

UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

LUCIANO DELAZARI ROCHEL

**SIMULADOR DE UM SISTEMA CONTROLADOR DE
VELOCIDADE PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES**

BAURU
2011

LUCIANO DELAZARI ROCHEL

**SIMULADOR DE UM SISTEMA CONTROLADOR DE
VELOCIDADE PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação, sob a orientação do Profº. Dr. Kelton Augusto Pontara da Costa.

BAURU
2011

LUCIANO DELAZARI ROCHEL

**SIMULADOR DE UM SISTEMA CONTROLADOR DE VELOCIDADE
PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação, sob a orientação do Profº. Dr. Kelton Augusto Pontara da Costa.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Kelton Augusto Pontara da Costa
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr. Elvio Gilberto da Silva
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Espec. Henrique Pachioni Martins
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 14 de dezembro de 2011.

Dedico este estudo aos meus pais e a minha irmã, que sempre me apoiaram em todos estes anos de estudo na Faculdade. A minha esposa, Geisa Zuntini, que não dei a atenção merecida durante todo o processo de execução deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me iluminar durante todo o meu processo de graduação, não deixando nada de ruim me acontecer e me ajudar nos momentos de tristeza à angústia em toda a minha vida.

Especialmente a minha mãe Antonia, por me gerar, educar e me apoiar em todos os momentos da minha vida e ser a minha melhor amiga.

Ao meu pai Luciano, por me fazer forte, me educar, ser meu herói e melhor amigo.

A minha irmã Isabela, por seu incentivo e amizade.

A minha esposa Geisa Zuntini, pela paciência, incentivo e carinho.

A todos os professores, pelo conhecimento que me foi dado, proporcionando um grande salto na minha vida profissional.

Ao Prof. Dr. Kelton Augusto Pontara da Costa, pela paciência, amizade e orientação durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas da faculdade, pelo companheirismo e amizade adquiridos durante os anos em que estudamos juntos. Em especial ao amigo e colega Paulo Gifalli, pelos momentos de descontração.

Ao meu grande amigo Renan, pela ajuda em traduções e também nos momentos de descontração.

“Basicamente você assiste TV
pra desligar seu cérebro, e usa
o computador quando você o
quer de volta”.
(Steve Jobs)

RESUMO

Nos últimos anos, com o aumento dos acidentes de trânsito, causados por excesso de velocidade e outras infrações, criou-se a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta capaz de controlar a velocidade dos veículos automotores. Neste estudo, foi feita uma análise nos tipos de sensores usualmente utilizados nos setores industriais e comerciais. Em seguida, realizou-se o desenvolvimento de um simulador, onde a linguagem de programação Visual Basic 6.0, *web* câmeras e apontadores LASER, foram utilizados na captação dos dados, para o cálculo de distância e velocidade média, demonstrando como o sistema seria utilizado nos veículos automotores.

Palavras-chave: Trânsito. Sensores. Simulador. LASER. Sistema.

ABSTRACT

In recent years, with the increase of traffic accidents caused by speeding and other infractions, created the need to develop a tool to control the speed of motor vehicles. In this study, an analysis was made in the types of sensors typically used in industrials and commercial sectors. Then, there was the development of a simulator, where the programming language Visual Basic 6.0, web cameras and laser pointers were used to capture data for the calculation of distance and average speed, demonstrating how the system would be used in automotive vehicles.

Keywords: Traffic. Sensors. Simulator. Laser. System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração das formas de energia em um sensor.	19
Figura 2 – Ilustração da variação de uma grandeza física de um sensor analógico.	20
Figura 3 – Ilustração da leitura da posição de um objeto por um encoder incremental.	21
Figura 4 – Exemplo de digitalização e linearização de sinais.	23
Figura 5 – Sensor binário: a saída só varia quando a entrada atinge um valor predeterminado.	25
Figura 6 – O gráfico de saída de um transdutor analógico (em tensão ou corrente) é a réplica do sinal de entrada.	26
Figura 7 – Formas de resposta linear (esquerda) e não linear (direita).	27
Figura 8 - Diagrama de Bode.	28
Figura 9 – Princípio de funcionamento.	30
Figura 10 – Diagrama de blocos de operação de um sensor óptico.	31
Figura 11 – Sensor óptico por transmissão.	31
Figura 12 – Sensor de reflexão difusa.	32
Figura 13 – Aplicação de sensores de reflexão difusa.	32
Figura 14 – Esquema de funcionamento de um sensor LASER.	33
Figura 15 – Sensor de proximidade magnético.	33
Figura 16 – Efeito <i>Hall</i>	34
Figura 17 – Princípio de atuação de um <i>Reed Switch</i>	35
Figura 18 – A luz libera portadores de carga que reduzem a resistência elétrica de determinados materiais.	37
Figura 19 – Curva característica sobre a resistência com intensidade de Luz.	37
Figura 20 – Aplicações de Fotodisparadores.	39
Figura 21 – Modelo teórico de TWL.	41
Figura 22 – Parâmetros e ações do Sistema.	41
Figura 23 – Botões para inicialização das imagens das <i>web</i> câmeras.	41
Figura 24 – Sistema carregado e calibrado.	42
Figura 25 – Objeto acionando o <i>timer</i> ao passar pelo feixe do LASER A (ponto A).	43
Figura 26 – Objeto pausa o <i>timer</i> ao passar pelo feixe do LASER B e calcula a velocidade do objeto. (ponto B).	43
Figura 27 – Simulador diminuindo gradativamente a velocidade.	44
Figura 28 – Sistema aguardando o objeto.	45
Figura 29 – Sistema acionando o cronometro.	45
Figura 30 – Sistema pausando o cronometro e efetuando o cálculo de velocidade média.	46
Figura 31 – Simulador retornando um resultado com velocidade acima do permitido.	46

Figura 32 – Simulador retornando um resultado com velocidade dentro do permitido.....47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado dos testes realizados.....	47
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/D Analógico/Digital

ADC Analog-to-Digital Converter

Asi Actuator Sensor Interface

BASIC Beginner's All Purpose Symbolic Instruction Code

BCD Binary-Coded Decimal

bits binary digits

CD Compact Disc

CdS Sulfeto de Cádmio

CLP's controladores lógicos programáveis

cm centímetro

CMOS Complementary Metal Oxide Semiconductor

D/A Digital/Analógico

dB decibéis

DDR Double Data Rate

Ex Exemplo

g gravidade

GB Gigabyte

Ghz Gigahertz

HART Highway Addressable Remote Transducer

km/h kilometer /hour

LASER Light Amplification by Stimulate Demission of Radiation

LDR Light Dependent Resistor

LDRS Light Dependent Resistors

LED Light Emitting Diode

LSB Least Significant Bit

m/s metros por segundo

m/s² metros por segundo ao quadrado

mA Miliampère

Mhz Megahertz

mm Milímetro

MS-DOS MicroSoft Disk Operating System

nº número

PMD Photonic Mixer Device

PROFIBUS-PA Process Field Bus-Process Automation

PSI Pound force per Square Inch

QBasic Quick Beginner's All Purpose Symbolic Instruction Code

RAM Random Access Memory

s segundo

TWL Trena Webcam Laser

USC Universal Serial Bus

V Volts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 OBJETIVO GERAL	17
1.4 OBJETIVO ESPECÍFICOS	17
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 SENSOR	19
2.2 SENSORES ANALÓGICOS.....	20
2.3 SENSORES DIGITAIS	20
3 A LINGUAGEM VISUAL BASIC 6.0.....	21
4 ATUADORES	22
4.1 TRANSDUTOR.....	22
4.2 CONVERSORES A/D E D/A.....	23
4.3 TRANSMISSOR.....	24
4.4 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES	24
4.4.1 Saída Digital ou binária	24
4.4.2 Saída Analógica.....	25
4.4.3 Sensibilidade	26
4.4.4 Exatidão ou Erro	26
4.4.5 Precisão.....	26
4.4.6 Linearidade.....	27
4.4.7 Alcance (<i>Range</i>).....	27
4.4.8 Estabilidade.....	28
4.4.9 Velocidade de resposta.....	28
4.4.10 Outras características	29
5 TIPOS DE SENSORES.....	29
5.1 SENSORES ÓPTICOS	29
5.2 SENSOR ÓPTICO POR TRANSMISSÃO	31
5.3 SENSOR ÓPTICO POR REFLEXÃO DIFUSA.....	31
5.4 LASER.....	32
5.5 SENSORES DE POSIÇÃO.....	33
5.5.1 Sensores de proximidade magnéticos	33

5.5.2 Sensores tipo <i>Reed Switch</i>	34
5.5.3 <i>Encoders</i>	35
5.6 SENSORES DE ACELERAÇÃO	35
5.7 SENSORES FOTOELÉTRICOS	36
5.8 FOTO-RESISTORES (LDRS)	36
5.9 FOTODIODOS	37
5.10 FOTOTRANSISTORES	38
5.11 FOTODISPARADORES	38
6 METODOLOGIA	40
6.1 RESULTADOS OBTIDOS	45
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	50

1 INTRODUÇÃO

Percebe-se nos últimos anos, mesmo com a Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008:

[...] altera a Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que ‘institui o Código de Trânsito Brasileiro’, e a Lei no 9.294, de 15 de julho de 1996, que dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumíferos, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas, nos termos do § 4º do art. 220 da Constituição Federal, para inibir o consumo de bebida alcoólica por condutor de veículo automotor, e dá outras providências.

Mesmo assim são comuns acidentes relacionados ao excesso de velocidade e a ingestão de bebidas alcoólicas.

Um dos motivos do excesso de velocidade é provocado pelo avanço tecnológico dos veículos produzidos pelas montadoras oferecendo máquinas cada vez mais velozes e como consequência transformando as rodovias em pistas de corrida. Mesmo em alguns casos a Lei sendo aplicada, com multas, apreensões de veículos, suspensão da carteira de habilitação e prisões dos motoristas, os condutores saem da cadeia e continuam cometendo as mesmas infrações.

O governo realiza campanhas contra imprudências no trânsito, mas a cada dia que passa a paixão pelos carros, pela velocidade, a variedade de marcas, potência do motor, acessórios futuristas, facilidade de financiamento bancário para compra de veículos e a falta de fiscalização nas estradas, aumentam as estatísticas de acidente por excesso de velocidade.

Várias rodovias possuem fiscalização através de lombadas eletrônicas, radares e postos de Polícia Rodoviária, mas através de placas, que a Lei obriga o Estado e as concessionárias responsáveis por determinado trecho, os condutores são avisados desta fiscalização. Ao avistarem a fiscalização eletrônica os condutores reduzem a velocidade até há que é permitida e passam sem problemas. Após passarem pela fiscalização aceleram novamente e ultrapassam o limite permitido.

Dentro das cidades não é diferente, as lombadas eletrônicas além de bem expostas aos condutores, elas são poucas e algumas não estão em funcionamento. Além dos escândalos provocados pela indústria da multa e também pelas fraudes de licitações para instalações destes.

Havendo a necessidade de se criar um sistema eficiente, que não tire o direito de ir e vir e nem a liberdade, um controlador de velocidade para veículos automotores faria com que automaticamente o veículo diminuísse a velocidade até a permitida e não o deixaria ultrapassar o limite, portanto com base nos conceitos supracitados foi realizado um estudo

para desenvolver um simulador que identifica a velocidade do veículo e simula a diminuição gradativa de sua velocidade pelo próprio sistema.

Visando o bem estar dos condutores e pedestres além de fazer com que o sistema iniba roubos de carros e outros tipos de crimes, como estado de embriaguez, por exemplo, dando o primeiro passo para a implantação de “Rodovias Inteligentes”, reduzindo as mortes causadas por excesso de velocidade ou outros tipos de imprudências no trânsito.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Com a proposta de implantação deste projeto é possível diminuir o número de vítimas fatais e não fatais em acidentes no trânsito por excesso de velocidade, fazendo os condutores respeitarem as Leis de Trânsito e a sinalização.

1.2 JUSTIFICATIVA

Devido ao grande número de infrações cometidas no trânsito por excesso de velocidade, causando uma enorme quantidade de vítimas fatais e não fatais, a implantação de um dispositivo que controle a velocidade dos veículos seria o primeiro passo para o desenvolvimento de “rodovias inteligentes”.

1.3 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um simulador de um sistema controlador de velocidade de veículos mostrando a diminuição gradativa de sua velocidade através do *software*.

1.4 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Estudar os conceitos e aplicações sobre sensores;
- Selecionar qual o tipo de sensor a ser utilizado para obtenção dos dados sobre a velocidade de um veículo;
- Simular a diminuição gradativa de velocidade em um *software* desenvolvido na linguagem *Visual Basic 6.0*.
- Desenvolver uma aplicação que simule um controlador de velocidade para veículos.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Para melhor compreensão dos tópicos apresentados, o trabalho está organizado da seguinte forma:

No capítulo 2 dá-se início a revisão bibliográfica, no qual foi subdividido em 3 tópicos, o capítulo 3, aborda uma introdução e características da Linguagem de programação Visual Basic 6, o capítulo 4 disserta sobre atuadores e está subdividido em 14 tópicos. Em seguida o capítulo 5 cita os tipos de sensores, características e funcionalidades subdividindo-se em 14 tópicos, o capítulo 6 encontra-se a metodologia descrita detalhadamente deste estudo sendo que o tópico 6.1 são apresentados os resultados obtidos. Por fim, no capítulo 7 são apresentadas as considerações finais sobre este projeto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SENSOR

Göpel (1989 apud SUAREZ et.al., 2000, p. 52) relata que entre as principais definições de sensores encontradas na literatura, talvez a que apresentem maior generalidade seja a seguinte:

“Sensores são considerados dispositivos que convertem uma variável física ou química em um sinal apropriado para a medição.”

Para Thomazini e Albuquerque (2010), sensor é um termo empregado para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre uma grandeza que precisa ser medida, como temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição etc., conforme indica a Figura 1.

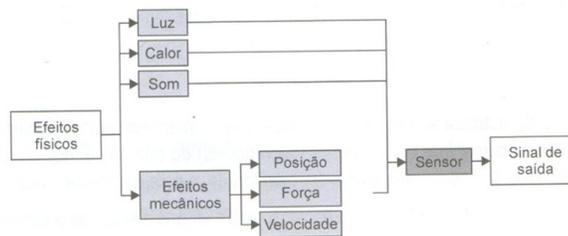


Figura 1 – Ilustração das formas de energia em um sensor.
Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 18).

Um sensor nem sempre tem as características necessárias para ser utilizado em um sistema de controle. Normalmente o sinal de saída deve ser manipulado antes da sua leitura no sistema de controle. Isso geralmente é realizado com um circuito de interface para produção de um sinal que possa ser lido pelo controlador. (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2010).

Suárez (2000, p. 53) define sensores como um dispositivo de medição, capaz de transformar grandezas físicas, referentes a espaço-tempo, em grandezas lógicas. Sendo assim, a informação contida na grandeza lógica corresponde a uma representação de um conhecimento sensorial.

Braga (2008), ainda relata que existem diversos tipos de sensores utilizados em equipamentos eletrônicos. Podendo ser utilizados em simples chaves ou dispositivos de acionamento momentâneo do tipo mecânico, até transdutores especiais que convertem alguma grandeza física numa grandeza elétrica como, por exemplo, uma tensão. O autor afirma que esses sensores servem para informar um circuito eletrônico a respeito um evento que ocorra

externamente, sobre o qual ele deva atuar, ou a partir do qual deva comandar uma determinada ação.

2.2 SENSORES ANALÓGICOS

“São dispositivos que são destinados a transformar o valor de uma variável qualquer em uma variável elétrica, possibilitando a integração desse valor a um sistema de controle.” (SENSORES..., c2008).

De acordo com Fonseca (2009), suas saídas variam dependendo das condições a serem medidas, podendo ser Acuidade, sendo definida como quão próxima é a medida fornecida pelo sensor da quantidade verdadeira que está sendo medida, Precisão que determina quão próximo são os valores fornecidos por diversos sensores ao medir uma mesma variável e a Repetibilidade que é a habilidade de um sensor repetir suas leituras.

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010), esse tipo de sensor pode assumir qualquer valor no seu sinal de saída ao longo do tempo, desde que esteja dentro da sua faixa de operação. Os autores relatam ainda que algumas das grandezas físicas que podem assumir qualquer valor ao longo do tempo são: pressão, temperatura, velocidade, umidade, vazão, força, ângulo, distância, torque, luminosidade. Essas variáveis são mensuradas por elementos sensíveis com circuitos eletrônicos não digitais. A Figura 2 ilustra a variação de uma grandeza física (temperatura) de forma analógica.

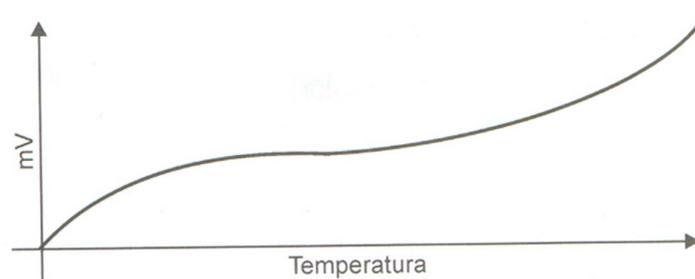


Figura 2 – Ilustração da variação de uma grandeza física de um sensor analógico.

Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 18).

2.3 SENSORES DIGITAIS

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010), esse tipo de sensor pode assumir apenas dois valores no seu sinal de saída ao longo do tempo, que podem ser interpretados como zero ou um. Não existem naturalmente grandezas físicas que assumam esses valores, mas eles são assim mostrados ao sistema de controle após serem convertidos pelo circuito eletrônico do

transdutor. É utilizado, por exemplo, em detecção de passagem de objetos, encoders na determinação de distância ou velocidade etc. a Figura 3 ilustra a variação da posição de um objeto lida por um encoder incremental.

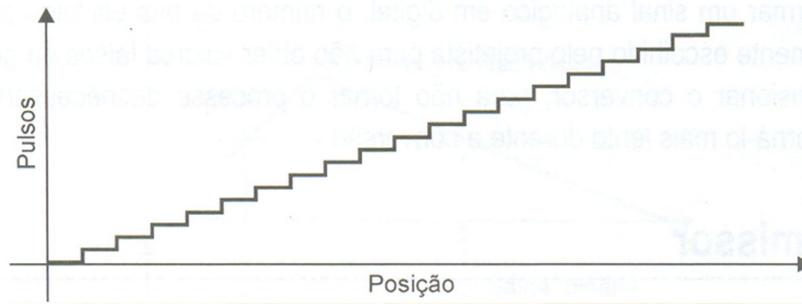


Figura 3 – Ilustração da leitura da posição de um objeto por um encoder incremental.
Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 19).

Os autores Thomazini e Albuquerque (2010) complementam afirmando que estes sensores, geralmente possuem saídas transistorizadas. Se o sensor detectar um objeto, o transistor é ligado e permite a passagem de uma corrente elétrica.

3 A LINGUAGEM VISUAL BASIC 6.0

Perry (1999), diz que a *Microsoft* baseou o *Visual Basic* em uma linguagem de programação desenvolvida para iniciantes chamada BASIC. A *Microsoft* não criou o *Visual Basic* diretamente a partir da linguagem original BASIC. A empresa decidiu utilizar o BASIC como sua principal linguagem de programação fornecida com o MS-DOS, aprimorando e adicionando recursos ao BASIC. O autor complementa dizendo que essa linguagem manteve sua natureza simples enquanto ganhava novos e versáteis comandos ao longo do caminho. O Autor ainda cita que à medida que o *Windows* tornou-se mais popular, a *Microsoft* percebeu que o QBasic baseado em texto não iria funcionar como uma linguagem de programação em janelas, desenvolvendo assim o *Visual Basic*, linguagem baseada no BASIC mas adequada aos ambientes de janelas de hoje. O autor complementa dizendo que além de ser gráfico e simples de utilizar, o *Visual Basic* tornou-se uma das linguagens mais populares, pois é tanto interpretada como compilada além de interagir graficamente com a tela, teclado, mouse e impressora ao contrário do BASIC, que não suportava *interface* gráfica.

4 ATUADORES

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010), os atuadores são dispositivos que modificam uma variável controlada. Recebem um sinal proveniente do controlado e agem no sistema controlado. Geralmente trabalham com potência elevada.

Exemplo de alguns atuadores:

- Válvulas (pneumáticas, hidráulicas);
- Relés (estáticos, eletromecânicos);
- Cilindros (pneumáticos, hidráulicos);
- Motores (*step-motor*, *syncro*, servomotor);
- Solenoides.

Suárez (2000, p. 12), cita que a saída de um sistema inteligente é sempre direcionada ao ambiente por meio dos atuadores. Estes podem realizar movimentos, exercer forças e posicionar articulações, garras, sensores ou qualquer dispositivo pertinente ao tipo de sistema que se deseje considerar. Um sistema inteligente pode ter poucos ou muitos atuadores. Podendo ser coordenados para executar tarefas complexas e perseguir determinados objetivos.

4.1 TRANSDUTOR

Conforme Thomazini e Albuquerque (2010) é a denominação que recebe um dispositivo completo, que contém o sensor, usado para transformar uma grandeza qualquer em outra que pode ser utilizada nos dispositivos de controle. Um transdutor pode ser considerado uma interface as formas de energia do ambiente e o circuito de controle ou, eventualmente, entre o controle e o atuador.

Fonseca (2009) nos diz que Transdutores ou Sensores representam o componente sensorial dos sistemas de medição, que pertencem a um campo tecnológico mais amplo chamado instrumentação. A medição é o processo de associar números a entidades e eventos no mundo real. O autor relata ainda que muitas vezes os termos “sensor” e “transdutor” são usados indistintamente. Neste caso, o transdutor é o instrumento completo que engloba sensor e todos os circuitos de interface capazes de serem utilizados numa aplicação industrial.

Thomazini e Albuquerque (2010) afirmam que os transdutores transformam uma grandeza física (temperatura, pressão, etc.) em um sinal de tensão ou corrente que pode ser facilmente interpretado por um sistema de controle sendo que Fonseca nos dá a mesma definição de transdutor, dizendo que algumas autoridades no assunto insistam que o termo

Transdutor deva ser aplicado apenas para o dispositivo que transforma um tipo de energia ou quantidade física em outra.

4.2 CONVERSORES A/D E D/A

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010), é possível converter um sinal analógico em digital e vice-versa por meio de conversores analógico-digital ou digital-analógico.

Para Giacomini (2011), os conversores analógicos-digitais são circuitos ou componentes que excitado por uma tensão ou corrente produzem um código digital equivalente. O ADC produzirá uma saída codificada a qual mudará de 1 LSB representando algum incremento ou decremento na tensão ou corrente de entrada.

Thomazini e Albuquerque (2010) ainda relatam que quando a conversão é realizada, parte do sinal é perdida e podem existir pequenas distorções na grandeza realmente medida, conforme indica a Figura 4.

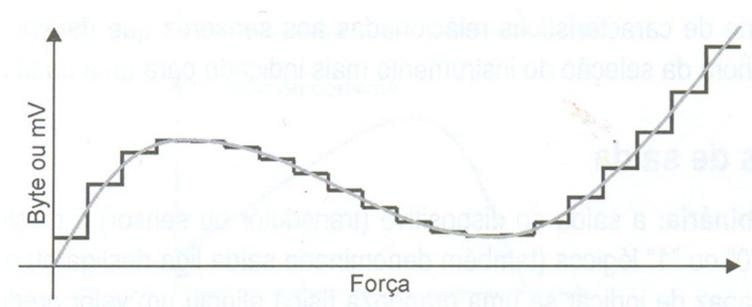


Figura 4 – Exemplo de digitalização e linearização de sinais.

Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 19).

Continuando a explicação de Thomazini e Albuquerque (2010), ao transformar um sinal analógico em digital, o número de bits utilizado pelo conversor deve ser previamente escolhido pelo projetista para não obter valores falsos da grandeza física nem superdimensionar o conversor, para não tornar o processo desnecessariamente caro, além de poder torna-lo mais lento durante a conversão.

Giacomini (2011) explica que existem vários tipos de conversores A/D. As características de cada tipo definem as aplicações típicas, portanto devemos ter o conhecimento das técnicas empregadas para uma melhor caracterização dos conversores A/D integrados. O autor aborda que a conversão tensão/frequência e integração são técnicas de conversão que utilizam o princípio de medida de tempo. Aproximação sucessiva e a conversão paralela ilustram o princípio de conversão por comparação e complementa que os conversores A/D são importantes em aplicações industriais, comerciais e militares. O uso de

circuitos integrados tem reduzido o tamanho, aumentado a confiabilidade, e criado novas aplicações.

4.3 TRANSMISSOR

Para Acosta (2011), transmissor é um instrumento que sente a variável de processo e gera na saída um sinal padrão proporcional ao valor da variável medida.

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010), é um dispositivo que prepara o sinal de saída de um transdutor para utilização à distância, fazendo certas adequações ao sinal as quais se chamam padrões de transmissões de sinais em corrente. Os autores citam que o termo transmissor é utilizado também para dispositivos que integram sensor, transdutor no mesmo dispositivo. Citam ainda que para transmissão de sinais digitais utilizam-se protocolos de comunicação para redes industriais (*fieldbus*). Os protocolos mais utilizados para transmissores e atuadores são HART, Asi, *Fieldbus Foundation* e PROFIBUS-PA.

Conceição (2005) complementa os autores anteriores dizendo que é um instrumento que determina o valor de uma variável no processo através de um elemento primário, tendo o mesmo sinal de saída (pneumático ou eletrônico) cujo valor varia apenas em função da variável do processo e depois transmitem a distância, a um instrumento receptor, indicador, controlador ou uma combinação destes.

Os autores Thomazini e Albuquerque, 2010; Conceição, 2005; Acosta, 2011, afirmam que os padrões mais utilizados para transmissão de sinais analógicos são: 3 a 15 PSI; 4 a 20 mA; 0 a 20 mA e 0 a 10 V e citam também que o “zero vivo”, no valor mínimo de 4 mA, é utilizado para detecção de erros ou algum dano físico, rompimento de cabos por exemplo, que provoca a queda do sinal.

4.4 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010), há uma série de características relacionadas aos sensores que devem ser levadas em considerações na hora da seleção do instrumento mais indicado para uma dada aplicação.

4.4.1 Saída Digital ou binária

Para Thomazini e Albuquerque (2010) a saída do dispositivo (transdutor ou sensor) é discreta, ou seja, só assume valores “0” ou “1” lógicos (também denominada saída liga-desliga ou *on-off*). Esse tipo de sensor só é capaz de indicar se uma grandeza física atingiu um valor predeterminado (por exemplo: pressostatos, termostatos, chaves de níveis, fluxostato). A

Figura 5 exibe a saída de um sensor digital de acordo com a variação da entrada ao longo do tempo.

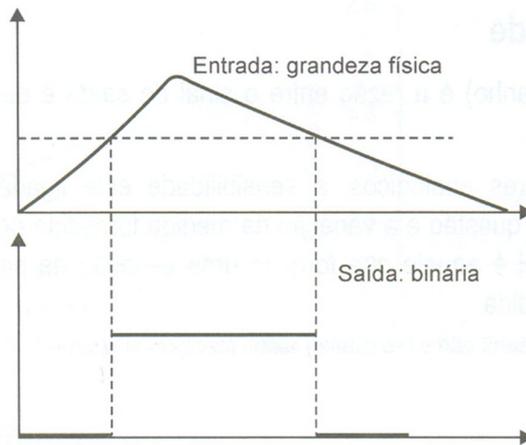


Figura 5 – Sensor binário: a saída só varia quando a entrada atinge um valor predeterminado.
Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 21).

Os autores Thomazini e Albuquerque (2010) ainda relatam que transdutores com esse tipo de saída são largamente utilizados em controle de sequência de eventos com uso de controladores lógicos programáveis (CLP's). Existem sensores digitais cujas saídas são codificadas (BCD, código *Gray* etc.) ou, simplesmente, uma sequência de pulsos cuja frequência informa quantitativamente a grandeza medida.

4.4.2 Saída Analógica

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010) o transdutor possui uma saída contínua. Neste caso a saída do transdutor é quase uma réplica da grandeza física de entrada. A Figura 6 mostra o gráfico da saída de um sensor analógico de acordo com a variação da entrada ao longo do tempo.

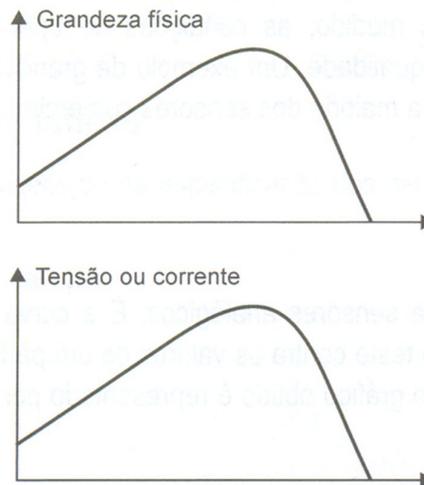


Figura 6 – O gráfico de saída de um transdutor analógico (em tensão ou corrente) é a réplica do sinal de entrada.

Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 21).

4.4.3 Sensibilidade

Fuentes (2005) resume esta característica como sendo a relação entre o sinal elétrico entregue na saída e a grandeza física medida.

Thomazini e Albuquerque (2010) explica de uma forma mais específica e completa que sensibilidade (ou ganho) é a razão entre o sinal de saída e de entrada para um dado sensor ou transdutor. No caso de sensores analógicos, a sensibilidade está ligada à relação entre uma variação na grandeza em questão e a variação na medida fornecida pelo instrumento, ou seja, um sensor muito sensível é aquele que fornece uma variação na saída para uma pequena variação da grandeza medida.

4.4.4 Exatidão ou Erro

Fuentes (2005) relata que exatidão é a diferença absoluta entre o valor real do sinal saída entregue pelo sensor e o sinal ideal que este deveria fornecer para esse valor da grandeza física

4.4.5 Precisão

Conforme Thomazini e Albuquerque (2010) precisão é a característica relativa ao grau de repetibilidade do valor medido por um transdutor. Apesar de as definições serem atualmente padronizadas, existem autores e, principalmente, fabricantes que se referem a essa característica como o erro relativo máximo que o dispositivo pode apresentar. Os autores

complementam que todo o sensor possui um erro de leitura que pode ser maior ou menor conforme o tipo de grandeza medido, as condições de operação do sensor, estado de conservação e, é claro, a sua qualidade. Um exemplo de grandeza difícil de ser medida com precisão é a umidade, por isso a maioria dos sensores comerciais apresenta um erro de leitura de 2% e 10%.

4.4.6 Linearidade

Thomazini e Albuquerque (2010) afirmam que esse conceito aplica-se a sensores analógicos. É a curva obtida ao plotar os valores medidos por um transdutor sob teste contra os valores de um padrão. Se o comportamento do transdutor ou sensor for ideal, o gráfico obtido é representado por uma reta, conforme indica a Figura 7.

Fonseca (2009) define linearidade como o grau de proporcionalidade entre o sinal gerado e a grandeza física. Quanto maior, mais fiel é a resposta do sensor ao estímulo.

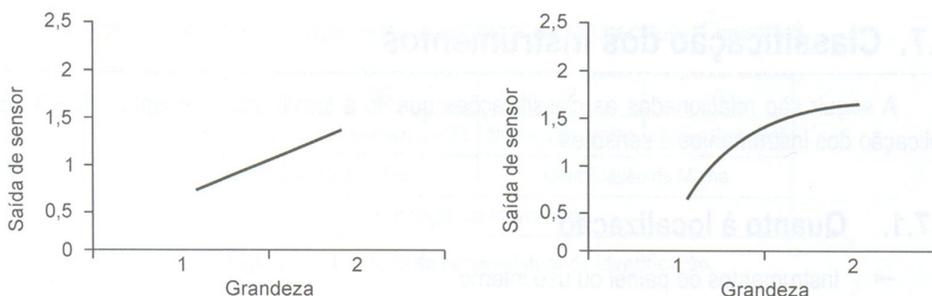


Figura 7 – Formas de resposta linear (esquerda) e não linear (direita).

Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 23).

4.4.7 Alcance (*Range*)

Para Thomazini e Albuquerque (2010), alcance (*range*) representa toda a faixa de valores de entrada de um transdutor.

Fuentes (2005) afirma que em alguns casos, esta faixa depende do dispositivo sensível, ou seja, a amplitude desse sinal necessariamente vai ter um valor máximo e um valor mínimo, que vão determinar por correspondência os limites máximo e mínimo da grandeza física mensurada, determinando assim a faixa do sensor.

4.4.8 Estabilidade

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010), está relacionada com a flutuação da saída do sensor. Se a flutuação for muito alta, ou seja, se o sensor possuir uma baixa estabilidade, a atuação do controlador que utiliza esse sinal pode ser prejudicada.

4.4.9 Velocidade de resposta

Conforme Thomazini e Albuquerque (2010) trata-se da velocidade com que a medida fornecida pelo sensor alcança o valor real do processo. Em sistemas realimentados o ideal é que o sensor utilizado tenha uma resposta instantânea, pois uma resposta lenta pode prejudicar muito a eficiência do sistema de controle e até impedir que o sistema funcione a contento.

Fonseca (2005) explica que o Diagrama de Bode, representado pela Figura 8, é usualmente utilizado para representar essa informação. Pela teoria de Bode, define-se a faixa de passagem, ou largura da faixa, como o intervalo de frequências em que, para uma determinada amplitude de entrada, a potência do menor sinal de saída é maior ou igual à metade da potência do maior sinal. Por consequência, a relação entre as amplitudes do menor sinal e o maior sinal é 0.707, ou, expressado em decibéis, -3 dB.

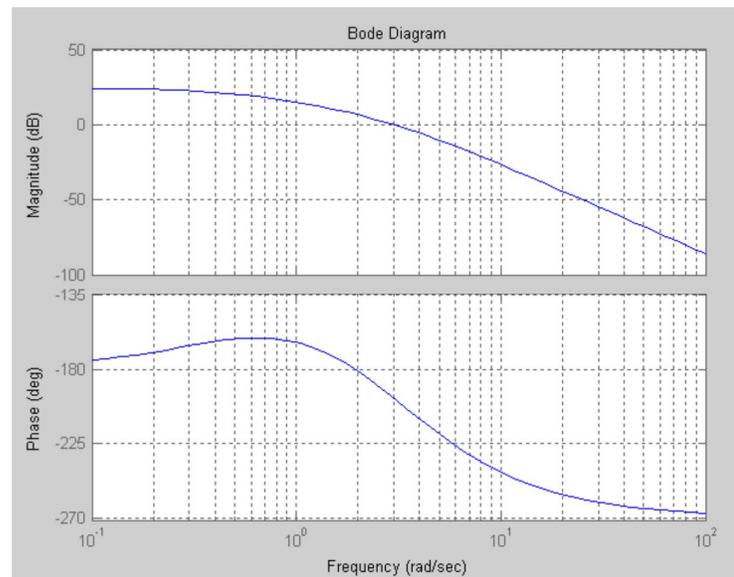


Figura 8 - Diagrama de Bode.
Fonte: Fuentes (2005, p. 8).

4.4.10 Outras características

Para Thomazini e Albuquerque (2010), deve-se levar em consideração na especificação dos sensores as seguintes características:

- Facilidade de manutenção
- Custo
- Calibração
- Dimensões
- Faixa de trabalho
- Encapsulamento
- Histerese
- Vida útil

5 TIPOS DE SENSORES

Neste capítulo, foram abordados alguns conceitos e aplicações sobre os vários tipos de sensores existentes.

5.1 SENSORES ÓPTICOS

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010), são componentes eletrônicos de sinalização e comando que executam detecção de qualquer material sem que haja contato mecânico entre eles.

Conceição (2005) define este tipo de dispositivo como um manipulador de luz que detecta a presença do acionador, que na maioria das aplicações é do próprio produto.

Thomazini e Albuquerque (2010) explica que o princípio de funcionamento do sensor óptico baseia-se na existência de um emissor e de um receptor. A luz gerada pelo emissor deve atingir o receptor com intensidade suficiente para fazer com que o sensor comute sua saída. A Figura 9 apresenta o princípio de funcionamento de um sensor óptico.

Conceição (2005) complementa que este dispositivo funciona pelo princípio de emissão e recepção de feixes de luz modulada e são divididos em 3 princípios distintos: Sistema por Óticas alinhadas, Difusão e Sistema Refletivo. Explica ainda que para funcionar corretamente o transmissor envia um feixe de luz através de fotodiodo, que emite *flashes*, de alta potência e curta duração, para evitar que o receptor confunda a luz emitida pelo transmissor com a iluminação ambiente. Em conjunto ao transmissor o receptor composto de

um fototransistor sensível à luz, juntamente com o filtro sintonizado na mesma frequência de pulsação dos flashes do transmissor, fazendo com que o receptor compreenda somente a luz vinda do transmissor.

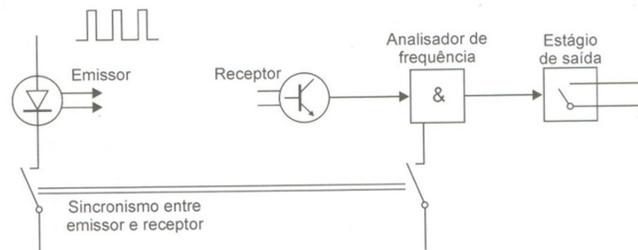


Figura 9 – Princípio de funcionamento.
Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 30).

A Figura 10 ilustra um diagrama de blocos de um típico sensor óptico, que pode ser dividido da seguinte forma:

- **Oscilador:** gera um sinal elétrico modulado e envia ao emissor.
- **Emissor:** transforma o sinal elétrico vindo do oscilador em um feixe de luz pulsante (modulado), sendo executada a emissão do sinal.
- **Receptor:** converte o sinal de luz pulsante (modulado) em sinal elétrico modulado.
- **Pré-amplificador:** ajusta o sinal elétrico modulado vindo do receptor a níveis compatíveis com o circuito eletrônico do sensor.
- **Analisador de frequência:** compara a frequência do sinal recebido pelo receptor com a frequência do sinal gerado pelo emissor, considerando apenas os sinais que sejam compatíveis.
- **Discriminador:** compara o nível do sinal recebido do analisador de frequência com níveis preestabelecidos, definindo o estado do sensor.
- **Estágio de saída:** recebe o sinal do discriminador e comuta a carga.
- **LED:** indicador de estado, sendo acionado pelo discriminador.
- **Fonte de alimentação:** a alimentação do circuito do sensor é feita por um regulador interno.

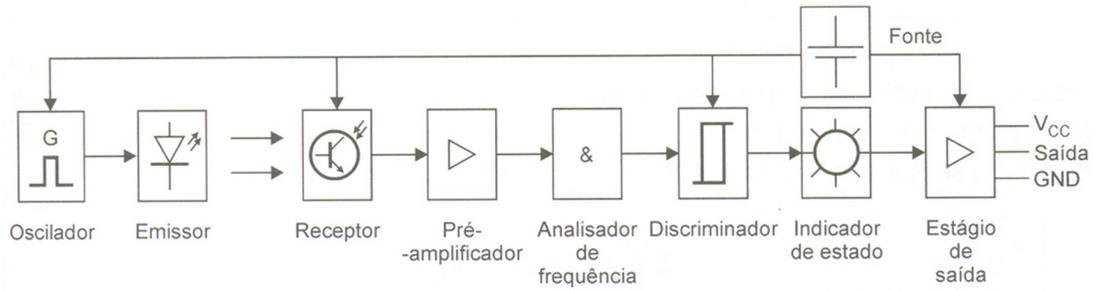


Figura 10 – Diagrama de blocos de operação de um sensor óptico.
Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 31).

5.2 SENSOR ÓPTICO POR TRANSMISSÃO

Tanto Thomazini e Albuquerque (2010) como Conceição (2005) explicam que este tipo de sensor óptico de detecção por barreira de luz, ou transmissivo, possui o emissor e o receptor montados em dispositivos separados. Ao serem alinhados, os dois componentes criam entre si uma barreira de luz. A presença de um objeto interrompendo essa barreira faz com que o sensor seja ativado, conforme mostra a figura 11.

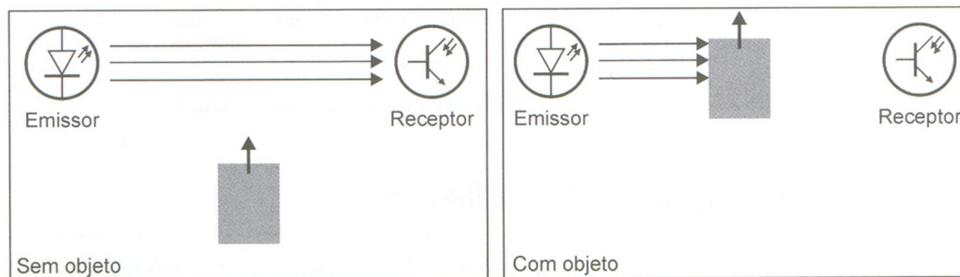


Figura 11 – Sensor óptico por transmissão.
Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 32).

5.3 SENSOR ÓPTICO POR REFLEXÃO DIFUSA

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010) e Conceição (2005), o sensor óptico com reflexão difusa possui o emissor e o receptor montados no mesmo dispositivo. A luz enviada pelo emissor cria uma região ativa cuja presença de um objeto faz com que a luz seja refletida de forma difusa, de volta ao receptor, ativando o sensor, como indica a Figura 12.

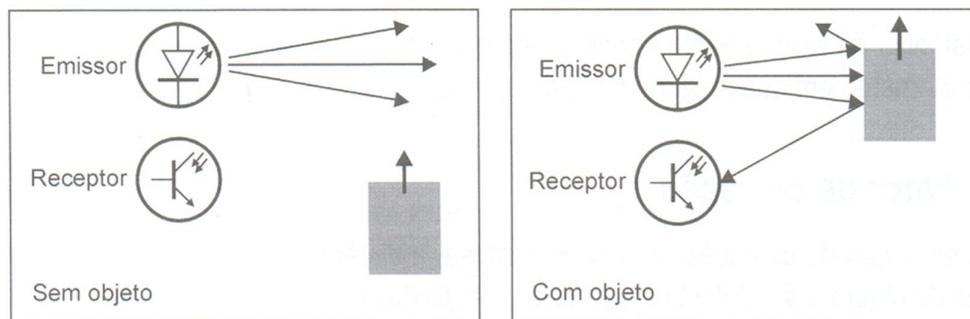


Figura 12 – Sensor de reflexão difusa.
 Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 33).

A Figura 13 mostra uma aplicação típica para sensores de reflexão difusa.

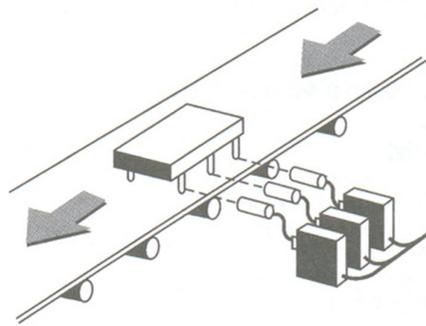


Figura 13 – Aplicação de sensores de reflexão difusa.
 Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 33).

5.4 LASER

Para Thomazini e Albuquerque (2010) é uma tecnologia baseada no princípio do tempo de trânsito (*time-of-flight*). O tempo que a luz do diodo transmissor LASER (*Light Amplification by Stimulate Demission of Radiation*) leva para viajar do sensor para o objeto e voltar diretamente proporcional a distância percorrida. Os autores ainda citam que os sensores de tempo de trânsito tradicionais usam um fotodiodo como elemento receptor e uma eletrônica externa são usados para aquisição e processamento do sinal. O sensor é de alto custo, grande e normalmente não é adequado para um sensor de posição industrial. O sensor mostrado na Figura 14 contém um elemento receptor de pixel que é integrado ao *chip* (*System-onChip*). Tanto os elementos sensíveis como a eletrônica estão integrados em um chip CMOS de 0.25 mm chamado PMD (*Photonic Mixer Device*). O receptor é um sensor de LASER visível classe II com dispositivos para filtro de luz.

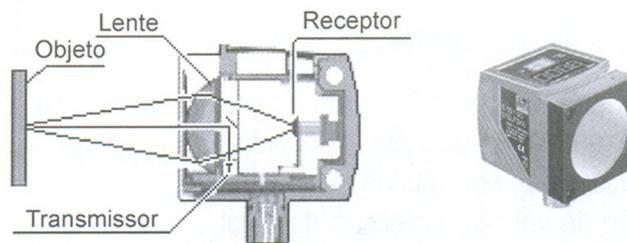


Figura 14 – Esquema de funcionamento de um sensor LASER.

Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 39).

5.5 SENSORES DE POSIÇÃO

Este tipo de sensor é utilizado em vários processos industriais ou comerciais sendo de grande importância para definir a posição dos objetos. Seus conceitos e aplicações serão abordados a seguir.

5.5.1 Sensores de proximidade magnéticos

Os autores Thomazini e Albuquerque (2010) explicam que estes sensores são baseados no uso de campos magnéticos e convertem esse campo em um sinal elétrico. Os sensores de proximidade magnéticos são baseados no uso de um *Reed Switch* e um ímã permanente conforme se observa na Figura 15, podendo ser facilmente fabricados. O ímã pode ser parte do objeto a ser detectado ou do sensor. Já os sensores eletrônicos de proximidade magnéticos são baseados no efeito *Hall*.

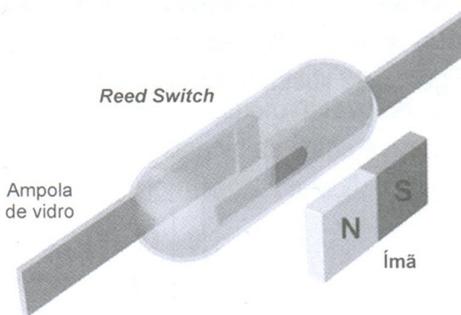


Figura 15 – Sensor de proximidade magnético.

Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 47).

Thomazini e Albuquerque (2010, p. 47) citam que:

Nos sensores de efeito *Hall* observa-se que, quando um condutor plano atravessado por um condutor plano atravessado por uma corrente elétrica é colocado em um campo magnético cujas linhas de fluxo estão perpendiculares à superfície do condutor, os elétrons da corrente elétrica são

deslocados lateralmente (Lei de Lorentz), formando um ângulo reto em relação à direção da corrente, como se observa na Figura 16.

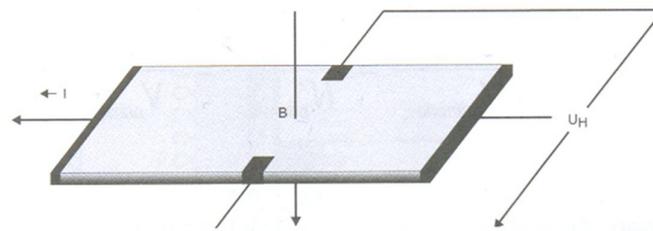


Figura 16 – Efeito *Hall*.

Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 47).

Braga (2008) explica de outra maneira o Efeito *Hall* dizendo um campo magnético atua sobre uma placa condutora através da qual passa uma corrente elétrica, essa corrente é desviada. Isso significa que no ponto em que essa corrente é tomada, têm-se variações de sua intensidade que traduzem a intensidade do campo magnético. Tendo a vantagem de serem muito sensíveis, rápidos, além disso, podem ser elaborados com materiais semicondutores adquirindo dimensões reduzidas. Complementando, Braga relata sobre suas aplicações mais comuns são a detecção de movimento de partes mecânicas, tacômetros, controle de motores, etc.

5.5.2 Sensores tipo *Reed Switch*

Segundo Braga (2008), são sensores que podem ser usados para detectar a posição de uma peça ou de uma parte de um mecanismo pela posição de um pequeno ímã que é preso a ela. É possível classificar esses sensores também como sensores magnéticos, uma vez que eles atuam com a ação de um campo, mas como são interruptores acionados por campos.

Na Figura 17 temos o princípio de atuação desse tipo de sensor que tanto pode ser usado para detectar a simples aproximação de uma peça quanto gerar pulsos de controle a cada passagem de uma peça móvel.

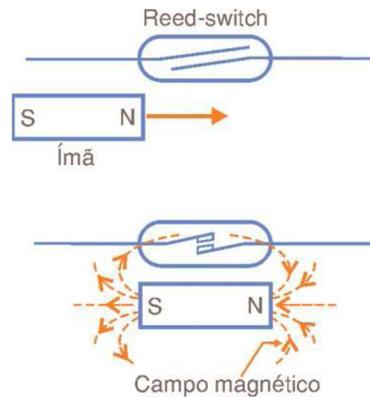


Figura 17 – Princípio de atuação de um *Reed Switch*.
Fonte: Braga (2008, p. 3).

5.5.3 Encoders

Conceição (2005) define este equipamento como sendo um transdutor que executa a transformação (decodificação) de um movimento mecânico em um sinal eletrônico. Cita ainda que seu funcionamento está baseado na interrupção ou não de um sinal óptico, normalmente um feixe luminoso, conseguindo através de um emissor e um sensor separados, que alternadamente permitem ou não a passagem de luz do emissor para o receptor.

Para Thomazini e Albuquerque (2010), são dispositivos que convertem um deslocamento linear ou angular em um trem de pulsos, e ainda podem ser interpretados com um *byte*.

Conforme os autores Thomazini (2010), Albuquerque(2010) e Conceição (2005), existem dois tipos de *encoder*, sendo o incremental e o absoluto. Os *encoders* incrementais indicam o deslocamento somente em relação a um ponto inicial de referência. Já os *encoders* absolutos medem o deslocamento em relação a um ponto de referência interno do dispositivo. Esse tipo de sensor representa o deslocamento em incrementos codificados discretamente.

5.6 SENSORES DE ACELERAÇÃO

Thomazini e Albuquerque (2010) definem que este tipo de sensor fornece um sinal elétrico proporcional à aceleração do sistema. Esses componentes são do tipo inercial e dão indicação sobre o movimento do sistema com relação a uma prefixada variável do eixo inercial. Explicam que a configuração de um acelerômetro consiste na utilização de diversos componentes que convertem aceleração em uma tensão elétrica analógica. Um acelerômetro

pode ser considerado um transdutor que converte a energia mecânica associada ao movimento na forma elétrica.

“Na prática, a aceleração vem convertida em uma relação de massa vinculada a um meio viscoso e essa mistura vem em conjunto com um sensor de posição (transformador diferencial, potenciômetro ou do quartzo piezoelétrico).” (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2010, p. 86).

Braga (2008) complementa que como os acelerômetros são sensores analógicos vetoriais, onde o sinal consiste na variação de uma tensão proporcional à força impressa num determinado instante, o processamento do sinal não é tão simples. A detecção do deslocamento é então fornecida por um potenciômetro resistivo, permitindo boa sensibilidade. Com tal tipo de sensor são possíveis medidas de aceleração de 10 a 100 m/s², isto é, de g a 10 g, sendo g a aceleração da gravidade ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

5.7 SENSORES FOTOELÉTRICOS

Braga (2008) explica que um sensor fotoelétrico converte um sinal luminoso (luz ou sombra) em um sinal elétrico que possa ser processado por um circuito eletrônico. São sensores muito mais rápidos por trabalharem com a luz, não apresentando praticamente inércia e não têm peças móveis que quebram ou desgastam e são utilizados numa infinidade de aplicações na indústria e em outros campos.

5.8 FOTO-RESISTORES (LDRS)

Thomazini e Albuquerque (2010) define LDR como Resistor Dependente de Luz. Dissertam também que quando a luz incide em determinadas substâncias cujas resistências são alteradas devido à quantidade de luz que recebem, ocorre a liberação de portadores de carga que ajudam a condução da corrente elétrica, conforme mostra a Figura 18.

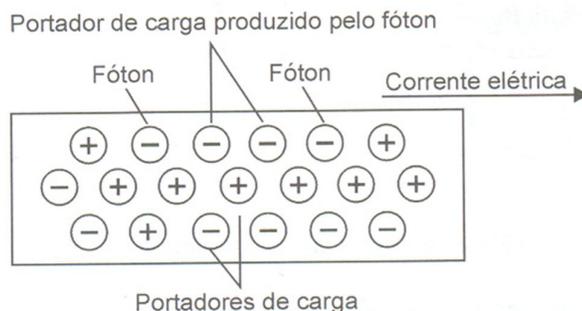


Figura 18 – A luz libera portadores de carga que reduzem a resistência elétrica de determinados materiais.

Fonte: Thomazini e Albuquerque (2010, p. 63).

Braga (2008) afirma que os LDRs possuem uma superfície de Sulfeto de Cádmio (CdS) que tem sua resistência elétrica dependente da quantidade de luz incidente ou seja a curva característica desses sensores mostra que a resistência cai enormemente à medida que a intensidade da luz incidente aumenta. Na Figura 19 exibimos um exemplo de curva de resposta de um LDR comum. O autor destaca que a curva de resposta dos LDRs se aproxima bastante da curva de resposta do olho humano, o que permite sua operação com fontes convencionais de luz.

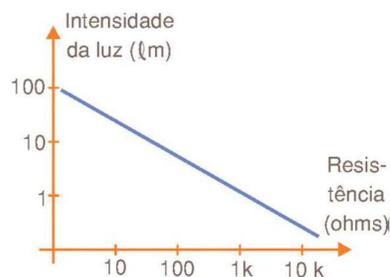


Figura 19 – Curva característica sobre a resistência com intensidade de Luz.

Fonte: Braga (2008, p. 5).

Os autores Thomazini (2010), Albuquerque(2010) e Braga (2008), chegaram à mesma conclusão de que a grande vantagem no uso dos LDRs como sensores fotoelétricos está no fato de que eles podem trabalhar com correntes relativamente elevadas, sendo muito sensível, o que simplifica o projeto de seus circuitos. E a sua grande desvantagem está na velocidade de resposta, ou seja, os LDRs são muito lentos, não operando em velocidades maiores do que algumas dezenas de quilohertz.

5.9 FOTODIÓDOS

Braga (2008) aponta que os fotodiodos operam segundo o princípio de que os fótons incidindo numa junção semicondutora liberam portadores de cargas. Esses portadores tanto

podem fazer com que apareça uma tensão entre os terminais do diodo quanto também afetar sua resistência à passagem da corrente.

Thomazini e Albuquerque (2010) complementa o autor anterior dizendo que a energia luminosa desloca os elétrons para a banda de condução, reduzindo a barreira de potencial pelo aumento do número de elétrons, que podem circular se aplicada polarização inversa.

“O fotodiodo é usado como sensor em controle remoto, em sistemas de fibra óptica, leitoras de código de barras, scanner, canetas ópticas, toca-discos, CD, fotômetros e como sensor indireto de posição e velocidade”. (Thomazini; Albuquerque, 2010, p. 66).

5.10 FOTOTRANSISTORES

Thomazini e Albuquerque (2010) definem este dispositivo como transistor cuja junção coletor-base fica exposta à luz e atua como um fotodiodo. O transistor amplifica a corrente através do circuito eletrônico e fornece alguns mA como alta luminosidade. Afirmam ainda que as aplicações deste dispositivo são as mesmas do fotodiodo, exceto em sistemas de fibra óptica em alta frequência, mas podem ser aplicados em diversas outras aplicações dos fototransistores nos mais diversos tipos de grandezas a serem medidas, tais como:

- Presença;
- Velocidade;
- Pressão;
- Vazão;
- Posição/deslocamento;
- Distância;
- Nível.

Braga (2008) explica que os fototransistores liberam cargas nas junções com a incidência de luz e os transistores podem ser tanto usados no modo fotodiodo em que o terminal de base permanece desligado, quando no modo fototransistor em que a base é polarizada ou para aumentar a sensibilidade ou para aumentar a velocidade.

5.11 FOTODISPARADORES

Braga (2008) explica que são dispositivos que operam de modo direto, ou refletivo com uma fonte de luz comum, detectando a interrupção da luz ou ainda a reflexão ou passagem do objeto por zonas escuras, fazendo com que pulsos elétricos sejam gerados para o

processamento de um circuito. Em alguns casos a fonte emissora, normalmente um LED visível ou infravermelho é integrado ao mesmo invólucro do sensor, para aplicação no modo refletivo.

Os fotodisparadores podem ser empregados em diversas configurações, conforme demonstra a Figura 20.

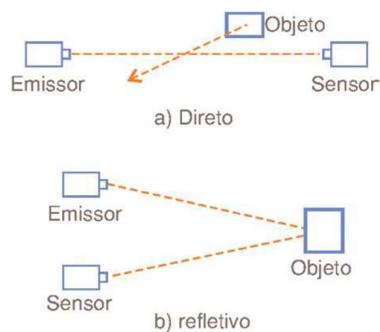


Figura 20 – Aplicações de Fotodisparadores.
Fonte: Braga (2008, p. 10).

6 METODOLOGIA

O tipo de pesquisa foi exploratória a qual segundo Gil (2002), visa proporcionar maior familiaridade com o problema pesquisado, com vistas a torná-lo mais explícito, aprimorar. Possui o desenvolvimento do projeto, onde foi realizado um estudo para selecionar o tipo específico de sensor para a captação dos dados de velocidade do veículo para o desenvolvimento do simulador.

Para a primeira etapa, considerada a parte teórica deste trabalho, foram realizadas coletas de informações e estudos bibliográficos firmando a proposta do simulador.

Na segunda etapa, foi colocado em prática o levantamento bibliográfico, desenvolvendo assim um simulador para controlar a velocidade de um veículo automotor.

Para a obtenção dos dados sobre a velocidade do objeto, foram utilizados duas *web* câmeras e dois apontadores LASER, para calcular a distância de um objeto em relação ao LASER, emitido pelo apontador através de um algoritmo.

O algoritmo capta o LASER projetado sobre um campo de visão de uma câmera (para facilitar a calibragem do algoritmo foram utilizadas distâncias conhecidas. Ex: 30 cm). Este feixe LASER é paralelo ao eixo óptico da *web* câmeras. O ponto LASER é capturado junto com o resto do frame. O algoritmo é executado, procurando os pixels mais brilhantes na imagem. Supõe-se que o ponto LASER é o mais brilhante, a posição dos pixels do frame da imagem é conhecida. Então necessitou-se, calcular o intervalo para o objeto baseado ao longo do eixo y da imagem neste ponto LASER, de modo a formar um sensor medidor de distância frontal (TWL), como mostra a Figura 21. Quanto mais perto o ponto do centro da imagem, mais longe o objeto está.

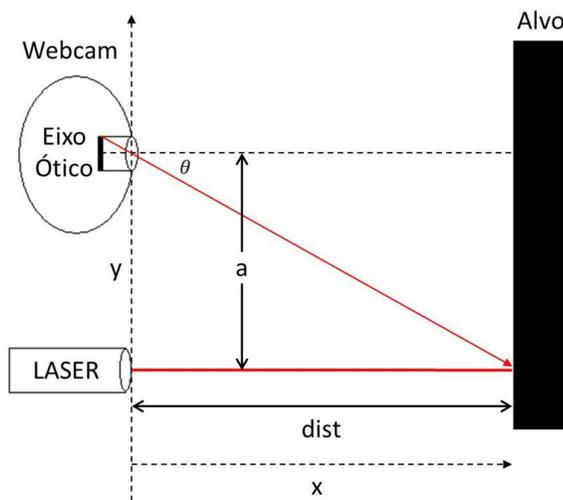


Figura 21 – Modelo teórico de TWL.
Fonte: Santiciolli e Zampieri (2010).

Primeiramente é preciso inserir os parâmetros no sistema. Os parâmetros são: a extensão do trecho em cm (supondo que sejam em metros), a velocidade permitida no trecho e definir se o sistema está inicializado ou não, conforme a Figura 22.

PARÂMETROS		AÇÕES	
Extensão do trecho (cm):	<input type="text" value="0,00"/>	<input checked="" type="radio"/> Parado	<input type="radio"/> Iniciado
Velocidade Permitida no trecho:	<input type="text" value="0,00"/>		

Figura 22 – Parâmetros e ações do Sistema.
Fonte: Elaborado pelo autor.

O próximo passo é carregar as imagens das *web* câmeras, clicando sobre os botões “Iniciar” conforme a Figura 23.

WEBCAM 1	WEBCAM 2
Distância (cm): <input type="text"/> <input type="button" value="Iniciar"/>	Distância (cm): <input type="text"/> <input type="button" value="Iniciar"/>

Figura 23 – Botões para inicialização das imagens das *web* câmeras.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com todos os parâmetros inseridos, é preciso verificar se a distância calculada está correta. Para isso foi colocada às estruturas a uma distância conhecida. A Figura 24 mostra as imagens das *web* câmeras já carregadas e as distâncias calibradas.

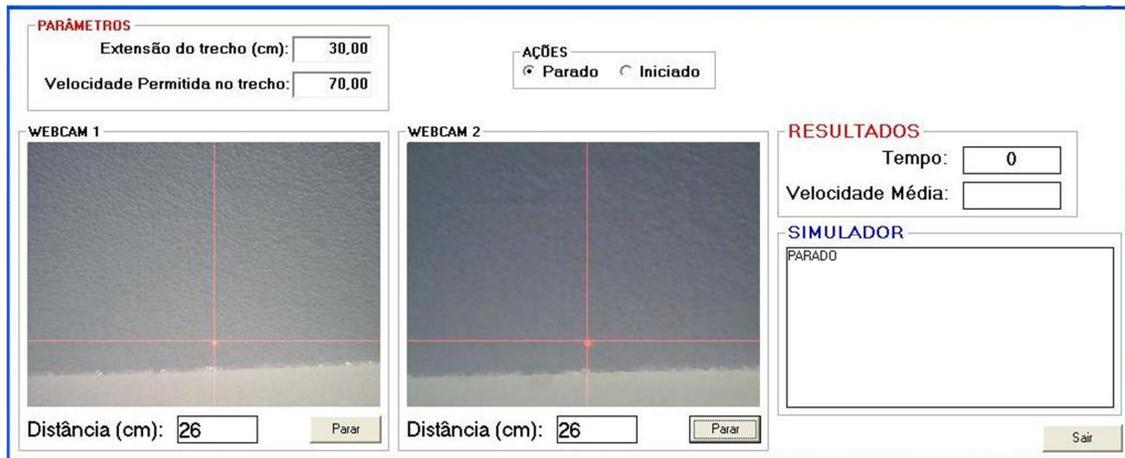


Figura 24 – Sistema carregado e calibrado.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Concluído os passos, o sistema está preparado para iniciar e fazer as verificações de distância e tempo para fazer os cálculos de velocidade média e fazer a simulação proposta de modo a formar um sensor medidor de distância frontal TWL, captando os dados necessários. Para o cálculo da distância foi utilizado a seguinte equação:

$$dist = \frac{a}{\text{tangente}(\theta)}$$

Onde se tem:

$$\theta = ((npc * g) + c)$$

Juntando-as foi obtida a seguinte equação:

$$dist = \frac{a}{\text{tangente}((npc * g) + c)}$$

dist = Distância do laser em relação ao alvo
a = Altura do plano focal em relação ao laser
npc = número de pixels para o centro do plano focal
g = ganho (constante utilizada para converter ângulo em radianos e compensar pixels)
c = constante de compensação para diminuição da taxa de erro

Com a distância calibrada, quando o objeto passa pelo feixe de laser (ponto A), conforme mostra a Figura 25, um *timer* é acionado cronometrando o tempo até que o objeto passe pelo ponto B.

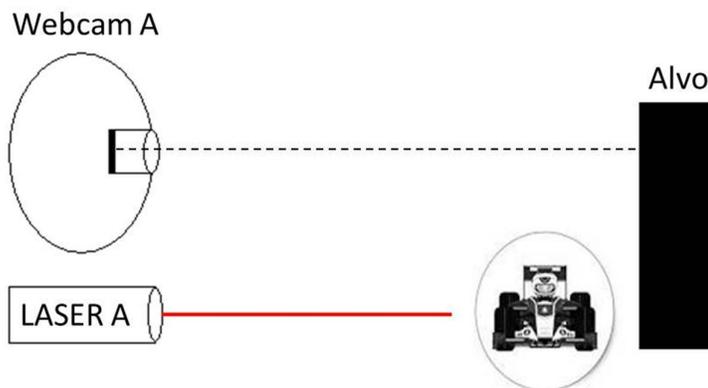


Figura 25 – Objeto acionando o *timer* ao passar pelo feixe do LASER A (ponto A).
Fonte: Elaborado pelo autor.

Após ter passado pelo ponto B, o sistema verifica se a distância é a mesma em que foi calibrada e pausa o *timer*, conforme a Figura 26. Com o cronometro parado, o sistema utiliza o tempo percorrido pelo objeto calculando sua velocidade.

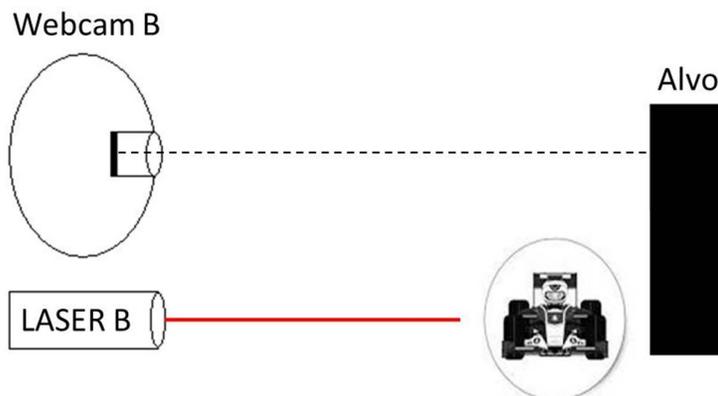


Figura 26 – Objeto pausa o *timer* ao passar pelo feixe do LASER B e calcula a velocidade do objeto.
(ponto B).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para calcular a velocidade média, a equação utilizada foi:

$$velocidade = \frac{\Delta s}{\Delta t} \times 3,6$$

velocidade = velocidade escalar
 Δs = deslocamento
 Δt = tempo
 3,6 = valor para converter o resultado em km/h

A velocidade obtida é comparada com os parâmetros iniciais, caso a velocidade esteja acima do limite permitido no trecho, à mesma é diminuída gradativamente conforme a Figura 27, simulando o controlador de velocidade.

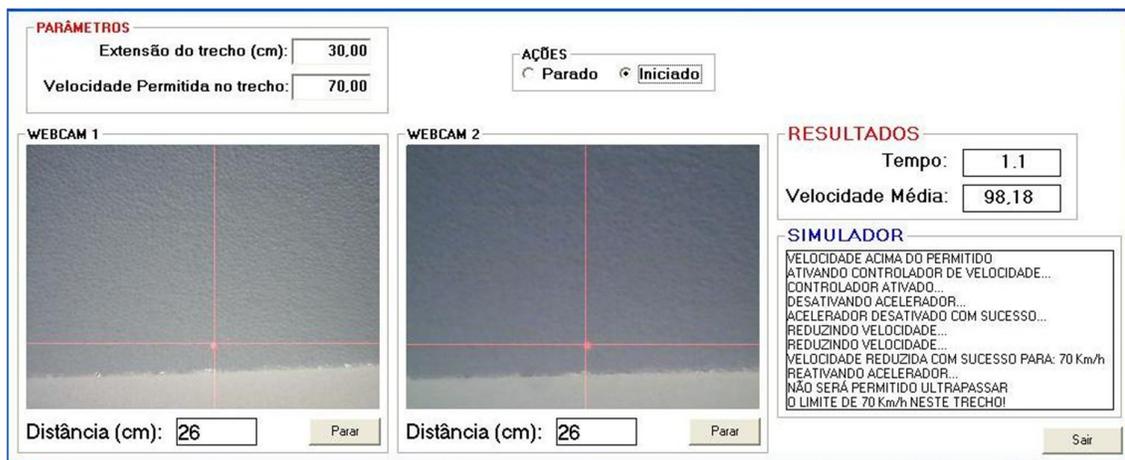


Figura 27 – Simulador diminuindo gradativamente a velocidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A aplicação foi desenvolvida na linguagem de programação *Visual Basic 6.0* e para obtenção dos dados utilizou-se duas *web* câmeras e dois apontadores LASER.

O *hardware* para o seu desenvolvimento foi:

- Intel Celeron 2,13 GHz
- Memória RAM 2 GB DDR 667 MHz
- Disco rígido de 120 GB
- Tela de 16 polegadas
- Mouse USB

A obtenção dos dados foi feita através de:

- 2 *web* câmeras
- 2 apontadores LASER.

6.1 RESULTADOS OBTIDOS

Com base na metodologia descrita, foram iniciados os testes para validar a ideia proposta neste estudo.

A Figura 28, mostra o sistema aguardando o objeto passar pelo feixe de LASER da *web* câmera 1.



Figura 28 – Sistema aguardando o objeto.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao passar pelo feixe do apontador LASER da *web* câmera 1 o cronômetro é acionado, conforme mostra a Figura 29.

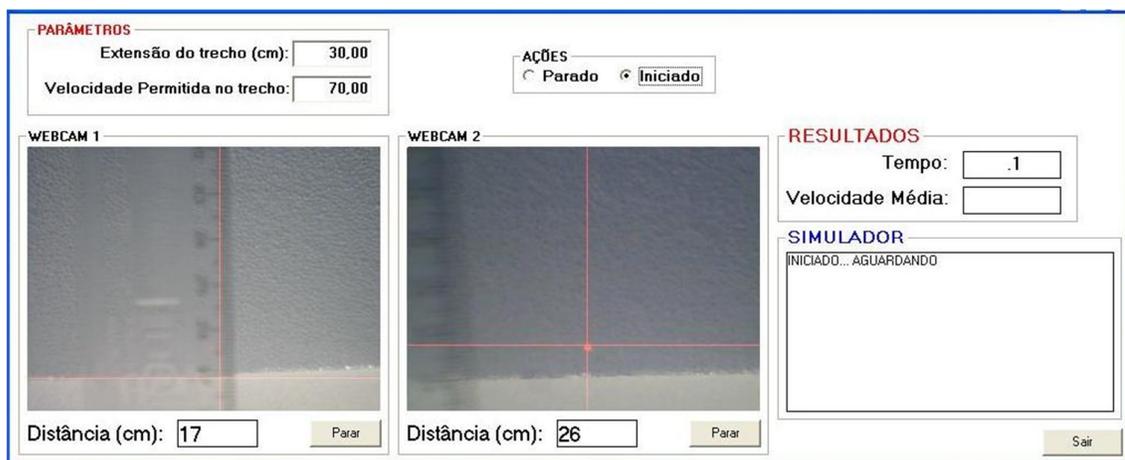


Figura 29 – Sistema acionando o cronômetro.
Fonte: Elaborado pelo autor.

O objeto, ao passar pelo feixe do apontador LASER da web câmeras 2, faz com que o cronometro seja parado e o cálculo da velocidade é feito, conforme a Figura 30.



Figura 30 – Sistema pausando o cronometro e efetuando o cálculo de velocidade média.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 31 foi simulada uma velocidade acima do permitido, fazendo com que o simulador retorne o resultado mostrado a seguir.

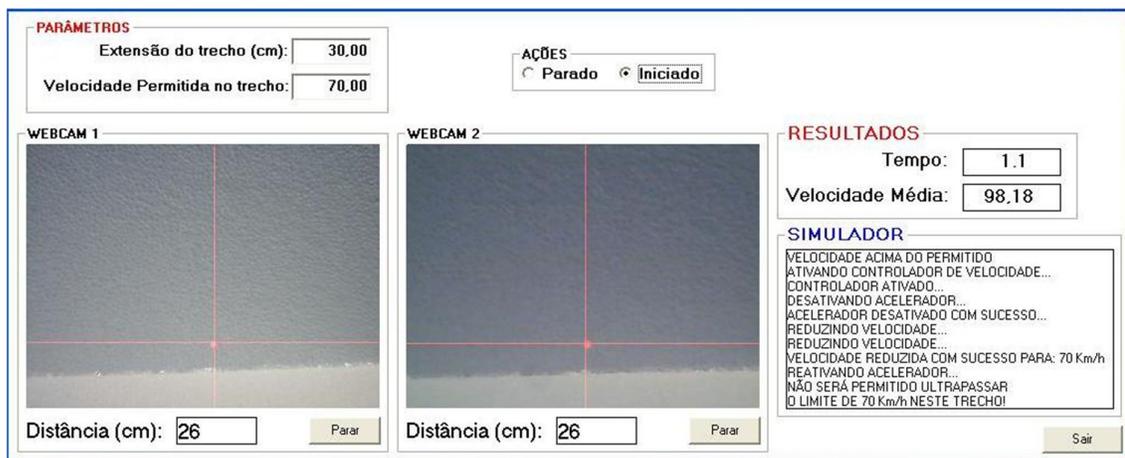


Figura 31 – Simulador retornando um resultado com velocidade acima do permitido.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Outra simulação que foi realizada fez-se o simulador retornar o resultado caso a velocidade esteja dentro do permitido no trecho. A Figura 32 mostra o resultado.



Figura 32 – Simulador retornando um resultado com velocidade dentro do permitido.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 1 mostra os resultados dos testes efetuados com várias distâncias e tempo e os resultados dos cálculos da velocidade, tanto em m/s como em km/h.

Tabela 1 – Resultado dos testes realizados.

Distância (cm)	Tempo (s)	Velocidade (m/s)	Velocidade (km/H)
15	1,0	15,0	54,0
15	1,2	12,5	45,0
15	1,5	10,0	36,0
15	2,0	7,5	27,0
15	3,0	5,0	18,0
15	10,0	1,5	5,4
20	1,0	20,0	72,0
20	1,2	16,6	60,0
20	1,5	13,3	48,0
20	2,0	10,0	36,0
20	3,0	6,6	24,0
20	10,0	2,0	7,2
25	1,0	25,0	90,0
25	1,2	20,8	75,0
25	1,5	16,6	60,0
25	2,0	12,5	45,0
25	3,0	8,3	30,0
25	10,0	2,5	9,0
30	1,0	30,0	108,0
30	1,2	25,0	90,0
30	1,5	20,0	72,0
30	2,0	15,0	54,0
30	3,0	10,0	36,0
30	10,0	3,0	10,8
40	1,0	40,0	144,0
40	1,2	33,3	120,0
40	1,5	26,6	96,0
40	2,0	20,0	72,0
40	3,0	13,3	48,0
40	10,0	4,0	14,4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se ver na Tabela 1 que foram realizados testes com 5 distâncias diferentes com tempos padronizados, onde chegou-se a conclusão de que o que provoca a variação na velocidade, é o tempo em que se percorre uma determinada distância.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento bibliográfico para melhor compreensão do assunto, foi possível imaginar um grande número de aplicações que podem ser desenvolvidos, utilizando sensores aliado com algoritmos computacionais para serem aplicados em veículos e estradas.

Pode-se ver claramente que o desenvolvimento e a implantação de ferramentas para auxiliar os motoristas, são possíveis de saírem da ficção e virarem realidade. Um longo caminho deve ser percorrido para que isso aconteça, passando por mudanças em vários setores da sociedade, começando com um melhor investimento dos impostos na área de Saúde, rodovias e Educação.

No futuro se essas ferramentas forem colocadas na prática, o número de acidentes poderá ser reduzido, tendo como consequência rodovias mais seguras, modernas e motoristas prudentes e como pode controlar a velocidade de veículos automotores, irá diminuir a emissão de gás carbônico em nossa atmosfera.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, Simone M.. **Instrumentação Industrial**. Disponível em:
<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAOJUAA/instrumentacao-industrial-transmissores>>. Acesso em: 03 mai. 2011.
- BRAGA, Newton C. **Todos os Tipos de Sensores**. Disponível em:
<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABB9QAC/todos-os-tipos-sensores> >. Acesso em: 20 maio. 2011.
- BRAGA, Newton C. **Foto-Disparador (NE210)**. Disponível em:
<<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/circuitos/135-optoelectronica/3170-ne210.html>>. Acesso em: 03 maio. 2011.
- BRASIL. Lei n.º 11.705, de 19 de junho de 2008. Altera o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 jun. de 2008. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11705.htm>. Acesso em 10 nov. 2011.
- CONCEIÇÃO, Edcarlo da. **Instrumentação Industrial**. Apostila de Instrumentação Industrial. UNISUL, Tubarão-SC, 2005.
- EMERICK, Adailton C. **Sensores analógicos**. Disponível em:
<<http://www.automacoes.com/2008/11/sensores-analogicos.html>>. Acesso em: 15 mar. 2011.
- FONSECA, Ijar M. **Sensores, Transdutores e Detectores**. Disponível em
<<http://www2.dem.inpe.br/ijar/SenTrand3.pdf>>. Acesso em: 10 maio. 2011.
- FUENTES, Rodrigo Cardozo. **Instrumentação Industrial**. Apostila de Instrumentação Industrial. UFSM, Santa Maria-RS, 2005.
- GARCIA, José Ricardo; SOUZA, Marcio Luiz de. **Unidade 'Fail-Safe' de Processamento de Velocidade**. 2010. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecatrônica) – FISP, São Paulo, 2010.
- GIACOMIN, João Carlos. **Conversores D/A e A/D**. Apostila de Eletrônica Básica. Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2011.
- GIL, A. C., **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed., São Paulo: Atlas, 2002.
- PERRY, Greg. **Aprenda em 21 dias Visual Basic 6**. Tradução de Edson Furmankiewicz. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 844 p. Título original: Sams Teach Yourself Visual Basic 6 in 21 Days.
- SANTICIOLLI, Fabio M.; ZAMPIERI, Douglas. E. Sistema de Medição e Controle de Distância Frontal Baseado na Fusão entre Câmera Digital e Apontador Laser. In: CONGRESSO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 18., 2010, Campinas. **Sistema de Medição...** Disponível em:

<<http://www.prp.unicamp.br/pibic/congressos/xviiiicongresso/paineis/081290.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2011.

SENSORES Industriais. www.ebah.com.br, 2009. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAGsQAA/sensores>>. Acesso em 10 maio. 2011.

SUÁREZ, L.L. **Conhecimento Sensorial – Uma Análise segundo a Perspectiva da Semiótica Computacional**. 2000. 156 f. Dissertação de Mestrado (Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, UNICAMP, Campinas, 2000.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga. **Sensores Industriais – Fundamentos e Aplicações**. 7^a ed. ver. São Paulo: Editora Érica, 2010.

ANEXOS

Simulador de um Sistema Controlador de Velocidade para Veículos Automotores

Luciano D. Rochel¹

¹Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas – Universidade do Sagrado Coração
Rua Irmã Arminda – 10-50 – 17011-160 – Jardim Brasil, Bauru – SP – Brasil

ludero@gmail.com

Abstract. *In recent years, with the increase of traffic accidents caused by speeding and other infractions, created the need to develop a tool to control the speed of motor vehicles. In this study, an analysis was made in the types of sensors typically used in industrials and commercial sectors. Then, there was the development of a simulator, where the programming language Visual Basic 6.0, web cameras and laser pointers were used to capture data for the calculation of distance and average speed, demonstrating how the system would be used in automotive vehicles.*

Resumo. *Nos últimos anos, com o aumento dos acidentes de trânsito, causados por excesso de velocidade e outras infrações, criou-se a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta capaz de controlar a velocidade dos veículos automotores. Neste estudo, foi feita uma análise nos tipos de sensores usualmente utilizados nos setores industriais e comerciais. Em seguida, realizou-se o desenvolvimento de um simulador, onde a linguagem de programação Visual Basic 6.0, web câmeras e apontadores LASER, foram utilizados na captação dos dados, para o cálculo de distância e velocidade média, demonstrando como o sistema seria utilizado nos veículos automotores.*

1. Introdução

Percebe-se nos últimos anos, mesmo com a Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008, que altera a Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que ‘institui o Código de Trânsito Brasileiro’, e a Lei no 9.294, de 15 de julho de 1996, que dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumíferos, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas, nos termos do § 4o do art. 220 da Constituição Federal, para inibir o consumo de bebida alcoólica por condutor de veículo automotor, e dá outras providências.

Mesmo assim são comuns acidentes relacionados ao excesso de velocidade e a ingestão de bebidas alcoólicas.

Um dos motivos do excesso de velocidade é provocado pelo avanço tecnológico dos veículos produzidos pelas montadoras oferecendo máquinas cada vez mais velozes e como consequência transformando as rodovias em pistas de corrida. Mesmo em alguns casos a Lei sendo aplicada, com multas, apreensões de veículos, suspensão da carteira de habilitação e prisões dos motoristas, os condutores saem da cadeia e continuam cometendo as mesmas infrações.

Havendo a necessidade de se criar um sistema eficiente, que não tire o direito de ir e vir e nem a liberdade, um controlador de velocidade para veículos automotores faria com que automaticamente o veículo diminuísse a velocidade até a permitida e não o deixaria ultrapassar o limite, portanto com base nos conceitos supracitados foi realizado um estudo para desenvolver um simulador que identifica a velocidade do veículo e simula a diminuição

gradativa de sua velocidade pelo próprio sistema.

Visando o bem estar dos condutores e pedestres além de fazer com que o sistema iniba roubos de carros e outros tipos de crimes, como estado de embriaguez, por exemplo, dando o primeiro passo para a implantação de “Rodovias Inteligentes”, reduzindo as mortes causadas por excesso de velocidade ou outros tipos de imprudências no trânsito.

O objetivo deste estudo é desenvolver um simulador de um sistema controlador de velocidade de veículos mostrando a diminuição gradativa de sua velocidade através do software, além de estudar conceitos e aplicações de sensores, selecionar o tipo de sensor para obter os dados necessários que serão utilizados no desenvolvimento de um simulador de controle de velocidade, utilizando a linguagem de programação *Visual Basic 6.0*.

2. Conceito e tipos de Sensores

Göpel (1989 apud SUAREZ et.al., 2000, p. 52) relata que entre as principais definições de sensores encontradas na literatura, talvez a que apresentem maior generalidade seja a seguinte:

“Sensores são considerados dispositivos que convertem uma variável física ou química em um sinal apropriado para a medição.”

Para Thomazini e Albuquerque (2010), Sensor é um termo empregado para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre uma grandeza que precisa ser medida, como temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição etc., conforme indica a Figura 1.

Suárez (2000, p. 53) define sensores como um dispositivo de medição, capaz de transformar grandezas físicas, referentes a espaço-tempo, em grandezas lógicas. Sendo assim, a informação contida na grandeza lógica corresponde a uma representação de um conhecimento sensorial.

Braga (2008), ainda relata que existem diversos tipos de sensores utilizados em equipamentos eletrônicos. Podendo ser utilizados em simples chaves ou dispositivos de acionamento momentâneo do tipo mecânico, até transdutores especiais que convertem alguma grandeza física numa grandeza elétrica como, por exemplo, uma tensão. O autor afirma que esses sensores servem para informar um circuito eletrônico a respeito um evento que ocorra externamente, sobre o qual ele deva atuar, ou a partir do qual deva comandar uma determinada ação.

Existem 2 tipos de saídas para sensores: analógicas e digitais.

De acordo com Fonseca (2009), as saídas analógicas variam dependendo das condições a serem medidas, podendo ser Acuidade, sendo definida como quão próxima é a medida fornecida pelo sensor da quantidade verdadeira que está sendo medida, Precisão que determina quão próximo são os valores fornecidos por diversos sensores ao medir uma mesma variável e a Repetibilidade que é a habilidade de um sensor repetir suas leituras. Diferentemente, a saída digital que segundo Thomazini e Albuquerque (2010), esse tipo de sensor pode assumir apenas dois valores no seu sinal de saída ao longo do tempo, que podem ser interpretados como zero ou um. Não existem naturalmente grandezas físicas que assumam esses valores, mas eles são assim mostrados ao sistema de controle após serem convertidos pelo circuito eletrônico do transdutor. É utilizado, por exemplo, em detecção de passagem de objetos, *encoders* na determinação de distância ou velocidade etc.

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010), é possível converter um sinal analógico em digital

e vice-versa por meio de conversores analógico-digital ou digital-analógico.

Para Giacomini (2011), os conversores analógicos-digitais são circuitos ou componentes que excitado por uma tensão ou corrente produzem um código digital equivalente. O ADC produzirá uma saída codificada a qual mudará de 1 LSB representando algum incremento ou decremento na tensão ou corrente de entrada.

Thomazini e Albuquerque (2010) ainda relatam que quando a conversão é realizada, parte do sinal é perdida e podem existir pequenas distorções na grandeza realmente medida.

Existem vários tipos de sensores, utilizados em diversas aplicações, logo abaixo serão apresentados alguns deles.

2.1 Sensores Ópticos

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010), são componentes eletrônicos de sinalização e comando que executam detecção de qualquer material sem que haja contato mecânico entre eles.

Conceição (2005) define este tipo de dispositivo como um manipulador de luz que detecta a presença do acionador, que na maioria das aplicações é do próprio produto.

2.2 Sensor Óptico por Transmissão

Tanto Thomazini e Albuquerque (2010) como Conceição (2005) explicam que este tipo de sensor óptico de detecção por barreira de luz, ou transmissivo, possui o emissor e o receptor montados em dispositivos separados. Ao serem alinhados, os dois componentes criam entre si uma barreira de luz.

2.3 Sensor Óptico por Reflexão Difusa

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010) e Conceição (2005), o sensor óptico com reflexão difusa possui o emissor e o receptor montados no mesmo dispositivo. A luz enviada pelo emissor cria uma região ativa cuja presença de um objeto faz com que a luz seja refletida de forma difusa, de volta ao receptor, ativando o sensor.

2.4 LASER

Para Thomazini e Albuquerque (2010) é uma tecnologia baseada no princípio do tempo de trânsito (*time-of-flight*). O tempo que a luz do diodo transmissor LASER (*Light Amplification by Stimulate Demission of Radiation*) leva para viajar do sensor para o objeto e voltar diretamente proporcional a distância percorrida. Os autores ainda citam que os sensores de tempo de trânsito tradicionais usam um fotodiodo como elemento receptor e uma eletrônica externa são usados para aquisição e processamento do sinal. O sensor é de alto custo, grande e normalmente não é adequado para um sensor de posição industrial.

2.5 Sensores tipo Reed Switch

Segundo Braga (2008), são sensores que podem ser usados para detectar a posição de uma peça ou de uma parte de um mecanismo pela posição de um pequeno ímã que é preso a ela. É possível classificar esses sensores também como sensores magnéticos, uma vez que eles atuam com a ação de um campo, mas como são interruptores acionados por campos.

3. Metodologia

O tipo de pesquisa foi exploratória a qual segundo Gil (2002), visa proporcionar maior

familiaridade com o problema pesquisado, com vistas a torná-lo mais explícito, aprimorar. Possui o desenvolvimento do projeto, onde foi realizado um estudo para selecionar o tipo específico de sensor para a captação dos dados de velocidade do veículo para o desenvolvimento do simulador.

Para a primeira etapa, considerada a parte teórica deste trabalho, foram realizadas coletas de informações e estudos bibliográficos firmando a proposta do simulador.

Na segunda etapa, foi colocado em prática o levantamento bibliográfico, desenvolvendo assim um simulador para controlar a velocidade de um veículo automotor.

Para a obtenção dos dados sobre a velocidade do objeto, foram utilizadas duas web câmeras e dois apontadores LASER, para calcular a distância de um objeto em relação ao LASER, emitido pelo apontador através de um algoritmo.

O algoritmo capta o LASER projetado sobre um campo de visão de uma câmera (para facilitar a calibragem do algoritmo foram utilizadas distâncias conhecidas. Ex: 30 cm). Este feixe LASER é paralelo ao eixo óptico da web câmeras. O ponto LASER é capturado junto com o resto do frame. O algoritmo é executado, procurando os pixels mais brilhantes na imagem. Supõe-se que o ponto LASER é o mais brilhante, a posição dos pixels do frame da imagem é conhecida. Então necessitou-se, calcular o intervalo para o objeto baseado ao longo do eixo y da imagem neste ponto LASER, de modo a formar um sensor medidor de distância frontal (TWL), como mostra a Figura 21. Quanto mais perto o ponto do centro da imagem, mais longe o objeto está.

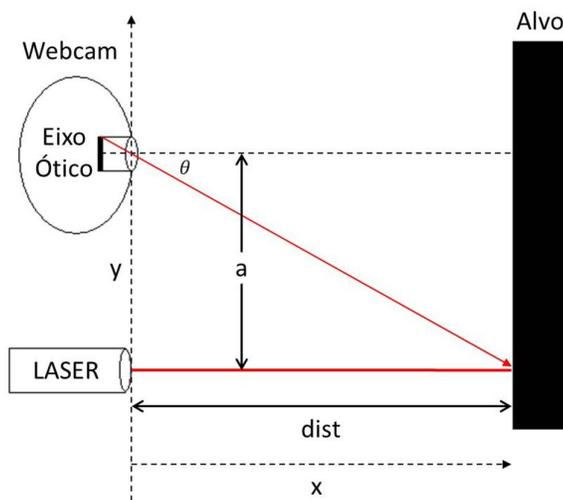


Figura 21 – Modelo teórico de TWL.
Fonte: Santiciolli e Zampieri (2010).

Primeiramente é preciso inserir os parâmetros no sistema. Os parâmetros são: a extensão do trecho em cm (supondo que sejam em metros), a velocidade permitida no trecho e definir se o sistema está inicializado ou não, conforme a Figura 22.

PARÂMETROS		AÇÕES	
Extensão do trecho (cm):	<input type="text" value="0,00"/>	<input checked="" type="radio"/> Parado	<input type="radio"/> Iniciado
Velocidade Permitida no trecho:	<input type="text" value="0,00"/>		

Figura 22 – Parâmetros e ações do Sistema.

O próximo passo é carregar as imagens das web câmeras, clicando sobre os botões “Iniciar” conforme a Figura 23.

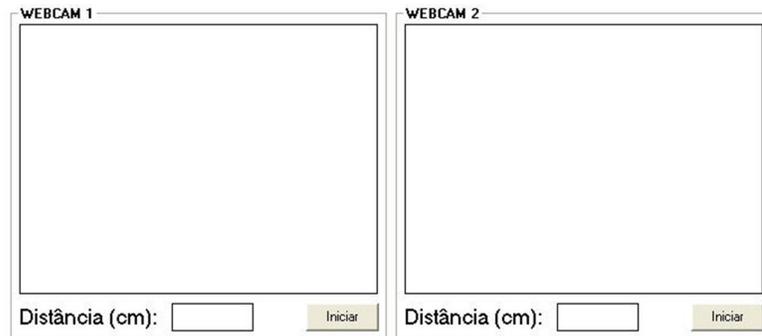


Figura 23 – Botões para inicialização das imagens das web câmeras.

Com todos os parâmetros inseridos, é preciso verificar se a distância calculada está correta. Para isso foi colocada às estruturas a uma distância conhecida. A Figura 24 mostra as imagens das web câmeras já carregadas e as distâncias calibradas.



Figura 24 – Sistema carregado e calibrado.

Concluído os passos, o sistema está preparado para iniciar e fazer as verificações de distância e tempo para fazer os cálculos de velocidade média e fazer a simulação proposta de modo a formar um sensor medidor de distância frontal TWL, captando os dados necessários. Para o cálculo da distância foi utilizado a seguinte equação:

$$dist = \frac{a}{\text{tangente}(\theta)}$$

Onde se tem:

$$\theta = ((npc * g) + c)$$

Juntando-as foi obtido a seguinte equação:

$$dist = \frac{a}{\text{tangente}((npc * g) + c)}$$

dist = Distância do laser em relação ao alvo
a = Altura do plano focal em relação ao laser
npc = número de pixels para o centro do plano focal

g = ganho (constante utilizada para converter ângulo em radianos e compensar pixels)

c = constante de compensação para diminuição da taxa de erro

Com a distância calibrada, quando o objeto passa pelo feixe de laser (ponto A), conforme mostra a Figura 25, um timer é acionado cronometrando o tempo até que o objeto passe pelo ponto B.

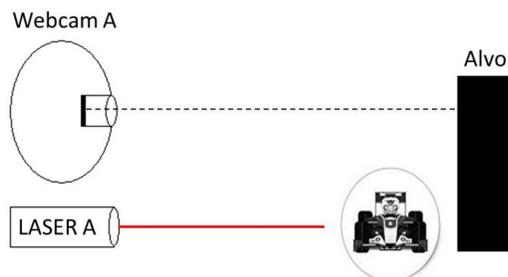


Figura 25 – Objeto acionando o timer ao passar pelo feixe do LASER A (ponto A).

Após ter passado pelo ponto B, o sistema verifica se a distância é a mesma em que foi calibrada e pausa o timer, conforme a Figura 26. Com o cronometro parado, o sistema utiliza o tempo percorrido pelo objeto calculando sua velocidade.

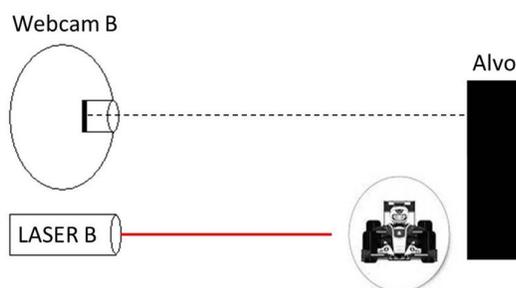


Figura 26 – Objeto pausa o timer ao passar pelo feixe do LASER B e calcula a velocidade do objeto. (ponto B).

Para calcular a velocidade média, a equação utilizada foi:

$$velocidade = \frac{\Delta s}{\Delta t} \times 3,6$$

velocidade = velocidade escalar

Δs = deslocamento

Δt = tempo

3,6 = valor para converter o resultado em km/h

A velocidade obtida é comparada com os parâmetros iniciais, caso a velocidade esteja acima do limite permitido no trecho, à mesma é diminuída gradativamente conforme a Figura 27, simulando o controlador de velocidade.

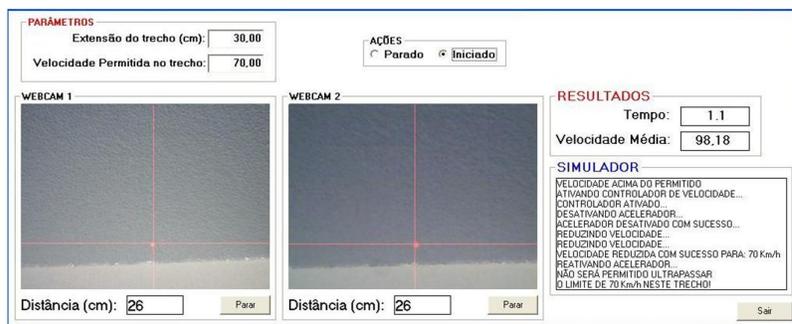


Figura 27 – Simulador diminuindo gradativamente a velocidade.

A aplicação foi desenvolvida na linguagem de programação Visual Basic 6.0 e para obtenção dos dados utilizou-se duas web câmeras e dois apontadores LASER.

O hardware para o seu desenvolvimento foi:

- Intel Celeron 2,13 GHz
- Memória RAM 2 GB DDR 667 MHz
- Disco rígido de 120 GB
- Tela de 16 polegadas
- Mouse USB

A obtenção dos dados foi feita através de:

- 2 web câmeras
- 2 apontadores LASER.

6.1 Resultados Obtidos

Com base na metodologia descrita, foram iniciados os testes para validar a ideia proposta neste estudo.

A Figura 28, mostra o sistema aguardando o objeto passar pelo feixe de LASER da web câmera 1.



Figura 28 – Sistema aguardando o objeto.

Ao passar pelo feixe do apontador LASER da web câmera 1 o cronometro é acionado, conforme mostra a Figura 29.

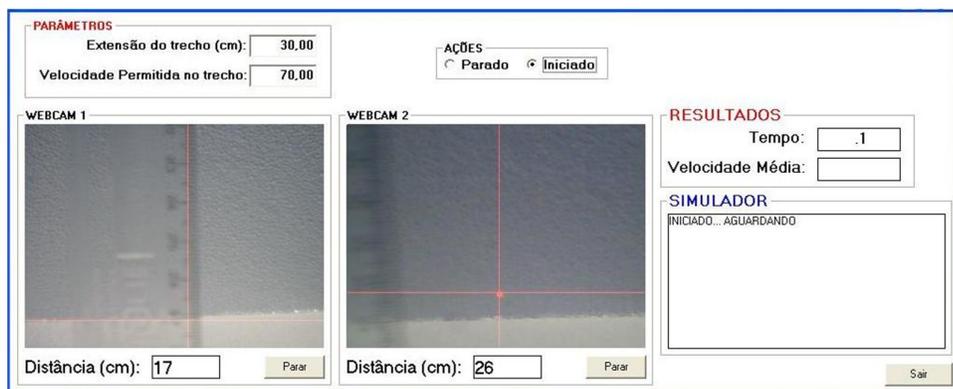


Figura 29 – Sistema acionando o cronometro.

O objeto, ao passar pelo feixe do apontador LASER da web câmera 2, faz com que o cronometro seja parado e o cálculo da velocidade é feito, conforme a Figura 30.



Figura 30 – Sistema pausando o cronometro e efetuando o cálculo de velocidade média.

Na Figura 31 foi simulada uma velocidade acima do permitido, fazendo com que o simulador retorne o resultado mostrado a seguir.



Figura 31 – Simulador retornando um resultado com velocidade acima do permitido.

Outra simulação que foi realizada fez-se o simulador retornar o resultado caso a velocidade esteja dentro do permitido no trecho. A Figura 32 mostra o resultado.



Figura 32 – Simulador retornando um resultado com velocidade dentro do permitido.

A Tabela 1 mostra os resultados dos testes efetuados com várias distâncias e tempo e os resultados dos cálculos da velocidade, tanto em m/s como em km/h.

Distância (cm)	Tempo (s)	Velocidade (m/s)	Velocidade (km/h)
15	1,0	15,0	54,0
15	1,2	12,5	45,0
15	1,5	10,0	36,0
15	2,0	7,5	27,0
15	3,0	5,0	18,0
15	10,0	1,5	5,4
20	1,0	20,0	72,0
20	1,2	16,6	60,0
20	1,5	13,3	48,0
20	2,0	10,0	36,0
20	3,0	6,6	24,0
20	10,0	2,0	7,2
25	1,0	25,0	90,0
25	1,2	20,8	75,0
25	1,5	16,6	60,0
25	2,0	12,5	45,0
25	3,0	8,3	30,0
25	10,0	2,5	9,0
30	1,0	30,0	108,0
30	1,2	25,0	90,0
30	1,5	20,0	72,0
30	2,0	15,0	54,0
30	3,0	10,0	36,0
30	10,0	3,0	10,8
40	1,0	40,0	144,0
40	1,2	33,3	120,0
40	1,5	26,6	96,0
40	2,0	20,0	72,0
40	3,0	13,3	48,0
40	10,0	4,0	14,4

Tabela 1 – Resultado dos testes realizados.

Pode-se ver na Tabela 1 que foram realizados testes com 5 distâncias diferentes com tempos padronizados, onde chegou-se a conclusão de que o que provoca a variação na velocidade, é o tempo em que se percorre uma determinada distância.

Considerações Finais

A partir do levantamento bibliográfico para melhor compreensão do assunto, foi possível imaginar um grande número de aplicações que podem ser desenvolvidos, utilizando sensores aliado com algoritmos computacionais para serem aplicados em veículos e estradas.

Pode-se ver claramente que o desenvolvimento e a implantação de ferramentas para auxiliar os motoristas, são possíveis de saírem da ficção e virarem realidade. Um longo caminho deve ser percorrido para que isso aconteça, passando por mudanças em vários setores da sociedade, começando com um melhor investimento dos impostos na área de Saúde, rodovias e Educação.

No futuro se essas ferramentas forem colocadas na prática, o número de acidentes poderá ser reduzido, tendo como consequência rodovias mais seguras, modernas e motoristas prudentes e como pode controlar a velocidade de veículos automotores, irá diminuir a emissão de gás carbônico em nossa atmosfera.

Referências

- Braga, Newton C. Todos os Tipos de Sensores. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABB9QAC/todos-os-tipos-sensores>>. Acesso em: 20 maio. 2011.
- Brasil. Lei n.º 11.705, de 19 de junho de 2008. Altera o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 jun. de 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11705.htm>. Acesso em 10 nov. 2011.
- Conceição, Edcarlo da. Instrumentação Industrial. Apostila de Instrumentação Industrial. UNISUL, Tubarão-SC, 2005.
- Fonseca, Ijar M. Sensores, Transdutores e Detectores. Disponível em <<http://www2.dem.inpe.br/ijar/SenTrand3.pdf>>. Acesso em: 10 maio. 2011.
- Giacomin, João Carlos. Conversores D/A e A/D. Apostila de Eletrônica Básica. Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2011.
- Gil, A. C., Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed., São Paulo: Atlas, 2002.
- Santiciolli, Fabio M.; Zampieri, Douglas. E. Sistema de Medição e Controle de Distância Frontal Baseado na Fusão entre Câmera Digital e Apontador Laser. In: Congresso Interno de Iniciação Científica da Unicamp, 18., 2010, Campinas. Sistema de Medição... Disponível em: <<http://www.prp.unicamp.br/pibic/congressos/xviiiicongresso/paineis/081290.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2011.
- Suárez, L.L. Conhecimento Sensorial – Uma Análise segundo a Perspectiva da Semiótica Computacional. 2000. 156 f. Dissertação de Mestrado (Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, UNICAMP, Campinas, 2000.
- Thomazini, Daniel; Albuquerque, Pedro Urbano Braga. Sensores Industriais – Fundamentos e Aplicações. 7ª ed. ver. São Paulo: Editora Érica, 2010.