

Desenvolvimento de Sistema Automatizado AGV Para Guiar Veículos Acionados Por Motores Elétricos

Diego Alves de Miranda¹, Diego Galvan de Oliveira¹ Carlos Aurélio Langer,
Bruno Cipriani, Fernanda Mareth

¹Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)
Unidade SENAI/SC – CEP 89.283-105 – São Bento do Sul, SC – Brasil

Diegoalves_klx@hotmail.com, diego@sc.senai.br

Resumo. Este trabalho apresenta o projeto de desenvolvimento, construção e implantação de um sistema AGV (Automated Guide Vehicle), em um veículo acionado por meio de um motor elétrico. O objetivo foi demonstrar que pode-se diminuir tempos ociosos de manufatura com equipamentos eletrônicos de baixo custo e sistema mecânico simples. Este sistema se mostrou convincente pelo fato de fornecer benefícios a indústria nas áreas de segurança, saúde e meio ambiente, além de reduzir custos de manufatura.

Abstract. This paper presents the design, construction and implementation of an Automated Guide Vehicle (AGV) system in a vehicle driven by an electric motor. The objective was to demonstrate that idle manufacturing times can be reduced with low cost electronic instruments and simple mechanical system. This system proved to be convincing because it provided industry benefits in the areas of safety, health and the environment, while reducing manufacturing costs.

1. Introdução

A utilização de programação computacional apoia consideravelmente o planejamento e o controle da produção, sendo uma das principais partes da fábrica digital [Krajčovič & Gabajová, 2014]. A programação permite a simulação de uma solução sugerida para determinar os parâmetros do sistema alcançando os objetivos solicitados [Plinta & Krajčovič, 2016]. Um dos principais objetivos de cada empresa é aumentar a efetividade dos processos específicos usando sistemas programáveis e automatizados. A programação de sistemas automatizados vem permitindo simular e resolver problemas nas áreas de produção, logística, montagem, etc [Bangsow, 2010]. Pode-se observar na Figura 1 o modelo sistema de movimentação automatizado.

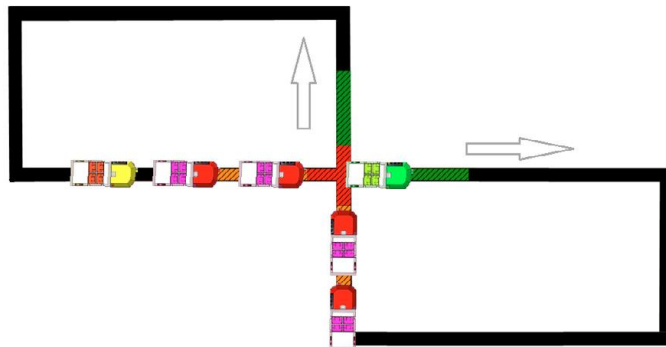


Figura 1. Sistemas de veículos guiados com sensores ópticos (Lombard, et al., 2016).

O chamado Veículo Guiado Automaticamente (AGV - Automatic Guided Vehicle) é uma tecnologia inovadora para transportes de materiais nas indústrias, é seguro e

eficaz, trazendo grandes benefícios à produção e aos usuários deste sistema. [Atlee, 2011]. Um veículo AVG com sistema elétrico programado que pode ser guiado através de trilhos, sensores ópticos, rádio frequência ou a laser [Kim & Tanchoco, 1999]. Favorece as condições ambientais e acústicas (sem ruído) dos ambientes onde implementados [Bobanac & Bogdan, 2008]. O AGV obtém mais eficiência com locomoção autônoma, do que o sistema tradicional feito por equipamentos manuais com necessidade de intervenção humana, além de um melhor controle devido às operações controladas por computador [Bocewicz, Wójcik & Banaszak, 2007].

Os principais benefícios na utilização de veículos guiados automaticamente estão na redução dos custos com mão de obra, maior flexibilidade no manuseio de matérias, maior segurança dos sistemas, contribuição para preservação do meio ambiente e zero emissões de poluentes [Fortelle, 2010]. A Figura 2 demonstra um exemplo de dois carrinhos movimentados automaticamente programáveis, para auxiliar o processo de movimentação de ferramentas em indústrias.

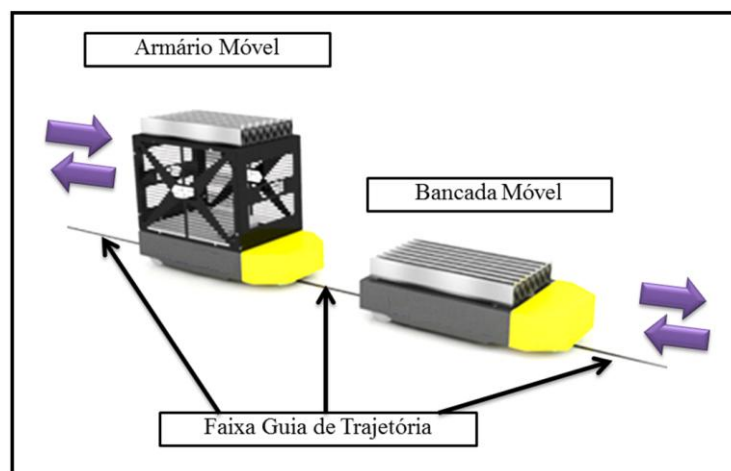


Figura 2. Armário e bancada transportadora de ferramentas.

Um dos principais fatores consideráveis nestes sistemas automatizados é a segurança, por proporcionar um sistema de velocidade contínua programada, sendo equipado de sensores ópticos e ultrassônicos em todos os lados, o que os faz evitar colisões com seus obstáculos, desde operadores até outros veículos [Miyamoto & Inoue, 2016].

Dentro deste contexto, aproveitou-se o projeto realizado pela turma do curso técnico em mecânica do SENAI/SC de São Bento do Sul, de um veículo (kart de competição) com funcionamento a partir de um motor elétrico. Foi desenvolvido e implantado um sistema AGV neste veículo, com o princípio de utilização industrial no transporte de objetos como ferramental, materiais, produtos, etc.

2. Materiais e Métodos

A metodologia deste trabalho está subdividida em duas etapas. Na primeira delas encontram-se uma breve explicação da estrutura do veículo utilizado no estudo, bem como os componentes eletrônicos utilizados para execução do projeto. Já a segunda parte, é destinada as normativas de segurança voltadas a estes tipos de veículos industriais.

2.1 Estrutura do Kart

O Kart foi desenvolvido em 2016 com a finalidade de competição automobilística para projetos do SENAI/SC. O Kart é fabricado com estruturas de tubos soldados, com a carenagem de chapas de alumínio arrebitada conforme demonstrado na Figura 3.



Figura 3. Kart de competição SENAI – São Bento do Sul.

Como o Kart já estava com a estrutura mecânica desenvolvida, realizou-se um estudo para transformá-lo em um sistema AGV, tais como modificações mecânicas, e adaptações dos componentes eletroeletrônicos que compõem o sistema. Tendo em vista que este tipo de adaptação tem a finalidade de aplicação em atividades logísticas na manipulação/organização de estoques, transportes de matéria-prima ou produto acabado entre pontos de recebimento, transporte de cargas específicas, produtos de grande volume/peso ou até mesmo os que requerem maior cuidado ou delicadeza.

2.2 Componentes Eletrônicos

Para a execução da programação e componentes eletrônicos utilizados neste estudo, é necessário conhecer todos as partes e peças acopladas neste sistema, a Tabela 1 demonstra os componentes utilizados no sistema AVG.

Tabela 1. Componentes da construção do sistema AVG.

Nome	Modelo/Capacidade
Sensor de Distância Ultrassônico	HC - SR 04
Motor de Passo 24 a 48 VCC NEMA	AK23/22F8FN 1.8
Driver	AKDM16 - 7.2 A
Sensor 5 Canais Seguidor de Linha	IR
Placa ARM	Nucleo - F072RB
2 Baterias	12 V
2 optoacopladores	TLP521-4
4 optoacopladores	TLP521-2
32 Resistores	272 Ω
4 Reguladores de Tensão	7905
4 Capacitores Eletrolítico	10 μ F
4 Capacitores Eletrolítico	100 μ F

O sistema eletroeletrônico é composto por sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04, Motor de Passo 24 a 48 VCC NEMA 23 modelo AK23/22F8FN1.8, Driver AKDM16-7.2A, Módulo Sensor IR 5 Canais para Robô Seguidor de Linha, todos acoplados a uma estrutura mecânica de kart já desenvolvido, tudo isto comandados por uma placa ARM. ARM significa *Advanced RISC Machine* (Maquina RISC avançada) são CPU de 32 bits que utilizam a filosofia RISC que significa *Reduced Instruction Set Computer* (Computador com set ou conjunto de instruções reduzido).

2.3 Normatização e Segurança de Operação

As questões de segurança do AGV precisam ser tratadas com responsabilidade para evitar qualquer tipo de acidente. Conforme recomendação da Norma VDI 2510, a velocidade máxima dos AGVs será limitada a 1 m/s (3,6 Km/h). Seguindo a Norma Regulamentadora NR-26 (Sinalização de segurança: esta NR tem por objetivo fixar as cores que devem ser usadas nos locais de trabalho para prevenção de acidentes, identificando os equipamentos de segurança, delimitando áreas, identificando as canalizações empregadas nas indústrias para a condução de líquidos e gases e advertindo contra riscos. Para todas as situações são demarcadas duas áreas na frente do AGV, uma mais distante que se for invadida o AGV irá reduzir a velocidade, uma segunda área mais próxima ao AGV será de emergência que se for detectado algum objeto causará a parada imediata. Com a finalidade de aumentar ainda mais a segurança do AGV, o equipamento terá luzes e sinalizadores sonoros.

3. Resultados e Discussão

O capítulo de resultados está subdividido na estruturação e montagem dos componentes. Onde na primeira parte são apresentados os componentes mecânicos e eletrônicos que serão desenvolvidos e acoplados ao kart. A segunda parte é demonstrado a montagem e execução do projeto acoplado ao kart de corrida.

3.1 Estrutura Mecânica e Funções Eletrônicas

Os principais conceitos por trás da arquitetura ARM são a simplicidade, baixo custo, pequeno consumo e modularidade: as CPU ARM foram projetadas para serem simples, baratas e integradas aos mais diferentes periféricos, atendendo a diversos perfis de aplicação. Foram definidas as entradas e saídas da placa ARM para definir os comandos para cada componente. Para realizar o controle da direção do veículo será utilizado um motor de passo, que serão interligados a sensores que quando o carro sair da rota programada, estes sensores seguidor de linha IR 5, enviam um sinal para o motor (Figura 4) que corrige a rota.



Figura 4. Motor de passo (Kaschny, 2013).

A estrutura mecânica da direção será composta por duas polias em alumínio interligadas em uma correia sincronizada. A polia maior será acoplada no volante do veículo e a menor no motor de passo adjunto a barra de direção do veículo. A montagem da estrutura mecânica realizada para este sincronismo pode ser observada na Figura 5.

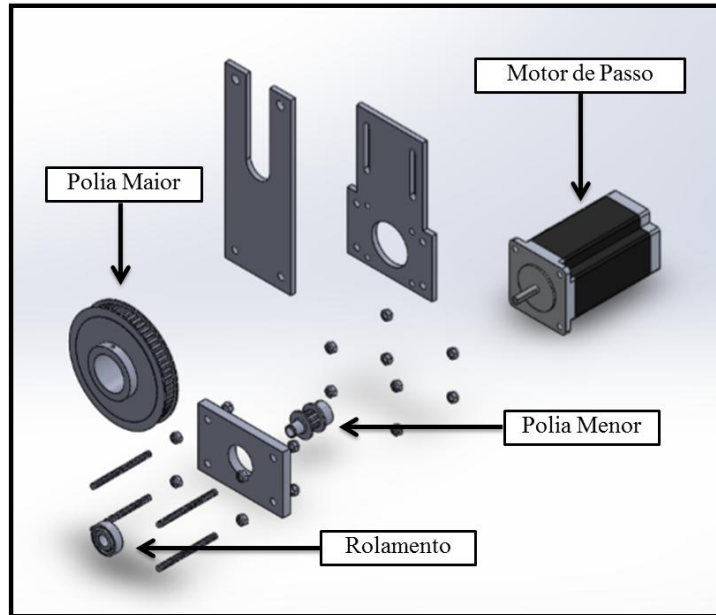


Figura 5. Estrutura mecânica para movimentação do volante.

O motor marca passo será capaz de movimentar o volante do veículo direcionando-o de acordo com os comandos que ele receber. O sensor óptico fará a leitura responsável pela movimentação do volante.

3.1.1 Sensor Seguidor de Faixa

Na orientação óptica, os sensores detectam no chão uma faixa branca entre duas faixas pretas, podendo estas ser pintadas ou até mesmo fitas de demarcação de piso. A Figura 6 demonstra o modelo de sensor óptico utilizado neste estudo.

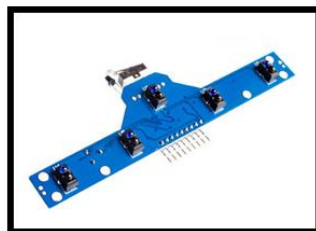


Figura 6. Sensor óptico seguidor de faixa (Kaschny, 2013).

Obtendo baixo custo de implementação, esta opção é recomendada para áreas de pouco tráfego de empilhadeiras, ou até mesmo áreas exclusivas para rotas de AGVs [Atlee, 2011]. Nesta aplicação basta ter o percurso de faixas branca e preta que os AGVs já conseguem identificar o percurso, sem necessidades de equipamentos adjacentes.

3.1.2 Sensor Ultrassônico

Para evitar qualquer tipo de colisão serão ligados sensores ultrassônicos, com capacidade de medir distâncias de 2cm até 4m (Figura 7).



Figura 7. Sensor ultrassônico (Kaschny, 2013).

Este sensor emite uma onda sonora que ao encontrar um obstáculo encaminha um sinal de retorno em direção ao módulo. Com isso é possível programar uma distância segura para não acontecer nenhum tipo de acidente.

3.1.3 Hardware

O Hardware é responsável por emitir e fazer a leitura dos comandos transmitidos pelos sensores, sendo composto de vários componentes. Para a fonte de alimentação, utilizou-se duas baterias de 12 volts ligadas em série, uma placa ARM que é responsável pelo comando do projeto, dois optoacopladores TLP521-4, quatro TLP521-2 que são responsáveis em isolar sinal e ruídos conforme demonstrado na Figura 8.

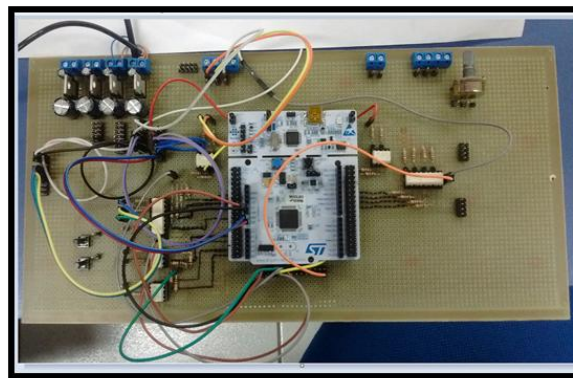


Figura 8. Placa de Hardwares.

O hardware ainda conta com 32 resistores de 272 ohms que limita a corrente de entrada para optoacoplador e corrente de junção, quatro conjuntos reguladores de tensão em que cada conjunto é composto por um regulador de tensão 7905, um capacitor eletrolítico de 10 μ F e um capacitor eletrolítico de 100 μ F e para integração dos componentes uma placa de fenolite perfurada.

3.2 Execução

A montagem do controle de direção basicamente consiste em dois sensores programados para seguirem uma faixa preta no chão. Esses dois sensores ficam sempre direcionados para faixa e quando o AGV sair da rota, tanto para esquerda quanto para a

direita, o sensor manda o sinal para a placa eletrônica que faz a conversão deste mesmo sinal e manda para o drive do motor de passo.

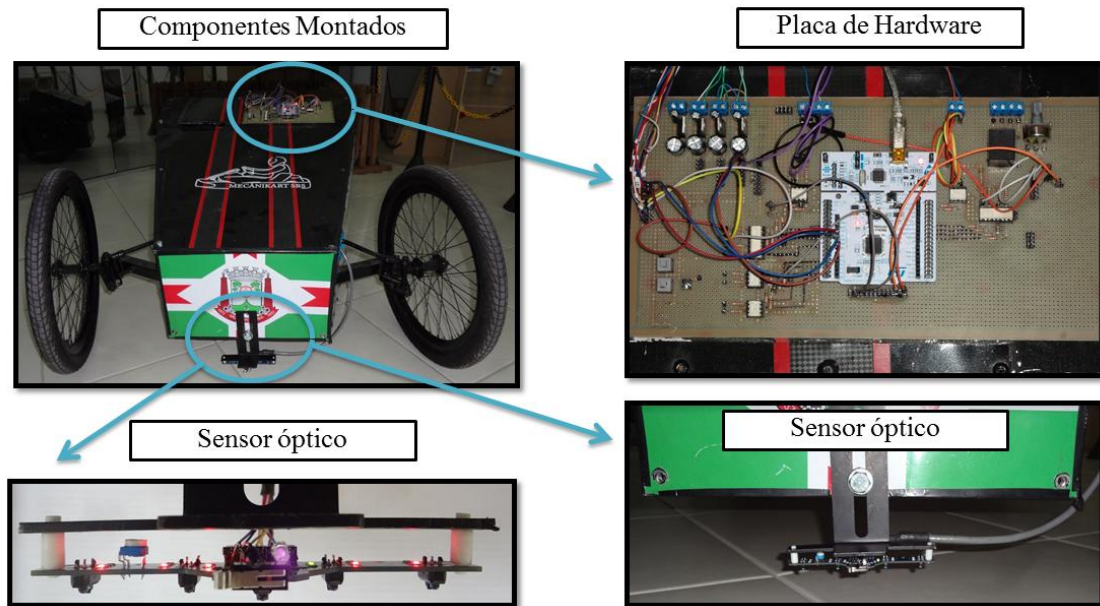


Figura 9. Montagem dos componentes eletrônicos.

Entretanto, dependendo do sensor que envia o sinal para o drive, define para qual lado ele irá girar. Para limitar o esterçamento da direção foram utilizados dois fins de curso que limitam para a esquerda e para a direita, quando esses o fim de curso for acionado o motor de passo para de girar. Isto é feito por motivo de segurança, caso a curva for muito fechada o sistema mecânico da direção não sofra danos. A velocidade se manteve controlada através de um potenciômetro e o veículo seguiu corretamente a trajetória pintada em branco entre faixas pretas e paralelas.

4. Conclusões

Este estudo buscou por meio de ferramentas e componentes desenvolver um sistema automatizado simples com componentes de baixo custo. Foram desenvolvidos dois sistemas, um sistema mecânico e um sistema eletrônico. No sistema mecânico gerou-se uma solução de acionamento com mecanismo de acoplamento no volante de um veículo de motor elétrico e no sistema eletrônico, as placas eletrônicas e sistemas de comando com sensores. O sistema mecânico operou corretamente por ser um sistema mecânico considerado simples. O sistema eletrônico se mostrou fácil de programar e de fabricar, mostrando-se também confiável e de custo acessível.

Este projeto contribui para à tecnologia de sistemas automatizados, reduzindo custos de operação e tornando o ambiente de trabalho mais seguro e menos poluído. Além de dar mais eficiência ao processo produtivo e otimizar a logística de certos materiais transportados..

Referências

- Krajčovič, M. G.; Gabajová, B. (2014). Order picking using augmented reality. In: Communications – Scientific letters of the University of Žilina. Vol. 16, no. 3A (2014), pp. 106-111.
- Plinta, D.; Krajčovič, M. G. (2016). Production system designing with the use of digital factory and augmented reality technologies. In: Advances in Intelligent Systems and Computing., Vol. 350 (2016), pp. 187-196.
- Bangsow, S. (2010). Manufacturing Simulation with plant simulation and simtalk. Berlin Heidelberg : Springer. pp. 297.
- Knuth, D. E. (1984). The T_{EX} Book. Addison-Wesley, 15th edition.
- Atlee, J. (2011). Selecting safer building products in practice. Journal of Cleaner Production, v. 19, p. 459-463.
- Kim C. W; Tanchoco, J. M. A. (1999). AGV dispatching based on workload balancing.
- Bobanac, V., Bogdan, S. (2008). Routing and scheduling in multi AGV systems based on dynamic banker algorithm. In Control and Automation, 16th Mediterranean Conferenceon, 1168-1173. IEEE.
- Bocewicz, G., Wójcik, R., Banaszak, Z. (2007). Design of admissible schedules for AGV systems with constraints: Alogic-algebraic approach. In Agentand Multi-Agent Systems: Technologies and Applications: First KES International Symposium, KES-AMSTA, Wroclaw, Poland, May 31–June. Proceedings, 578–587.
- Fortelle, A. (2010). Analysis of reservation algorithms for cooperative planning at intersections. In Intelligent Transportation Systems (ITSC), 13th International IEEE Conferenceon, p445–449.
- Miyamoto, T.; Inoue, K. (2016). Local and random searches for dispatch and conflict-free routing problem of capacitated {AGV} systems. Computers & Industrial Engineering, v91, p1–9.
- Kaschny, J. R. (2013). Manual de Componentes Eletrônicos. Physica, p10-37.
- Lombard, A.; Perronnet, F.; Abbas, A. T.; Moudni, A. E. (2016). Decentralized management of intersections of automated guided vehicles. IFAC v.49 n12 p497–502.
- Norma VID. < <https://www.beuth.de/en/technical-rule/vdi-2510/78228504>>. Acesso em 17 de Julho de 2017.
- NR – 26. < <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr26.htm>>. Acesso em 19 de Julho de 2017.