/2019 22:25	117
222	20/10/2019 22:36	122
223	20/10/2019 22:47	128
224	20/10/2019 22:58	124
225	20/10/2019 23:09	123
226	20/10/2019 23:20	127
227	20/10/2019 23:31	125
228	20/10/2019 23:42	122
229	20/10/2019 23:53	128
230	21/10/2019 00:04	121
231	21/10/2019 00:15	122
232	21/10/2019 00:26	124
233	21/10/2019 00:38	127
234	21/10/2019 00:49	123
235	21/10/2019 01:00	123
236	21/10/2019 01:11	130
237	21/10/2019 01:22	133

238	21/10/2019 01:33	123
239	21/10/2019 01:44	118
240	21/10/2019 01:55	125
241	21/10/2019 02:06	123
242	21/10/2019 02:17	123
243	21/10/2019 02:28	125
244	21/10/2019 02:39	123
245	21/10/2019 02:50	128
246	21/10/2019 03:01	123
247	21/10/2019 03:12	120
248	21/10/2019 03:24	128
249	21/10/2019 03:35	128
250	21/10/2019 03:46	119
251	21/10/2019 03:57	119
252	21/10/2019 04:08	119
253	21/10/2019 04:19	124
254	21/10/2019 04:30	125
255	21/10/2019 04:41	126
256	21/10/2019 04:52	122
257	21/10/2019 05:03	128
258	21/10/2019 05:14	123
259	21/10/2019 05:25	129
260	21/10/2019 05:36	133
261	21/10/2019 05:47	118
262	21/10/2019 05:58	127
263	21/10/2019 06:10	128
264	21/10/2019 06:21	125
265	21/10/2019 06:32	123
266	21/10/2019 06:43	123
267	21/10/2019 06:54	122
268	21/10/2019 07:05	124
269	21/10/2019 07:16	125
270	21/10/2019 07:27	126
271	21/10/2019 07:38	123
272	21/10/2019 07:49	128
273	21/10/2019 08:00	117
274	21/10/2019 08:09	125
275	21/10/2019 08:18	129
276	21/10/2019 08:27	127
277	21/10/2019 08:36	121
278	21/10/2019 08:46	125
279	21/10/2019 08:55	125
280	21/10/2019 09:04	124
281	21/10/2019 09:13	124
282	21/10/2019 09:22	126
283	21/10/2019 09:31	125
284	21/10/2019 09:40	127
285	21/10/2019 09:49	125

286	21/10/2019 09:58	129
287	21/10/2019 10:07	120
288	21/10/2019 10:16	119
289	21/10/2019 10:25	118
290	21/10/2019 10:34	119
291	21/10/2019 10:43	119
292	21/10/2019 10:52	142
293	21/10/2019 11:02	123
294	21/10/2019 11:11	127
295	21/10/2019 11:20	126
296	21/10/2019 11:29	125
297	21/10/2019 11:38	125
298	21/10/2019 11:47	128
299	21/10/2019 11:56	126
300	21/10/2019 12:05	132
301	21/10/2019 12:14	131
302	21/10/2019 12:23	130
303	21/10/2019 12:32	120
304	21/10/2019 12:41	121
305	21/10/2019 12:50	126
306	21/10/2019 12:59	123
307	21/10/2019 13:08	119
308	21/10/2019 13:18	128
309	21/10/2019 13:27	128
310	21/10/2019 13:36	123
311	21/10/2019 13:45	132
312	21/10/2019 13:54	125
313	21/10/2019 14:03	121
314	21/10/2019 14:12	125
315	21/10/2019 14:21	127
316	21/10/2019 14:30	122
317	21/10/2019 14:39	121
318	21/10/2019 14:48	120
319	21/10/2019 14:57	125
320	21/10/2019 15:06	126
321	21/10/2019 15:15	120
322	21/10/2019 15:24	121
323	21/10/2019 15:34	121
324	21/10/2019 15:43	125
325	21/10/2019 15:52	123
326	21/10/2019 16:01	127
327	21/10/2019 16:10	128
328	21/10/2019 16:19	131
329	21/10/2019 16:28	130
330	21/10/2019 16:37	126
331	21/10/2019 16:46	118
332	21/10/2019 16:55	119
333	21/10/2019 17:04	124

334	21/10/2019 17:13	120
335	21/10/2019 17:22	127
336	21/10/2019 17:31	122
337	21/10/2019 17:40	120
338	21/10/2019 17:50	124
339	21/10/2019 17:59	121
340	21/10/2019 18:08	122
341	21/10/2019 18:17	121
342	21/10/2019 18:26	128
343	21/10/2019 18:35	125
344	21/10/2019 18:44	126
345	21/10/2019 18:53	125
346	21/10/2019 19:02	129
347	21/10/2019 19:11	125
348	21/10/2019 19:20	122
349	21/10/2019 19:29	118
350	21/10/2019 19:38	122
351	21/10/2019 19:47	123
352	21/10/2019 19:56	121
353	21/10/2019 20:06	128
354	21/10/2019 20:15	120
355	21/10/2019 20:24	121
356	21/10/2019 20:33	118
357	21/10/2019 20:42	128
358	21/10/2019 20:51	130
359	21/10/2019 21:00	125
360	21/10/2019 21:09	122
361	21/10/2019 21:18	127
362	21/10/2019 21:27	118
363	21/10/2019 21:36	125
364	21/10/2019 21:45	125
365	21/10/2019 21:54	126
366	21/10/2019 22:03	117
367	21/10/2019 22:12	126
368	21/10/2019 22:22	130
369	21/10/2019 22:31	125
370	21/10/2019 22:40	124
371	21/10/2019 22:49	130
372	21/10/2019 22:58	130
373	21/10/2019 23:07	130
374	21/10/2019 23:16	128
375	21/10/2019 23:25	128
376	21/10/2019 23:34	131
377	21/10/2019 23:43	124
378	21/10/2019 23:52	122
379	22/10/2019 00:01	122
380	22/10/2019 00:10	125
381	22/10/2019 00:19	122

382	22/10/2019 00:28	117
383	22/10/2019 00:38	122
384	22/10/2019 00:47	125
385	22/10/2019 00:56	125
386	22/10/2019 01:05	118
387	22/10/2019 01:14	129
388	22/10/2019 01:23	123
389	22/10/2019 01:32	126
390	22/10/2019 01:41	122
391	22/10/2019 01:50	124
392	22/10/2019 01:59	125
393	22/10/2019 02:08	125
394	22/10/2019 02:17	130
395	22/10/2019 02:26	127
396	22/10/2019 02:35	128
397	22/10/2019 02:44	127
398	22/10/2019 02:54	131
399	22/10/2019 03:03	127
400	22/10/2019 03:12	119
401	22/10/2019 03:21	128
402	22/10/2019 03:30	125
403	22/10/2019 03:39	129
404	22/10/2019 03:48	123
405	22/10/2019 03:57	122
406	22/10/2019 04:06	123
407	22/10/2019 04:15	130
408	22/10/2019 04:24	128
409	22/10/2019 04:33	125
410	22/10/2019 04:42	130
411	22/10/2019 04:51	125
412	22/10/2019 05:00	131
413	22/10/2019 05:10	127
414	22/10/2019 05:19	124
415	22/10/2019 05:28	127
416	22/10/2019 05:37	119
417	22/10/2019 05:46	119
418	22/10/2019 05:55	119
419	22/10/2019 06:04	123
420	22/10/2019 06:13	127
421	22/10/2019 06:22	125
422	22/10/2019 06:31	128
423	22/10/2019 06:40	125
424	22/10/2019 06:49	124
425	22/10/2019 06:58	127
426	22/10/2019 07:07	119
427	22/10/2019 07:16	125
428	22/10/2019 07:26	131
429	22/10/2019 07:35	124

430	22/10/2019 07:44	131
431	22/10/2019 07:53	128
432	22/10/2019 08:02	127
433	22/10/2019 08:11	130
434	22/10/2019 08:20	126
435	22/10/2019 08:29	125
436	22/10/2019 08:38	123
437	22/10/2019 08:47	125
438	22/10/2019 08:56	128
439	22/10/2019 09:05	126
440	22/10/2019 09:14	123
441	22/10/2019 09:23	122
442	22/10/2019 09:32	125
443	22/10/2019 09:42	125
444	22/10/2019 09:51	122
445	22/10/2019 10:00	123
446	22/10/2019 10:09	123
447	22/10/2019 10:18	128
448	22/10/2019 10:27	127
449	22/10/2019 10:36	145
450	22/10/2019 10:45	121
451	22/10/2019 10:54	123
452	22/10/2019 11:03	129
453	22/10/2019 11:12	126
454	22/10/2019 11:21	119
455	22/10/2019 11:30	125
456	22/10/2019 11:39	123
457	22/10/2019 11:48	122
458	22/10/2019 11:58	118
459	22/10/2019 12:07	121
460	22/10/2019 12:16	118
461	22/10/2019 12:25	128
462	22/10/2019 12:34	125
463	22/10/2019 12:43	130
464	22/10/2019 12:52	125
465	22/10/2019 13:01	127
466	22/10/2019 13:10	125
467	22/10/2019 13:19	117
468	22/10/2019 13:28	125
469	22/10/2019 13:37	126
470	22/10/2019 13:46	125
471	22/10/2019 13:55	120
472	22/10/2019 14:04	122
473	22/10/2019 14:14	122
474	22/10/2019 14:23	129
475	22/10/2019 14:32	122
476	22/10/2019 14:41	126
477	22/10/2019 14:50	128

478	22/10/2019 14:59	117
479	22/10/2019 15:08	127
480	22/10/2019 15:17	125
481	22/10/2019 15:26	124
482	22/10/2019 15:35	126
483	22/10/2019 15:44	124
484	22/10/2019 15:53	126
485	22/10/2019 16:02	129
486	22/10/2019 16:11	121
487	22/10/2019 16:20	128
488	22/10/2019 16:30	127
489	22/10/2019 16:39	125
490	22/10/2019 16:48	125
491	22/10/2019 16:57	126
492	22/10/2019 17:06	121
493	22/10/2019 17:15	133
494	22/10/2019 17:24	125
495	22/10/2019 17:33	124
496	22/10/2019 17:42	125
497	22/10/2019 17:51	117
498	22/10/2019 18:00	128
499	22/10/2019 18:09	123
500	22/10/2019 18:18	123
501	22/10/2019 18:27	117
502	22/10/2019 18:36	122
503	22/10/2019 18:46	124
504	22/10/2019 18:55	130
505	22/10/2019 19:04	123
506	22/10/2019 19:13	120
507	22/10/2019 19:22	125
508	22/10/2019 19:31	123
509	22/10/2019 19:40	123
510	22/10/2019 19:49	124
511	22/10/2019 19:58	119
512	22/10/2019 20:07	125
513	22/10/2019 20:16	127
514	22/10/2019 20:25	127
515	22/10/2019 20:34	118
516	22/10/2019 20:43	121
517	22/10/2019 20:52	126
518	22/10/2019 21:02	120
519	22/10/2019 21:11	126
520	22/10/2019 21:20	128
521	22/10/2019 21:29	121
522	22/10/2019 21:38	124
523	22/10/2019 21:47	124
524	22/10/2019 21:56	122
525	22/10/2019 22:05	125

526	22/10/2019 22:14	119
527	22/10/2019 22:23	125
528	22/10/2019 22:32	120
529	22/10/2019 22:41	123
530	22/10/2019 22:50	128
531	22/10/2019 22:59	126
532	22/10/2019 23:08	129
533	22/10/2019 23:18	127
534	22/10/2019 23:27	120
535	22/10/2019 23:36	124
536	22/10/2019 23:45	119
537	22/10/2019 23:54	121
538	23/10/2019 00:03	129
539	23/10/2019 00:12	120
540	23/10/2019 00:21	123
541	23/10/2019 00:30	119
542	23/10/2019 00:39	122
543	23/10/2019 00:48	124
544	23/10/2019 00:57	123
545	23/10/2019 01:06	124
546	23/10/2019 01:15	123
547	23/10/2019 01:24	122
548	23/10/2019 01:34	123
549	23/10/2019 01:43	118
550	23/10/2019 01:52	125
551	23/10/2019 02:01	126
552	23/10/2019 02:10	126
553	23/10/2019 02:19	125
554	23/10/2019 02:28	127
555	23/10/2019 02:37	125
556	23/10/2019 02:46	128
557	23/10/2019 02:55	124
558	23/10/2019 03:04	129
559	23/10/2019 03:13	125
560	23/10/2019 03:22	123
561	23/10/2019 03:31	124
562	23/10/2019 03:40	122
563	23/10/2019 03:50	123
564	23/10/2019 03:59	125
565	23/10/2019 04:08	124
566	23/10/2019 04:17	126
567	23/10/2019 04:26	124
568	23/10/2019 04:35	121
569	23/10/2019 04:44	126
570	23/10/2019 04:53	122
571	23/10/2019 05:02	125
572	23/10/2019 05:11	127
573	23/10/2019 05:20	128

574	23/10/2019 05:29	129
575	23/10/2019 05:38	124
576	23/10/2019 05:47	125
577	23/10/2019 05:56	123
578	23/10/2019 06:06	119
579	23/10/2019 06:15	117
580	23/10/2019 06:24	128
581	23/10/2019 06:33	120
582	23/10/2019 06:42	122
583	23/10/2019 06:51	121
584	23/10/2019 07:00	132
585	23/10/2019 07:09	123
586	23/10/2019 07:18	129
587	23/10/2019 07:27	121
588	23/10/2019 07:36	126
589	23/10/2019 07:45	122
590	23/10/2019 07:54	127
591	23/10/2019 08:03	119
592	23/10/2019 08:12	127
593	23/10/2019 08:22	123
594	23/10/2019 08:31	119
595	23/10/2019 08:40	117
596	23/10/2019 08:49	128
597	23/10/2019 08:58	125
598	23/10/2019 09:07	118
599	23/10/2019 09:18	150
600	23/10/2019 09:29	145
601	23/10/2019 09:40	148
602	23/10/2019 09:51	131
603	23/10/2019 10:02	123
604	23/10/2019 10:13	124
605	23/10/2019 10:24	122
606	23/10/2019 10:35	122
607	23/10/2019 10:46	122
608	23/10/2019 10:58	121
609	23/10/2019 11:09	125
610	23/10/2019 11:20	120
611	23/10/2019 11:31	122
612	23/10/2019 11:42	125
613	23/10/2019 11:53	123
614	23/10/2019 12:04	130
615	23/10/2019 12:15	123
616	23/10/2019 12:26	125
617	23/10/2019 12:37	126
618	23/10/2019 12:48	125
619	23/10/2019 12:59	128
620	23/10/2019 13:10	125
621	23/10/2019 13:21	120

622	23/10/2019 13:32	122
623	23/10/2019 13:44	126
624	23/10/2019 13:55	128
625	23/10/2019 14:06	127
626	23/10/2019 14:17	122
627	23/10/2019 14:28	125
628	23/10/2019 14:39	122
629	23/10/2019 14:50	124
630	23/10/2019 15:01	121
631	23/10/2019 15:12	125
632	23/10/2019 15:23	123
633	23/10/2019 15:34	128
634	23/10/2019 15:45	120
635	23/10/2019 15:56	123
636	23/10/2019 16:07	124
637	23/10/2019 16:18	123
638	23/10/2019 16:30	123
639	23/10/2019 16:41	125
640	23/10/2019 16:52	124
641	23/10/2019 17:03	126
642	23/10/2019 17:14	132
643	23/10/2019 17:25	128
644	23/10/2019 17:36	122
645	23/10/2019 17:47	122
646	23/10/2019 17:58	121
647	23/10/2019 18:09	123
648	23/10/2019 18:20	124
649	23/10/2019 18:31	130
650	23/10/2019 18:42	125
651	23/10/2019 18:53	122
652	23/10/2019 19:04	123
653	23/10/2019 19:16	127
654	23/10/2019 19:27	126
655	23/10/2019 19:38	122
656	23/10/2019 19:49	130
657	23/10/2019 20:00	121
658	23/10/2019 20:11	119
659	23/10/2019 20:22	120
660	23/10/2019 20:33	125
661	23/10/2019 20:44	118
662	23/10/2019 20:55	123
663	23/10/2019 21:06	125
664	23/10/2019 21:17	130
665	23/10/2019 21:28	124
666	23/10/2019 21:39	129
667	23/10/2019 21:50	123
668	23/10/2019 22:02	127
669	23/10/2019 22:13	122

670	23/10/2019 22:24	130
671	23/10/2019 22:35	127
672	23/10/2019 22:46	126
673	23/10/2019 22:57	125
674	23/10/2019 23:08	123
675	23/10/2019 23:19	123
676	23/10/2019 23:30	129
677	23/10/2019 23:41	123
678	23/10/2019 23:52	124
679	24/10/2019 00:03	125
680	24/10/2019 00:14	118
681	24/10/2019 00:25	122
682	24/10/2019 00:36	123
683	24/10/2019 00:48	123
684	24/10/2019 00:59	117
685	24/10/2019 01:10	119
686	24/10/2019 01:21	126
687	24/10/2019 01:32	125
688	24/10/2019 01:43	126
689	24/10/2019 01:54	118
690	24/10/2019 02:05	117
691	24/10/2019 02:16	126
692	24/10/2019 02:27	122
693	24/10/2019 02:38	123
694	24/10/2019 02:49	129
695	24/10/2019 03:00	130
696	24/10/2019 03:11	127
697	24/10/2019 03:22	122
698	24/10/2019 03:34	117
699	24/10/2019 03:45	123
700	24/10/2019 03:56	120
701	24/10/2019 04:07	129
702	24/10/2019 04:18	119
703	24/10/2019 04:29	122
704	24/10/2019 04:40	123
705	24/10/2019 04:51	124
706	24/10/2019 05:02	122
707	24/10/2019 05:13	123
708	24/10/2019 05:24	126
709	24/10/2019 05:35	119
710	24/10/2019 05:46	125
711	24/10/2019 05:57	127
712	24/10/2019 06:08	123
713	24/10/2019 06:20	126
714	24/10/2019 06:31	120
715	24/10/2019 06:42	124
716	24/10/2019 06:53	125
717	24/10/2019 07:04	117

718	24/10/2019 07:15	122
719	24/10/2019 07:26	129
720	24/10/2019 07:37	123
721	24/10/2019 07:48	123
722	24/10/2019 07:59	120
723	24/10/2019 08:10	124
724	24/10/2019 08:21	122
725	24/10/2019 08:32	120
726	24/10/2019 08:43	119
727	24/10/2019 08:54	126
728	24/10/2019 09:06	123
729	24/10/2019 09:17	122
730	24/10/2019 09:28	118
731	24/10/2019 09:39	122
732	24/10/2019 09:50	129
733	24/10/2019 10:01	123
734	24/10/2019 10:12	121
735	24/10/2019 10:23	123
736	24/10/2019 10:34	124
737	24/10/2019 10:45	126
738	24/10/2019 10:56	130
739	24/10/2019 11:07	127
740	24/10/2019 11:18	129
741	24/10/2019 11:29	128
742	24/10/2019 11:40	125
743	24/10/2019 11:52	127
744	24/10/2019 12:03	117
745	24/10/2019 12:14	126
746	24/10/2019 12:25	123
747	24/10/2019 12:36	128
748	24/10/2019 12:47	129
749	24/10/2019 12:58	125
750	24/10/2019 13:09	119
751	24/10/2019 13:20	123
752	24/10/2019 13:31	123
753	24/10/2019 13:42	119
754	24/10/2019 13:53	122
755	24/10/2019 14:04	122
756	24/10/2019 14:15	123
757	24/10/2019 14:26	117
758	24/10/2019 14:38	121
759	24/10/2019 14:49	123
760	24/10/2019 15:00	125
761	24/10/2019 15:11	120
762	24/10/2019 15:22	125
763	24/10/2019 15:33	119
764	24/10/2019 15:44	126
765	24/10/2019 15:55	122

766	24/10/2019 16:06	117
767	24/10/2019 16:17	125
768	24/10/2019 16:28	127
769	24/10/2019 16:39	125
770	24/10/2019 16:50	118
771	24/10/2019 17:01	120
772	24/10/2019 17:12	127
773	24/10/2019 17:24	120
774	24/10/2019 17:35	124
775	24/10/2019 17:46	129
776	24/10/2019 17:57	123
777	24/10/2019 18:08	121
778	24/10/2019 18:19	126
779	24/10/2019 18:30	123
780	24/10/2019 18:41	125
781	24/10/2019 18:52	125
782	24/10/2019 19:03	127
783	24/10/2019 19:14	131
784	24/10/2019 19:25	122
785	24/10/2019 19:36	124
786	24/10/2019 19:47	129
787	24/10/2019 19:58	125
788	24/10/2019 20:10	123
789	24/10/2019 20:21	123
790	24/10/2019 20:32	124
791	24/10/2019 20:43	123
792	24/10/2019 20:54	124
793	24/10/2019 21:05	120
794	24/10/2019 21:16	124
795	24/10/2019 21:27	125
796	24/10/2019 21:38	125
797	24/10/2019 21:49	122
798	24/10/2019 22:00	122
799	24/10/2019 22:11	126
800	24/10/2019 22:22	123
801	24/10/2019 22:33	118
802	24/10/2019 22:44	129
803	24/10/2019 22:56	121
804	24/10/2019 23:07	120
805	24/10/2019 23:18	122
806	24/10/2019 23:29	127
807	24/10/2019 23:40	121
808	24/10/2019 23:51	117
809	25/10/2019 00:02	131
810	25/10/2019 00:13	125
811	25/10/2019 00:24	130
812	25/10/2019 00:35	125
813	25/10/2019 00:46	126

814	25/10/2019 00:57	121
815	25/10/2019 01:08	124
816	25/10/2019 01:19	127
817	25/10/2019 01:30	128
818	25/10/2019 01:42	129
819	25/10/2019 01:53	117
820	25/10/2019 02:04	124
821	25/10/2019 02:15	118
822	25/10/2019 02:26	124
823	25/10/2019 02:37	128
824	25/10/2019 02:48	128
825	25/10/2019 02:59	125
826	25/10/2019 03:10	128
827	25/10/2019 03:21	125
828	25/10/2019 03:32	122
829	25/10/2019 03:43	121
830	25/10/2019 03:54	127
831	25/10/2019 04:05	122
832	25/10/2019 04:16	122
833	25/10/2019 04:28	126
834	25/10/2019 04:39	126
835	25/10/2019 04:50	125
836	25/10/2019 05:01	125
837	25/10/2019 05:12	122
838	25/10/2019 05:23	127
839	25/10/2019 05:34	125
840	25/10/2019 05:45	129
841	25/10/2019 05:56	125
842	25/10/2019 06:07	122
843	25/10/2019 06:18	122
844	25/10/2019 06:29	123
845	25/10/2019 06:40	123
846	25/10/2019 06:51	129
847	25/10/2019 07:02	131
848	25/10/2019 07:14	124
849	25/10/2019 07:25	122
850	25/10/2019 07:36	124
851	25/10/2019 07:47	127
852	25/10/2019 07:58	121
853	25/10/2019 08:09	127
854	25/10/2019 08:20	127
855	25/10/2019 08:31	119
856	25/10/2019 08:42	122
857	25/10/2019 08:53	122
858	25/10/2019 09:04	132
859	25/10/2019 09:15	123
860	25/10/2019 09:26	132
861	25/10/2019 09:37	124

862	25/10/2019 09:48	129
863	25/10/2019 10:00	126
864	25/10/2019 10:11	125
865	25/10/2019 10:22	125
866	25/10/2019 10:33	121
867	25/10/2019 10:44	125
868	25/10/2019 10:55	125
869	25/10/2019 11:06	125
870	25/10/2019 11:17	120
871	25/10/2019 11:28	131
872	25/10/2019 11:39	125
873	25/10/2019 11:50	129
874	25/10/2019 12:01	125
875	25/10/2019 12:12	122
876	25/10/2019 12:23	122
877	25/10/2019 12:34	122
878	25/10/2019 12:46	126
879	25/10/2019 12:57	127
880	25/10/2019 13:08	131
881	25/10/2019 13:19	124
882	25/10/2019 13:30	124
883	25/10/2019 13:41	124
884	25/10/2019 13:52	118
885	25/10/2019 14:03	123
886	25/10/2019 14:14	130
887	25/10/2019 14:25	126
888	25/10/2019 14:36	123
889	25/10/2019 14:47	129
890	25/10/2019 14:58	124
891	25/10/2019 15:09	127
892	25/10/2019 15:20	121
893	25/10/2019 15:32	133
894	25/10/2019 15:43	118
895	25/10/2019 15:54	128
896	25/10/2019 16:05	125
897	25/10/2019 16:16	123
898	25/10/2019 16:27	123
899	25/10/2019 16:38	125
900	25/10/2019 16:49	123
901	25/10/2019 17:00	126
902	25/10/2019 17:11	124
903	25/10/2019 17:22	127
904	25/10/2019 17:33	121
905	25/10/2019 17:44	122
906	25/10/2019 17:55	123
907	25/10/2019 18:06	125
908	25/10/2019 18:18	123
909	25/10/2019 18:27	123

910	25/10/2019 18:36	122
911	25/10/2019 18:45	123
912	25/10/2019 18:54	125
913	25/10/2019 19:03	122
914	25/10/2019 19:12	122
915	25/10/2019 19:21	122
916	25/10/2019 19:30	125
917	25/10/2019 19:39	123
918	25/10/2019 19:48	125
919	25/10/2019 19:57	129
920	25/10/2019 20:06	122
921	25/10/2019 20:15	126
922	25/10/2019 20:24	128
923	25/10/2019 20:34	127
924	25/10/2019 20:43	122
925	25/10/2019 20:52	126
926	25/10/2019 21:01	125
927	25/10/2019 21:10	126
928	25/10/2019 21:19	128
929	25/10/2019 21:28	122
930	25/10/2019 21:37	125
931	25/10/2019 21:46	124
932	25/10/2019 21:55	129
933	25/10/2019 22:04	123
934	25/10/2019 22:13	124
935	25/10/2019 22:22	125
936	25/10/2019 22:31	122
937	25/10/2019 22:40	125
938	25/10/2019 22:50	117
939	25/10/2019 22:59	122
940	25/10/2019 23:08	126
941	25/10/2019 23:17	128
942	25/10/2019 23:26	130
943	25/10/2019 23:35	125
944	25/10/2019 23:44	119
945	25/10/2019 23:53	125
946	26/10/2019 00:02	127
947	26/10/2019 00:11	130
948	26/10/2019 00:20	124
949	26/10/2019 00:29	125
950	26/10/2019 00:38	119
951	26/10/2019 00:47	123
952	26/10/2019 00:56	124
953	26/10/2019 01:06	119
954	26/10/2019 01:15	125
955	26/10/2019 01:24	125
956	26/10/2019 01:33	125
957	26/10/2019 01:42	123

958	26/10/2019 01:51	129
959	26/10/2019 02:00	127
960	26/10/2019 02:09	126
961	26/10/2019 02:18	130
962	26/10/2019 02:27	127
963	26/10/2019 02:37	124
964	26/10/2019 02:47	123
965	26/10/2019 02:57	122
966	26/10/2019 03:07	124
967	26/10/2019 03:17	130
968	26/10/2019 03:28	126
969	26/10/2019 03:38	122
970	26/10/2019 03:48	127
971	26/10/2019 03:58	126
972	26/10/2019 04:08	128
973	26/10/2019 04:18	125
974	26/10/2019 04:28	119
975	26/10/2019 04:38	123
976	26/10/2019 04:48	122
977	26/10/2019 04:58	130
978	26/10/2019 05:08	129
979	26/10/2019 05:18	127
980	26/10/2019 05:28	125
981	26/10/2019 05:38	121
982	26/10/2019 05:48	122
983	26/10/2019 05:59	121
984	26/10/2019 06:09	125
985	26/10/2019 06:19	124
986	26/10/2019 06:29	122
987	26/10/2019 06:39	120
988	26/10/2019 06:49	122
989	26/10/2019 06:59	123
990	26/10/2019 07:09	122
991	26/10/2019 07:19	125
992	26/10/2019 07:29	121
993	26/10/2019 07:39	119
994	26/10/2019 07:49	119
995	26/10/2019 07:59	118
996	26/10/2019 08:09	127
997	26/10/2019 08:19	131
998	26/10/2019 08:30	126
999	26/10/2019 08:40	122
1000	26/10/2019 08:50	125
1001	26/10/2019 09:00	125
1002	26/10/2019 09:10	129
1003	26/10/2019 09:20	129
1004	26/10/2019 09:30	119
1005	26/10/2019 09:40	120

1006	26/10/2019 09:50	129
1007	26/10/2019 10:00	125
1008	26/10/2019 10:10	127