

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI - CIMATEC

ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

DANIEL VIEIRA

LUIZ PAULO DE SOUZA SANTOS

RETROFIT AGV

Salvador

2019

DANIEL VIEIRA
LUIZ PAULO DE SOUZA SANTOS

RETROFIT AGV

Relatório final de projeto, apresentado como requisito final à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Controle e Automação, pelo Centro Universitário SENAI Cimatec.

Orientação: Eng.: Hudson Roberto Reis

Salvador
2019

AGRADECIMENTOS

A esta instituição, SENAI Cimatec, pelo excelente ambiente oferecido aos seus alunos e os profissionais qualificados que disponibiliza para nos ensinar.

Agradeço a este orientador, Hudson Roberto Reis, e a sua equipe, principalmente a Daves Mestrinho Froede Filho, pela paciência, dedicação e ensinamentos que possibilitaram que a realização deste trabalho.

Agradeço aos professores João Lucas da Hora e Milton Bastos por toda orientação e ajuda que foram dadas.

SUMÁRIO

RESUMO	4
1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVO DO PROJETO	5
3. SITUAÇÃO ATUAL DO AGV	5
4. SOLUÇÃO	5
4.1 SISTEMA MECÂNICO	6
4.2 SISTEMA ELÉTRICO	6
4.3 SISTEMA DE CONTROLE, POSICIONAMENTO E SEGURANÇA	7
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	8
7. REFERÊNCIAS	9
8. IMAGENS	10
9. ANEXO	13
9.1 DATASHEET MOTOR DC MP36-WR-021V24-200-X	13
9.2 TABELA DE BATERIA TUDOR - TT22MED	13
9.3 MICROCONTROLADOR ESP32 LORA V2	14
9.3.1 CARACTERÍSTICAS ESP32-D0WDQ6	14
9.3.2 CARACTERÍSTICAS LORA SX1276	14
9.4 CARACTERÍSTICAS DO SABERTOOTH 2X60	15
9.5 DATASHEET MODULO DETECTOR DE LINHA TCRT5000	16
9.6 DATASHEET SENSOR ULTRASSÔNICO HC-SR04	18
9.7 PLANILHA DE MATERIAIS E CUSTOS	20

RESUMO

Este documento tem como objetivo mostrar um exemplo de aplicação e explicitar os benefícios da utilização dos Veículos Autoguiados no meio industrial, ressaltando a atividade de transporte de cargas no ambiente interno e uma possível ampliação de suas capacidades através da integração com outros setores da indústria, como o de almoxarifado.

Palavras chave: AGV, Indústria 4.0, Integração

1. INTRODUÇÃO

O advento dos Veículos Autoguiados (AGV, sigla em inglês) tem-se na década de 1950, quando a Barrett Electronics estreou o primeiro AGV^[1]. Pode-se definir um AGV como um veículo autônomo, que utiliza marcas/faixas de orientação e sensores (nos mais recentes) capazes de identificar objetos para auxiliar sua navegação dentro de um espaço. Logo de início, as suas funções eram bem limitadas às tarefas de transporte simples de cargas dentro do ambiente industrial e comumente utilizado em situações que necessitavam de transportes contínuos e repetitivos. Hoje em dia, a complexidade das tarefas executadas pelos AGV tem crescido paralelamente ao desenvolvimento tecnológico. Com o surgimento de diversas ferramentas que podem ser acopladas a ele, é possível alocar os AGV em diversos setores das indústrias, como nos setores de assistência à saúde, militar e de transporte^[2]. Estas novas funções, permitem que a indústria aloque seus funcionários em tarefas mais complexas e que exigem maior nível de conhecimento, evite colocar seus funcionários em tarefas cujo grau de periculosidade é alto e aumentem a eficiência dos setores que possuem AGVs.

Este documento estrutura-se de forma que serão discutidos os objetivos e desafios do projeto no capítulo 2, o estado em que se encontra o AGV no capítulo 3, as soluções propostas pela equipe no capítulo 4, as considerações finais no capítulo 5 e as expectativas futuras no capítulo 6. Seguindo-se dos capítulos da referência, imagens e anexos (capítulos 7, 8 e 9 respectivamente).

2. OBJETIVO DO PROJETO

O SENAI CIMATEC é uma instituição de ensino que além de prestar serviço na área de ensino também fornece mão de obra no desenvolvimento de projetos e serviços para indústria em todo mundo, atuando no processo de inovação da tecnologia industrial e na qualificação de mão de obra. Desta forma, necessitou-se que um AGV da Instituição fosse adaptado a trabalhar em uma situação que:

- Transportasse cargas de 135 kg;
- Tivesse autonomia da bateria por 10 horas ininterruptas;
- Movimentasse com uma velocidade de 3,6 km/h;
- Realizasse sua tarefa de forma autônoma.

3. SITUAÇÃO ATUAL DO AGV

O AGV do SENAI não está em condições mínimas de funcionamento, devido a fatores relacionados aos sistemas de carregamento, acionamento e segurança, por isso é necessário o *retrofit* deste. O AGV possui uma estrutura externa em boa condição, como mostrado na Figura 1, bem como quatro mecanismos de movimentação acoplados em sua estrutura, tipo roda *caster*, com o rolamento de diâmetro igual a 10 cm e espessura igual a 3 cm, como indicado na Figura 2. No sistema de movimentação do veículo, há também duas caixas localizadas na região central do AGV. Em cada caixa estão acoplados dois motores e duas rodas com o eixo comum. E o controle da direção e da velocidade do veículo é feito através dessas rodas centrais.

Já no sistema de posicionamento é utilizado um sensor de faixa magnético de indução, que tem comunicação com o sistema de controle por meio de um CLP, ilustrado na Figura 3. No quadro atual, a potência necessária, para acionar os motores e manter os outros sistemas ativos, provem de duas baterias automotivas da Bosch de 12V 50 Ah cada. No entanto, a utilização desse tipo de bateria não é recomendada em veículos autoguiados devido a necessidade de um longo tempo de uso.

4. SOLUÇÃO

Para a busca dos novos componentes, foi requisitado componentes que, além de satisfazerem os requisitos físicos do projeto, fossem adequados o máximo possível

para a estrutura (carcaça) do AGV que será utilizado como protótipo, evitando-se custos com modificações desta.

4.1 SISTEMA MECÂNICO

Considerando uma velocidade linear máxima (v) de 3.6 km/h (norma internacional VDI 2510), carga máxima de 135 kg e um diâmetro de roda de 170 mm, calcula-se a frequência (n) da roda, em rpm e considerando as unidades no SI:

$$n = \frac{60 \cdot v}{2 \cdot \pi \cdot r} \quad (1)$$

Para encontrar o torque necessário para cada motor, calculou-se, utilizando a equação de momento de uma força, onde M_o é o momento resultante, F é a força e d é a distância entre a força e o eixo de rotação. A qual foi adaptada para uma situação ideal, na qual a força é distribuída igualmente e perpendicularmente ao eixo de rotação de cada uma das rodas:

$$M_o = F \cdot d \quad (2)$$

$$\tau = P \cdot R / N \quad (3)$$

Onde, τ é o torque, R é o raio da roda, P é o peso da carga e N é o número de rodas do AGV. Desta forma, encontra-se uma rotação de 112,34 rpm e um torque de 28,11 N.m.

A partir desses dados, encontrou-se o motor DC modelo MP36-WR-021V24-200-X da ElectroCraft, que já é utilizado em aplicações de cadeira de rodas automatizadas, que possui rotação nominal de 170 rpm, torque máximo de 72.3 Nm, corrente de pico de 80A e constante de torque de 0.05918 Nm/A. Baseando-se nas características do motor, foram definidos os outros elementos dos sistemas do veículo.

4.2 SISTEMA ELÉTRICO

Todo o sistema é alimentado por duas baterias modelo TT22MED da Tudor, associadas em série, de 12V com capacidade nominal (10h) de 75 Ah e reserva de 40 A. Além de suportar todo o sistema durante o período de trabalho do AGV, estas baterias possuem dimensões para encaixar nos suportes de bateria, que já existe na

estrutura do AGV, sem precisar de modificações. Esta estrutura já propicia um encaixe e desencaixe prático das baterias no momento de sua troca (Figura 4). Como baterias de maior duração excederiam o limite de peso, há a necessidade de troca de bateria durante as dez horas de trabalho do AGV.

O sistema de carregamento das baterias está previsto para ficar em um ponto definido da trajetória do AGV. Este fará uma parada no ponto especificado para iniciar o processo de recarga manual através da troca rápida das baterias. O carregador escolhido (TR Eco Supremo 24V/30A) terá tensão de entrada monofásica 220VAC, tensão de saída 24VDC, corrente de saída 30Ah, potência 720W e peso 18Kg, será necessário a acoplagem do conjunto reserva de baterias no carregador para recarga, as baterias reservas deverão ser recarregadas no período de operação do AGV.

Para se ter o acionamento do robô, o sistema elétrico possui botoeiras com retenção, chaves seletoras e contatores.

4.3 SISTEMA DE CONTROLE, POSICIONAMENTO E SEGURANÇA

Para o sistema de controle, optou-se pela utilização do controlador ESP32 Lora V2, que atende mais que o suficiente para a aplicação proposta. Entretanto, optou-se pela sua utilização, devido aos seus outros recursos (como módulo WiFi, BlueTooth e radio lora) que permitem a integração de outros sistemas ao sistema de gerenciamento do AGV, trazendo maior flexibilidade e variedade de aplicações do mesmo, trazendo os conceitos de indústria 4.0.

O driver acionador do motor escolhido foi o Sabertooth 2x60, que tem a capacidade de acionar até dois motores DC de até 60A cada simultaneamente. O driver possui comunicação analógica, rádio controle e serial (TTL e RS232) e proteção térmica e de sobre corrente embutidos.

Além do controlador, o sistema é composto por um *Display Touch screen*, localizado na estrutura do AGV, sensores ultrassônicos e de infravermelho para detecção de pessoas e obstáculos e para a sua orientação.

Considerando que um galpão, local onde o AGV atuará, possui grande circulação de máquinas e pessoas, a utilização de faixas magnéticas não é uma boa escolha, devido aos altos gastos com reposição das fitas e manutenção, desta forma a pintura de uma faixa preta e branca é a melhor escolha. E para se guiar, utiliza-se sensores de refletância infravermelha para identificar o seu percurso. Optou-se pela utilização desse tipo de sensor, devido à constante danificação e sujeira ao longo da

faixa. Descartou-se o uso de sensores de cor por estes terem a possibilidade de não identificar a diferença no contraste entre o preto e o branco devido a esses danos na trilha.

Para garantir a segurança nos arredores do veículo, optou-se pela utilização de sensores ultrassônicos para identificar e localizar possíveis objetos e pessoas que poderiam colidir com o AGV em um raio de 4 metros. Adicionalmente a isso, o AGV pode ser programado para reduzir sua velocidade (ou parar, a depender do caso), acionar um alarme sonoro e constantemente irá possuir uma luz sinalizadora para indicar sua presença. E caso necessário, o robô possui botoeira de emergência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudou-se a possibilidade de se utilizar um CLP para o desenvolvimento do protótipo, no entanto, os custos do CLP e de sensores compatíveis com os mesmos foram muito além dos custos do que se fosse utilizado um microcontrolador (Anexo 9.6). A disposição dos motores, baterias, displays e luzes de indicação estão representados pelas Figuras 5 e 6.

Com a integração das tecnologias descritas no capítulo 4 e o desenvolvimento da programação do AGV de acordo com as funcionalidades, será possível alcançar os objetivos do projeto, visando a exatidão dos movimentos, o correto funcionamento dos sistemas embarcados e a segurança no ambiente que o veículo possa ser implementado.

6. Expectativas Futuras

Além disso, com as novas tecnologias e conceitos de indústria 4.0 que vêm sendo adotados pelas indústrias, é possível ampliar as funcionalidades do robô no meio industrial, bem como trazer maior segurança às atividades realizadas pelos funcionários. Espera-se que o sucesso da implementação deste protótipo, traga novas possibilidades de integração do AGV a outras redes sem fio a nível industrial.

7. REFERÊNCIAS

[1] LOGISTICSMGMT. **Let's remember Mac Barrett, Father of the AGV.**

Disponível em:

<https://www.logisticsmgmt.com/article/lets_remember_mac_barrett_father_of_the_agv> Acesso em: 15 MAI 2019

[2] DMMETALPRODUCTS. **Why is there a need for Automated Guided Vehicles (AGV).** Disponível em: <<https://www.dmmetalproducts.com/news/35-why-is-there-a-need-for-automated-guided-vehicles-agvs>> Acesso em: 15 MAI 2019

ElectroCraft. **MP36 Geared Motor.** Disponível em:

<<https://www.electrocraft.com/products/gearmotors/MP36>> Acesso em: 28 MAI 2019

RoboCore. **Controlador Motor Sabertooth 2x60.** Disponível em:

<<https://www.robocore.net/loja/drivers-de-motores/controlador-motor-sabertooth-2x60#descricao>> Acesso em: 28 MAI 2019

4HOBBY. **Modulo wifi Esp32 com RF Lora 1276 915Mhz e Oled V2 Nova Versão.**

Disponível em: <<https://www.4hobby.com.br/Modulo-wifi-Esp32-com-RF-Lora-1276-915Mhz-e-Oled-V2-170706>> Acesso em: 28 MAI 2019

Luffe. **TR Eco Supremo 24V/30A.** Disponível em:

<http://www.luffe.com.br/tr_eco_supremo_24v30a.htm> Acesso em: 28 MAI 2019

Tudor. **Catálogo Técnico 2015 – 2016.** Disponível em:

<http://tudor.com.br/assets/upload/layout_catalogo_tudor_tracionarias.pdf> Acesso em: 28 MAI 2019

Filipeflop. **Módulo IR Detector de Linha.** Disponível em:

<<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-ir-detector-de-linha/>> Acesso em: 30 MAI 2019

Robocore. **Sensor Ultrassônico - HC-SR04.** Disponível em:

<<https://www.robocore.net/loja/sensores/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04>> Acesso em: 30 MAI 2019

8. IMAGENS

Figura 1 – Estado atual da estrutura física do AGV



Fonte própria

Figura 2 – Roda Caster do AGV



Fonte própria

Figura 3 - Sensores magnético indutivos do AGV



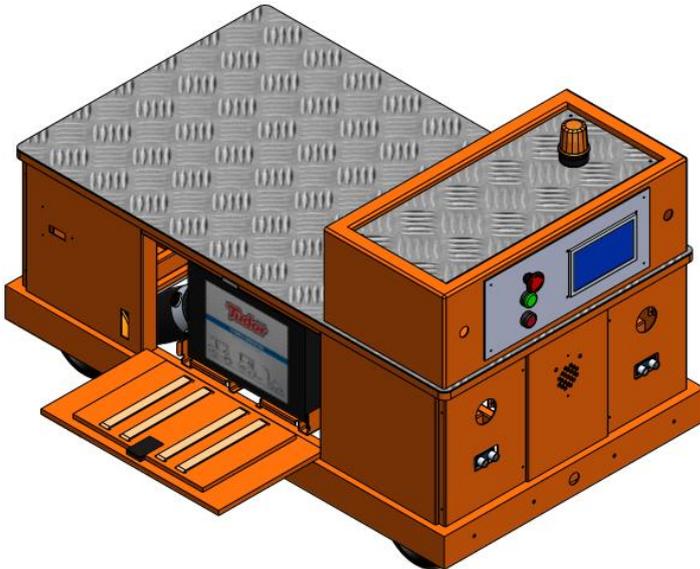
Fonte própria

Figura 4 – Suporte de bateria da estrutura do AGV



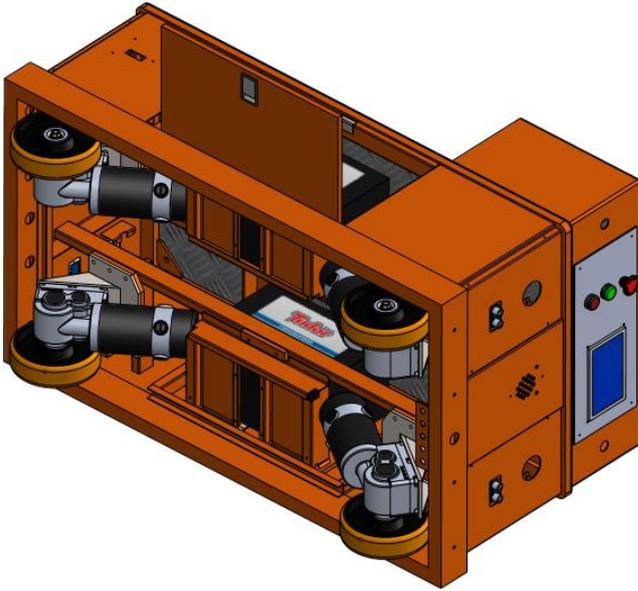
Fonte própria

Figura 5 – Estrutura 3D do sistema proposto com visão superior do AGV



Fonte SENAI Cimatec

Figura 6 – Estrutura 3D do sistema proposto com visão inferior do AGV

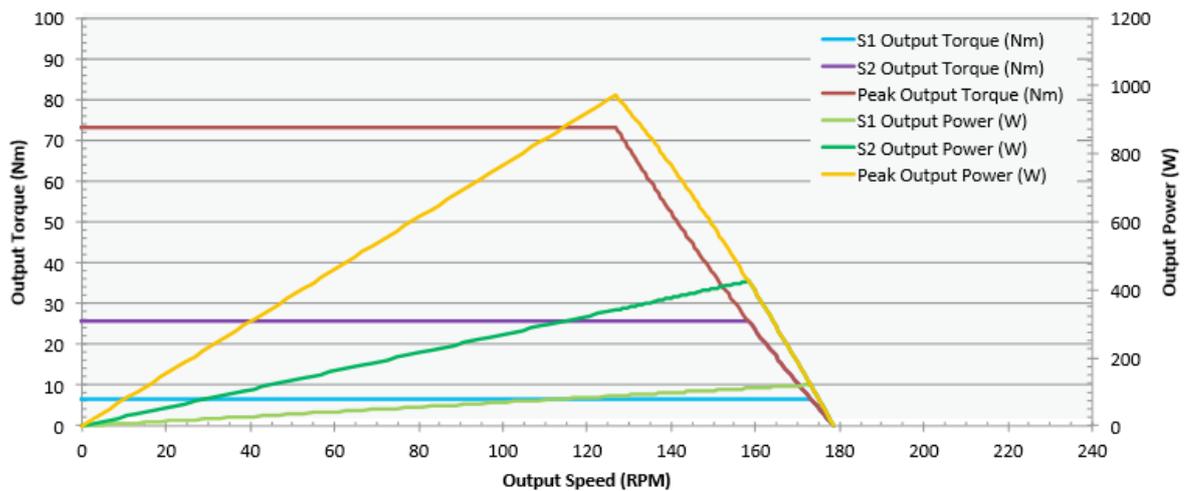


Fonte SENAI Cimatec

9. ANEXO

9.1 DATASHEET MOTOR DC MP36-WR-021V24-200-X

MP36 Motor Performance with 21.33:1 Ratio



MP36 Motor Parameters

Gear Ratio	32.00:1	29.25:1	26.82:1	24.67:1	21.33:1	19.50:1	17.88:1	16.44:1
S2 Torque (15 min) (Nm)	38.6	35.2	32.3	29.7	25.7	23.5	21.6	19.8
Torque Constant (Nm/A)	0.05918	0.05918	0.05918	0.05918	0.05918	0.05918	0.05918	0.05918
Max Torque (Nm)	108.5	99.2	90.9	83.6	72.3	66.1	60.6	57.7
Operational Voltage (Volts DC)	24	24	24	24	24	24	24	24
Nominal Speed at 24 VDC (RPM)	115	126	138	130	173	179	200	228
Back EMF Constant (V/KRPM)	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
Motor Mass (kg)	6.26	6.26	6.26	6.26	6.26	6.26	6.26	6.26
Motor Inertia (Armature) (kg.mm ²)	1386.10	1386.10	1386.10	1386.10	1386.10	1386.10	1386.10	1386.10
Motor Winding Resistance (Ohms)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Motor Winding Inductance (µH)	79	79	79	79	79	79	79	79
Motor Max Winding Temp (°C)	155	155	155	155	155	155	155	155
Motor Poles	4 Poles							
Max Motor Current (A)	80							
S2 motor power (15 min) (W)	425							
Max Motor Power (Watts)	850							

Continuous rating based on nominal operating voltage 24 VDC.

(Fonte ElectroCraft, 2019)

9.2 TABELA DE BATERIA TUDOR - TT22MED

TABELA GERAL DE APLICAÇÕES

CÓDIGO BATERIA	TENSÃO NOMINAL	CAPACIDADE NOMINAL						RESERVA (mín.)			DIMENSÕES			PESO Aprox. (kg)	TERMINAIS (Fig.)
		Ah (1h)	Ah (3h)	Ah (5h)	Ah (8h)	Ah (10h)	Ah (20h)	25A	56A	75A	Comp.	Larg.	Alt. *		
TT36GGC	6V	110	141	180	195	200	225	455	N.A	120	261	180	280	30.00	2
TT42GGC	6V	135	175	200	210	215	250	510	N.A	140	298	181	297	35.00	1
TT42HGC	6V	165	225	275	280	285	335	720	N.A	200	318	181	370	46.20	2
TT40HGCE	6V	190	265	320	330	335	395	810	N.A	225	318	181	420	52.50	2
TT28GGC	8V	83	105	140	145	150	165	330	130	85	261	180	280	29.30	4
TT18MED	12V	35	45	55	60	63	70	110	N.A	30	252	173	238	20.00	1
TT22MED	12V	43	55	65	70	75	85	135	N.A	40	294	164	240	22.50	1
TT38KPE	12V	55	75	95	100	110	130	205	75	55	331	173	244	31.70	3
TT30TAE	12V	80	99	125	128	135	150	300	N.A	70	438	181	294	45.00	1
TT24HGC	12V	110	140	150	170	175	195	370	N.A	90	401	176	376	56.00	1

(Fonte Tudor, 2019)

9.3 MICROCONTROLADOR ESP32 LORA V2

9.3.1 CARACTERÍSTICAS ESP32-D0WDQ6

Resumo das características, disponibilizadas pela 4hobby. Disponível em: <<https://www.4hobby.com.br/Modulo-wifi-Esp32-com-RF-Lora-1276-915Mhz-e-Oled-V2-170706>>

- Chip Base: ESP32-D0WDQ6
- Processador: Xtensa 32-Bit LX6 Dual Core
- Clock: 80 à 240 MHz (Ajustável)
- Memória ROM: 448KB
- Memória SRAM: 520Kb
- Tensão de Alimentação: 2,7 à 3,6 VDC (3,3v a 7V através do pino Vext-GPIO21)
- Tensão de nível lógico: 3,3VDC (não tolera 5V)
- Corrente de consumo: 80mA (típica)
- Corrente de consumo: 500mA (máxima)
- Interfaces: Cartão SD, UART(3 canais), SPI (3 canais), SDIO, I2C (2 canais), I2S (2 canais), IR, PWM LED (2 canais) e PWM motor (3 canais)
- Tipos GPIO: Digital IO (36), ADC 12-Bits (16 canais), DAC 8-Bits (2 canais), Sensor Capacitivo (10 canais); LNA pré-amplificador
- WiFi 802.11 b/g/n: 2.4 à 2.5 GHz
- Segurança WiFi: WPA / WPA2 / WPA2-Enterprise / WPS
- Criptografia WiFi: AES / RSA / ECC / SHA
- Bluetooth 4.2 BR / EDR e BLE (Bluetooth Low Energy)
- RTC Integrado de 8Kb (Slown / Fast)
- Sensor integrado: Temperatura e Hall
- Temperatura de trabalho: -40° à +85° C

9.3.2 CARACTERÍSTICAS LORA SX1276

Resumo das características, disponibilizadas pela 4hobby. Disponível em: <<https://www.4hobby.com.br/Modulo-wifi-Esp32-com-RF-Lora-1276-915Mhz-e-Oled-V2-170706>>

- Chip Base: SX1276
- Frequência de operação: 915MHz
- Sensibilidade: -139dBm (máximo)
- Tensão de Alimentação: 1,8 à 3,7 VDC
- Corrente de consumo: 10,8mA (RX - recepção) e 120mA (TX - transmissão)
- Potência máxima: 20dBm
- Modo de modulação: LoRa, FSK, GFSK e OOK
- Taxa de transferência: 0,018 à 37,5 Kbps (LoRa)
- Interface de comunicação: SPI
- Temperatura de trabalho: -40 à +85°C
- Dimensões: 17,0 x 17,3 x 2,6 mm (sem antena)

9.4 CARACTERÍSTICAS DO SABERTOOTH 2X60

Resumo das características, disponibilizadas pela Robocore. Disponível em: <https://www.robocore.net/loja/drivers-de-motores/controlador-motor-sabertooth-2x60#inf_tecnicas>

- Tensão: 6V a 30V (33,6V máximo absoluto)
- Corrente: 60A contínuos por canal (120A de pico)
- Sistema síncrono regenerativo permite o recarregamento da bateria
- Opera em frequências ultrassônicas
- Proteção sobrecorrente e térmica
- Método de controle: Analógico, rádio controle (PPM) e Serial
- Tamanho: 76 x 89 x 46 mm
- Peso: 250g

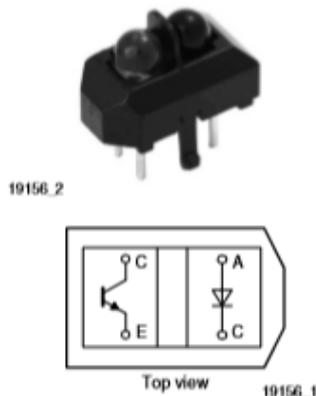
9.5 DATASHEET MODULO DETECTOR DE LINHA TCRT5000



TCRT5000, TCRT5000L

Vishay Semiconductors

Reflective Optical Sensor with Transistor Output



FEATURES

- Package type: leaded
- Detector type: phototransistor
- Dimensions (L x W x H in mm): 10.2 x 5.8 x 7
- Peak operating distance: 2.5 mm
- Operating range within > 20 % relative collector current: 0.2 mm to 15 mm
- Typical output current under test: $I_C = 1$ mA
- Daylight blocking filter
- Emitter wavelength: 950 nm
- Lead (Pb)-free soldering released
- Compliant to RoHS directive 2002/95/EC and in accordance to WEEE 2002/96/EC



RoHS
COMPLIANT

DESCRIPTION

The TCRT5000 and TCRT5000L are reflective sensors which include an infrared emitter and phototransistor in a leaded package which blocks visible light. The package includes two mounting clips. TCRT5000L is the long lead version.

APPLICATIONS

- Position sensor for shaft encoder
- Detection of reflective material such as paper, IBM cards, magnetic tapes etc.
- Limit switch for mechanical motions in VCR
- General purpose - wherever the space is limited

PRODUCT SUMMARY

PART NUMBER	DISTANCE FOR MAXIMUM CTR _{rel} (1) (mm)	DISTANCE RANGE FOR RELATIVE I _{out} > 20 % (mm)	TYPICAL OUTPUT CURRENT UNDER TEST (2) (mA)	DAYLIGHT BLOCKING FILTER INTEGRATED
TCRT5000	2.5	0.2 to 15	1	Yes
TCRT5000L	2.5	0.2 to 15	1	Yes

Notes

(1) CTR: current transference ratio, I_{out}/I_{in}

(2) Conditions like in table basic characteristics/sensors

ORDERING INFORMATION

ORDERING CODE	PACKAGING	VOLUME (1)	REMARKS
TCRT5000	Tube	MOQ: 4500 pcs, 50 pcs/tube	3.5 mm lead length
TCRT5000L	Tube	MOQ: 2400 pcs, 48 pcs/tube	15 mm lead length

Note

(1) MOQ: minimum order quantity

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (1)

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
INPUT (EMITTER)				
Reverse voltage		V_R	5	V
Forward current		I_F	60	mA
Forward surge current	$t_p \leq 10 \mu s$	I_{FSM}	3	A
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25 \text{ }^\circ\text{C}$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_j	100	$^\circ\text{C}$

TCRT5000, TCRT5000L

Vishay Semiconductors

Reflective Optical Sensor with
Transistor Output



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (1)				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
OUTPUT (DETECTOR)				
Collector emitter voltage		V_{CEO}	70	V
Emitter collector voltage		V_{ECO}	5	V
Collector current		I_C	100	mA
Power dissipation	$T_{amb} \leq 55\text{ }^\circ\text{C}$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_j	100	$^\circ\text{C}$
SENSOR				
Total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$	P_{tot}	200	mW
Ambient temperature range		T_{amb}	- 25 to + 85	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range		T_{stg}	- 25 to + 100	$^\circ\text{C}$
Soldering temperature	2 mm from case, $t \leq 10\text{ s}$	T_{sd}	260	$^\circ\text{C}$

Note

(1) $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

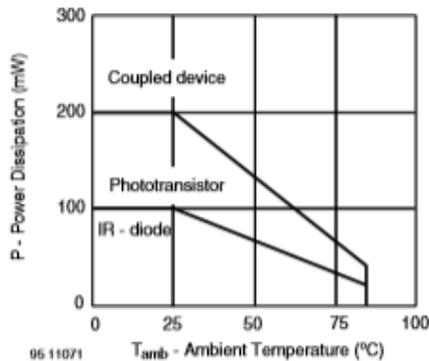


Fig. 1 - Power Dissipation Limit vs. Ambient Temperature

BASIC CHARACTERISTICS (1)						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
INPUT (EMITTER)						
Forward voltage	$I_F = 60\text{ mA}$	V_F		1.25	1.5	V
Junction capacitance	$V_R = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$	C_j		17		pF
Radiant intensity	$I_F = 60\text{ mA}$, $t_p = 20\text{ ms}$	I_e			21	mW/sr
Peak wavelength	$I_F = 100\text{ mA}$	λ_p	940			nm
Virtual source diameter	Method: 63 % encircled energy	d		2.1		mm
OUTPUT (DETECTOR)						
Collector emitter voltage	$I_C = 1\text{ mA}$	V_{CEO}	70			V
Emitter collector voltage	$I_e = 100\text{ }\mu\text{A}$	V_{ECO}	7			V
Collector dark current	$V_{CE} = 20\text{ V}$, $I_F = 0\text{ A}$, $E = 0\text{ lx}$	I_{CEO}		10	200	nA
SENSOR						
Collector current	$V_{CE} = 5\text{ V}$, $I_F = 10\text{ mA}$, $D = 12\text{ mm}$	I_C (2) (3)	0.5	1	2.1	mA
Collector emitter saturation voltage	$I_F = 10\text{ mA}$, $I_C = 0.1\text{ mA}$, $D = 12\text{ mm}$	V_{CEsat} (2) (3)			0.4	V

9.6 DATASHEET SENSOR ULTRASSÔNICO HC-SR04



TechSupportservices@elecfreaks.com

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

□ Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level timexvelocity of sound (340M/S) / 2

□ Wire connecting direct as following:

5V Supply
 Trigger Pulse Input
 Echo Pulse Output
 0V Ground

Electric Parameter

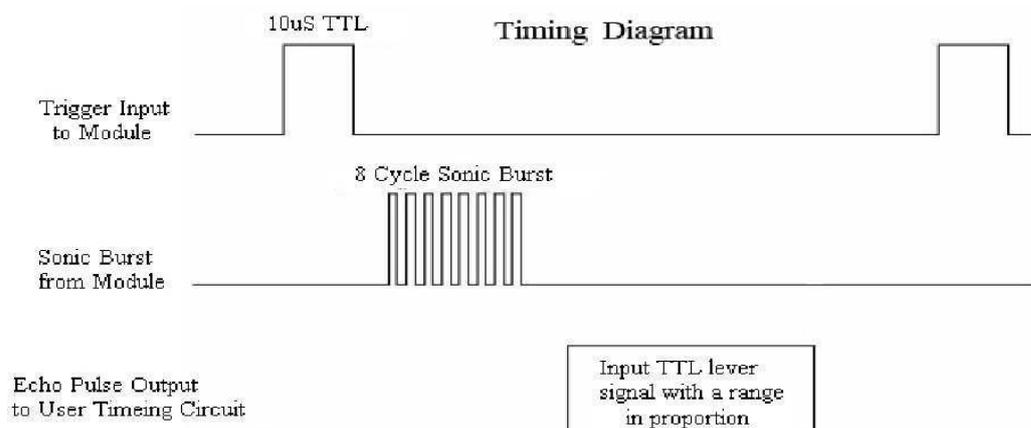
Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse

Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10uS pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu\text{S} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{S} / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



□ Attention:

□ The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise, it will affect the normal work of the module.

□ When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requests as smooth as possible, otherwise, it will affect the results of measuring.

www.ElecFreaks.com

9.7 PLANILHA DE MATERIAIS E CUSTOS

RETROFIT AGV							
Sistema	Produto	Modelo	Fabricante	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço Total
Carregamento	Carregador	ECO SUPREMO TR2430	Luffe	1	un.	R\$ 2,001.34	R\$ 2,001.34
Carregamento	Baterias	TT22MED	Tudor	4	un.	R\$ 1,269.90	R\$ 5,079.60
Carregamento	Contator 6A	LP1K0610BD	Schneider	1	un.	R\$ 146.82	R\$ 146.82
Carregamento	Cabos Flexível Sintenax flex	10mm² Vermelho	Elétrica Bahiana	6	m	R\$ 4.85	R\$ 29.10
Carregamento	Cabos Flexível Sintenax flex	10mm² Preto	Elétrica Bahiana	6	m	R\$ 4.73	R\$ 28.38
Carregamento	Conector de bateria	Sapão	EtgStore	6	un.	R\$ 7.00	R\$ 42.00
Carregamento	Contato deslizante	Lider	Kit Segurança	6	un.	R\$ 31.90	R\$ 191.40
Controle	Módulo Conversor De Tensão	LM2596	4Hobby	4	un.	R\$12.90	R\$ 51.60
Controle	Botoeira	XB4-BW33B5	Elétrica Bahiana	3	un.	R\$ 132.00	R\$ 396.00
Controle	Drivers	Sabertooth 2x60	Robo core	3	un.	R\$ 1,199.00	R\$ 3,597.00
Controle	IHM	Tela Lcd Nextion 7 Pol. Touch	4Hobby	2	un.	R\$ 609.90	R\$ 1,219.80
Controle	Chave fim de curso	FM1307	MetalTex	4	un.	R\$ 28.85	R\$ 115.40
Controle	Cabo Flat Colorido 8 vias	AWG26	Eletrodex	12	m	R\$ 3.94	R\$ 47.28
Controle	Módulo relé	Relé 20A 4 canais conexão rápida	Filpeflop	2	un.	R\$ 44.90	R\$ 89.80
Controle	Multiplex saída analógica	74HC4051	Filpeflop	8	un.	R\$ 39.90	R\$ 319.20
Controle	Conversor de Nível Lógico	3,3-5V Bidirecional	Robo core	4	un.	R\$ 7.50	R\$ 30.00
Controle	ESP32 - WiFi, Bluetooth, rádio	Esp32 Lora	4Hobby	3	un.	R\$ 174.90	R\$ 524.70
Estrutura	Barra de Alumínio Liga 6351	Barra redonda 2in 0,5m	Metal Trom	1	un.	R\$ 105.00	R\$ 105.00
Estrutura	Motor 24V direito	MP36-WR-021V24-200-X	Electro Craft	2	un.	R\$ 1,637.00	R\$ 3,274.00
Estrutura	Motor 24V esquerdo	MP36-WR-021V24-200-X	Electro Craft	2	un.	R\$ 1,637.00	R\$ 3,274.00
Estrutura	Chapa de Alumínio Xadrez Liga 330 2x1m	Chapa 3,2mm	Arameficio Nordeste	1	un.	R\$ 425.00	R\$ 425.00
Estrutura	Chapa de Aço SAE 1020 2x1m	Chapa 6,35mm	Aladim Metais	1	un.	R\$ 523.07	R\$ 523.07
Estrutura	Roda Direcional de Paleta	RUD 170mm X 50mm X 47mm	Casa do Borracheiro	6	un.	R\$ 167.57	R\$ 1,005.42
Estrutura	ABS 1,75mm 1kg	Premium preto	3DLab	2	un.	R\$ 85.00	R\$ 170.00
Posicionamento	Módulo IR Detector de Linha	TCRT5000	Filpeflop	10	un.	R\$ 6.90	R\$ 69.00
Posicionamento	Sensor ultrasonico 2-400cm	HC-SR04	Robo core	6	un.	R\$ 11.50	R\$ 69.00
Segurança	Comutador com chave	XB4-BG 21	Elétrica Bahiana	2	un.	R\$ 196.89	R\$ 393.78
Segurança	Botoeira de emergência	XB4-BT 42	Elétrica Bahiana	2	un.	R\$ 83.06	R\$ 166.12
Segurança	Sinalizador Giroflex 24V	Giroflex 24VDC Amarelo	Viewtech	1	un.	R\$ 65.00	R\$ 65.00
Segurança	Sinalizador vermelho	Sinalizador buzzer 24VDC vermelho	Viewtech	1	un.	R\$ 23.00	R\$ 23.00
TOTAL:							R\$ 23,471.81