

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CYBERSÉCURITÉ, INFORMATIQUE ET RÉSEAUX, ÉLECTRONIQUE

Option B – Électronique et Réseaux Épreuve E4

ÉTUDE ET CONCEPTION DE PRODUITS ÉLECTRONIQUES

SESSION 2025

Durée : 6 heures Coefficient : 4

CYBERSÉCURITÉ, INFORMATIQUE ET RÉSEAUX, ÉLECTRONIQUE OPTION ÉLECTROTECHNIQUE ET RÉSEAUX		Session 2025
Étude et conception de produits électroniques – E4	Code : 25CIELBEC	Page DOC1 sur 20

DOCUMENTATIONS TECHNIQUES

DT1 - Liaisons RS232, RS422, RS423 et RS485	2
DT2 - Module alimentation sur rail DIN	3
DT3 - Détecteurs de boucles inductives AGD	4
DT4 - La norme RS485	5
DT5 - Schéma de raccordement du circuit LTC2862	6
DT6 - Circuit interface RS485	7 à 8
DT7 - Organisation de la trame MODBUS	9
DT8 - Passerelle LoRa FlexGate FG264	10 à 11
DT9 - Antenne LPAB-868-2SP	12
DT10 - Module STM32WL55	13 à 15
DT11 - Régulateur AP7370 – 33 FDC	16
DT12 - Liaison bus SPI	17
DT13 - Contraintes de routage d'un quartz	18
DT14 - LED GRB WS2812B avec contrôleur intégré	19
DT15 - Panneau à LED GRB WS2812B	20

DT1 - Liaisons RS232, RS422, RS423 et RS485

Les normes de transmissions symétriques fournissent des solutions universelles pour la transmission sur de longues distances.

Les normes RS422 et RS485 définissent des interfaces de lignes de transmissions numériques symétriques qui intègrent les avantages des boucles de courant et surmontent les limites de la norme RS232. Les caractéristiques des différentes liaisons sont les suivantes :

EIA	RS 232	RS422	RS 423	RS 485
UIT-T	V24 / V28	V11 / X27		V11 / X27
Type d'interface	Mode commun	Mode différentiel	Mode commun	Mode différentiel
Distance max (m)	12	1200	1200	1200
Débit max. (bps)	19200(*)	10 M sur 10 m	100 k	10 M sur 10 m
		100 k sur 1200 m		100 k sur 1200 m
Multipoint	non	oui	oui	oui
Nombre d'émetteurs	1	1	1	32
Nombre de récepteurs	1	10	10	32
Niveaux de tension	$\pm 3V$ à $\pm 25 V$	$\pm 3V$ à $\pm 25 V$	$\pm 4V$ à $\pm 6 V$	$\pm 0,2V$ à $\pm 6V$

* Les fabricants peuvent implémenter des vitesses supérieures

La norme RS485 prévoit l'utilisation de lignes multipoints bidirectionnelles et se prête donc à des applications de type « mini-LAN », comme la transmission de données entre un maître central et des postes intelligents distants.

Caractéristiques de l'émetteur:

- un émetteur peut piloter jusqu'à 32 charges unitaires (une charge unitaire est constituée par un émetteur passif et un récepteur) ;
- le courant de fuite à la sortie de l'émetteur au repos ne doit pas dépasser 100 μA pour une tension de ligne de $- 7 V$ à $+ 12 V$;
- l'émetteur doit pouvoir fournir une tension de sortie différentielle de 1,5 V à 5 V avec une tension de ligne en mode commun de $- 7 V$ à $+ 12 V$;
- les émetteurs doivent comporter une protection intégrée contre les conflits d'accès (cas où plusieurs émetteurs tentent d'utiliser simultanément la ligne de transmission).

Caractéristiques du récepteur:

- résistance d'entrée élevée, 12 k Ω minimum ;
- plage d'entrée en mode commun de $- 7 V$ à $+ 12 V$;
- sensibilité d'entrée différentielle égale à ± 200 mV dans une plage de tension d'entrée de mode commun de $- 7 V$ à $+ 12 V$.

Caractéristiques de la ligne:

- les deux conducteurs reliant l'émetteur au récepteur doivent être parcourus par des courants identiques mais de sens opposés ;
- utilisation d'un câble à paire torsadée, ce qui a pour effet d'annuler les champs magnétiques engendrés par le courant circulant dans chaque fil et de réduire l'inductance de la paire ;
- meilleure immunité aux bruits (parasites, perturbations radiofréquences, phénomènes CEM) ;
- adaptation de la ligne de transmission : placer tous les récepteurs en cascade (ou guirlande meilleure solution qu'en étoile). Dans ce cas, une résistance de terminaison doit être placée aux deux extrémités de la ligne.

CYBERSÉCURITÉ, INFORMATIQUE ET RÉSEAUX, ÉLECTRONIQUE OPTION ÉLECTROTECHNIQUE ET RÉSEAUX		Session 2025
Étude et conception de produits électroniques – E4	Code : 25CIELBECF	Page DOC3 sur 20

DT2 - Module alimentation sur rail DIN



40W Single Output Industrial DIN Rail Power Supply

MDR-40 series



■ Features :

- Universal AC input/Full range
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
- Cooling by free air convection
- Can be installed on DIN rail TS-35/7.5 or 15
- Class I, Div 2 Hazardous Locations T4
- LED indicator for power on
- DC OK relay contact
- No load power consumption < 0.75W
- 100% full load burn-in test
- 3 years warranty

User's Manual

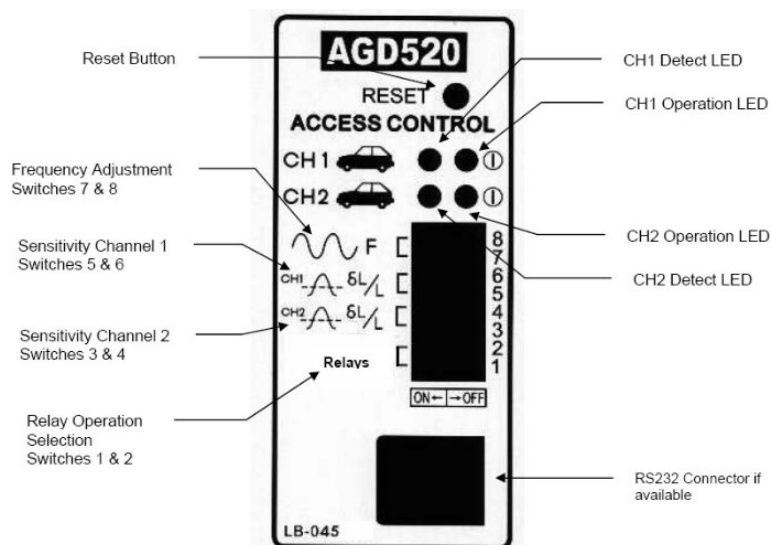


■ GTIN CODE

SPECIFICATION

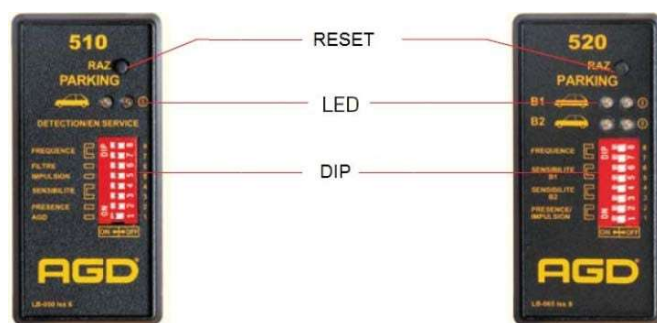
MODEL		MDR-40-5	MDR-40-12	MDR-40-24	MDR-40-48
OUTPUT	DC VOLTAGE	5V	12V	24V	48V
	RATED CURRENT	6A	3.33A	1.7A	0.83A
	CURRENT RANGE	0 ~ 6A	0 ~ 3.33A	0 ~ 1.7A	0 ~ 0.83A
	RATED POWER	30W	40W	40.8W	39.8W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	120mVp-p	150mVp-p	200mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	5 ~ 6V	12 ~ 15V	24 ~ 30V	48 ~ 56V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	± 2.0%	± 1.0%	± 1.0%	± 1.0%
	LINE REGULATION	± 1.0%	± 1.0%	± 1.0%	± 1.0%
	LOAD REGULATION	± 1.0%	± 1.0%	± 1.0%	± 1.0%
	SETUP, RISE TIME Note.5	500ms, 30ms/230VAC 500ms, 30ms/115VAC at full load			
INPUT	HOLD UP TIME (Typ.)	50ms/230VAC 20ms/115VAC at full load			
	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC 120 ~ 370VDC			
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz			
	EFFICIENCY (Typ.)	78%	85%	88%	88%
	AC CURRENT (Typ.)	1.1A/115VAC 0.7A/230VAC			
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 30A/115VAC 60A/230VAC			
	LEAKAGE CURRENT	< 1mA / 240VAC			

DT3 - Détecteurs de boucles inductives AGD



CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

- Paramètres de fonctionnement modifiables par le biais de micro-interrupteurs en face avant.
- Voyants lumineux informant sur le fonctionnement.
- Connecteur 11 broches standard.



MODÈLES DISPONIBLES

Références	AGD510 - 300	AGD510 - 500	AGD520 - 300	AGD520 - 500
230 VAC	■		■	
12 – 24 VDC – VAC		■		■
Boucles (canaux)	1		2	

FUSIBLES DE PROTECTION

Tension d'alimentation	Option mémoire	Consommation	Protection conseillée
230 VAC		12 mA	F50mAH250V
12 – 24 VCC		40 mA	
	■	200 mA	F250mAH250V

DT4 - La norme RS485

La norme RS485 définie par l'EIA, TIA-485-A Electronic Industries Association, a été publiée en Avril 1983. Elle suit le guide d'application TSB-89-A.

Ce standard précise les caractéristiques électriques des émetteurs et des récepteurs pour une utilisation dans les systèmes multipoints en mode symétrique.

Polarisation du Bus de communication

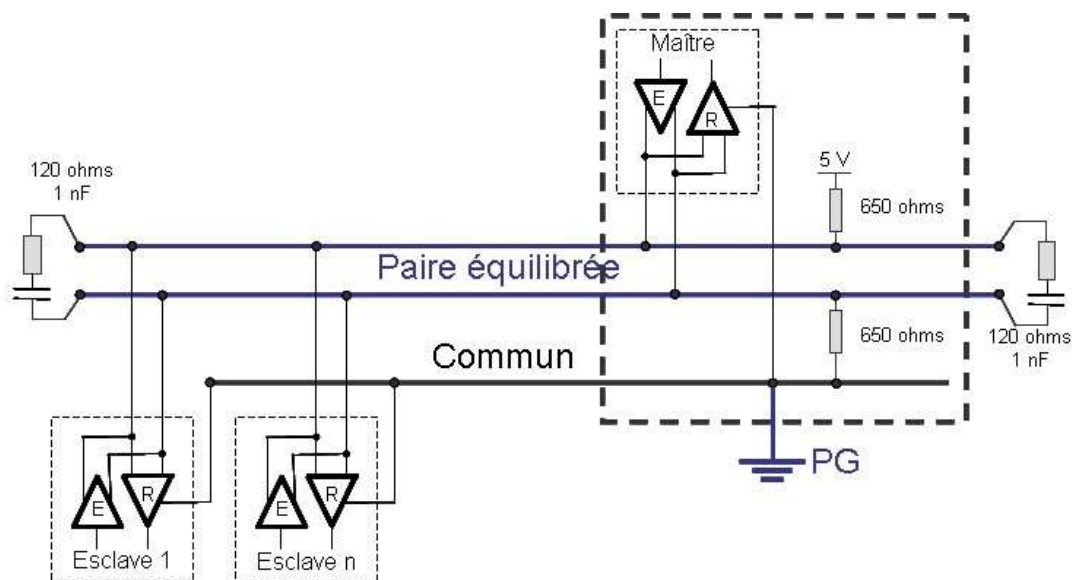
La norme RS485 impose un niveau différentiel de 200 mV pour détection du signal. Si la ligne RS485 n'est pas polarisée, ce niveau ne sera pas atteint au repos (sans communication sur la ligne) et donc le fonctionnement ne sera pas garanti. Pour cela, on applique une polarisation à 1 seul endroit du bus. Elle est de préférence appliquée côté maître. Sur certains modèles d'interface, il est possible d'activer cette polarisation de ligne. Sinon, il faudrait rajouter une alimentation externe.

Elle doit garantir un niveau de 250-280 mV sur l'ensemble du bus lorsqu'il n'y a pas de communication qui transite. Une tension de 250-280 mV est un bon compromis. Elle garantit d'être supérieure à 200 mV et toutefois n'entraîne pas une consommation excessive.

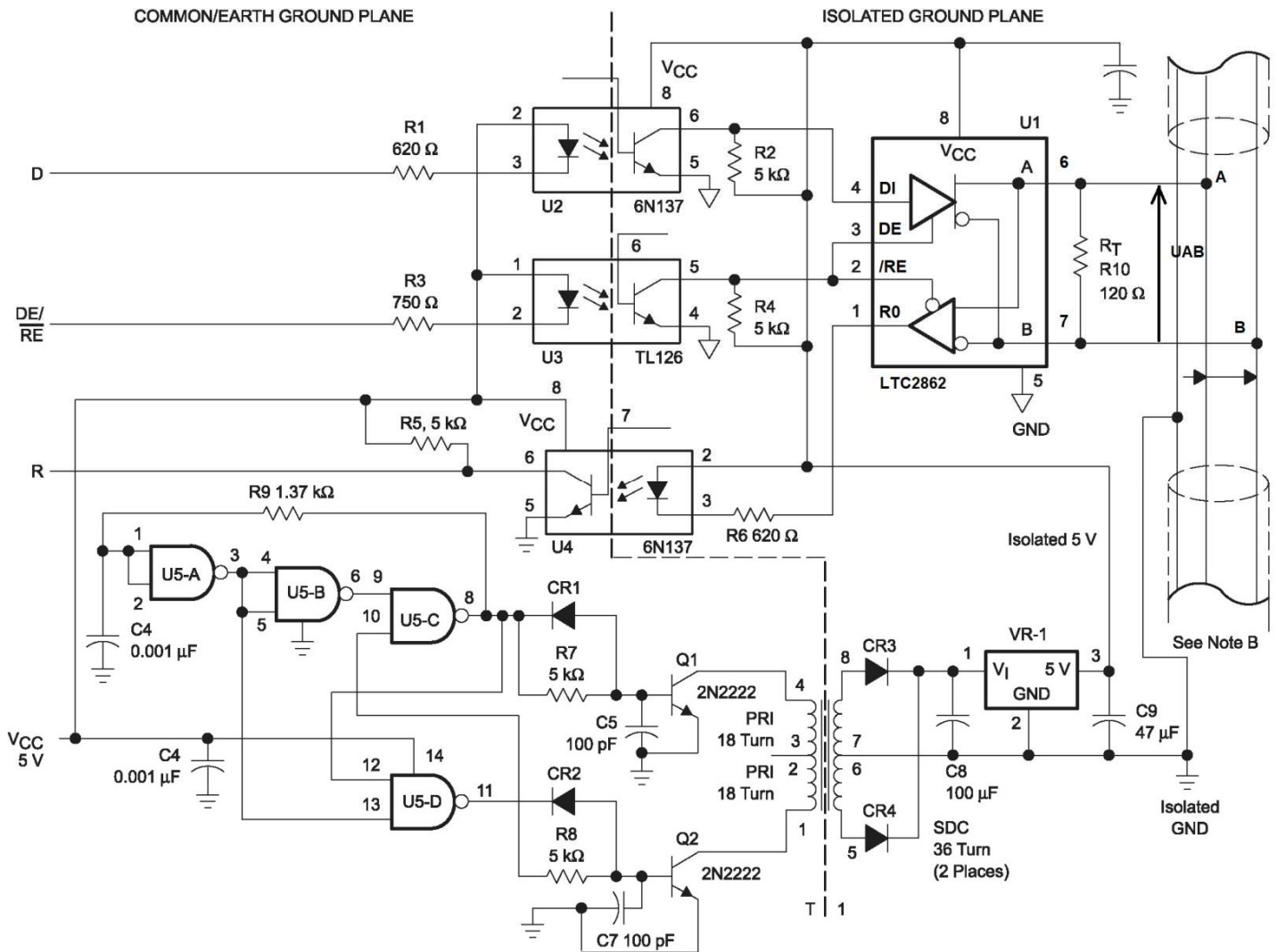
Pour vérifier cela, le plus pratique est de positionner la source de polarisation au début du bus (côté interface) et de vérifier le niveau de tension à l'autre extrémité du bus. C'est le cas le plus défavorable : le premier appareil communique avec le dernier. Cette polarisation est intégrée sur certaines interfaces et certains répéteurs.

Résistance de début et fin de bus

Le bus RS485 nécessite une résistance de part et d'autre de la liaison cuivre. La résistance de fin de ligne de même valeur que l'impédance de ligne (résistance de 120 Ω) permet de supprimer au maximum la réflexion du signal. Elle doit être placée à chaque extrémité du bus. Elle peut selon les modèles, être directement intégrée dans l'interface.



DT5 - Schéma de raccordement du circuit LTC2862



REFERENCE DESIGNATOR	DESCRIPTION
R1, R6	Resistor, 620 Ω , 1/4 W, 1%
R2, R4, R5	Resistor, 5 k Ω , 1/4 W, 1%
R3	Resistor, 750 Ω , 1/4 W, 1%
R7, R8	Resistor, 1 k Ω , 1/4 W, 1%
R9	Resistor, 130 k Ω , 1/4 W, 1%
R10	Resistor, 120 Ω , 1/4 W, 1%
C1, C2, C3, C10	Capacitor, 0.1 μ F, 100 V, 10%
C4, C6	Capacitor, 0.001 μ F, 100 V, 10%
C5, C7	Capacitor, 100 μ F, 100 V, 10%
C8	Capacitor, 100 μ F, 50 V, 10%

REFERENCE DESIGNATOR	DESCRIPTION
C9	Capacitor, 47 μ F, 50 V, 20%
CR1, CR2	Diode, 1N4148
CR3, CR4	Diode, 1N5817
Q1, Q2	Transistor, 2N2222
T1	Transformer
U1	IC, LTC2862 , Diff. Bus Transceiver
U2, U4	IC, 6N137 Optocoupler/Isolator
U3	IC, TIL126 Optocoupler/Isolator
U5	IC, SN74HC132N, Quadruple Positive NAND Gate
VR1	Regulator, Voltage, UA78M05CKC, 5 V, Positive

NOTES: A. The line-matching resistor, R_T , is used only at the ends of the cable. Terminated fail-safe circuitry also can be included at one point on the bus.

B. Shield should be terminated to each chassis ground and earth ground at one point only. The third-wire ground should be earth grounded at one point only.

DT6 - Circuit interface RS485



LTC2862/LTC2863/
LTC2864/LTC2865

±60V Fault Protected 3V to 5.5V
RS485/RS422 Transceivers

FEATURES

- Protected from Overvoltage Line Faults to ±60V
- 3V to 5.5V Supply Voltage
- 20Mbps or Low EMI 250kbps Data Rate
- ±15kV ESD Interface Pins, ±8kV All Other Pins
- Extended Common Mode Range: ±25V
- Guaranteed Failsafe Receiver Operation
- High Input Impedance Supports 256 Nodes
- 1.65V to 5.5V Logic Supply Pin (V_L) for Flexible Digital Interface (LTC2865)
- MP-Grade Option Available (–55°C to 125°C)
- Fully Balanced Differential Receiver Thresholds for Low Duty Cycle Distortion
- Current Limited Drivers and Thermal Shutdown
- Pin Compatible with LT1785 and LT1791
- Available in DFN and Leaded Packages

APPLICATIONS

- Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)
- Industrial Control and Instrumentation Networks
- Automotive and Transportation Electronics
- Building Automation, Security Systems and HVAC
- Medical Equipment
- Lighting and Sound System Control

LT, LTC, LTM, Linear Technology the Linear logo and µModule are registered trademarks of Linear Technology Corporation. All other trademarks are the property of their respective owners.

DESCRIPTION

The LTC[®]2862/LTC2863/LTC2864/LTC2865 are low power, 20Mbps or 250kbps RS485/RS422 transceivers operating on 3V to 5.5V supplies that feature ±60V overvoltage fault protection on the data transmission lines during all modes of operation, including power-down. Low EMI slew rate limited data transmission is available in a logic-selectable 250kbps mode in the LTC2865 and in 250kbps versions of the LTC2862-LTC2864. Enhanced ESD protection allows these parts to withstand ±15kV HBM on the transceiver interface pins without latchup or damage.

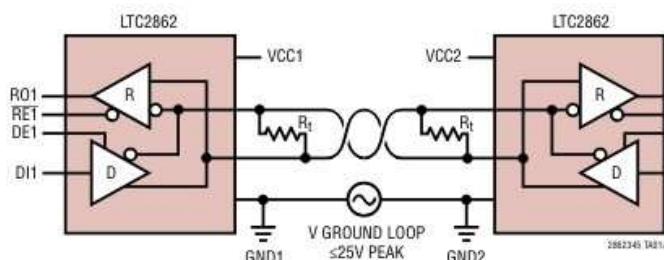
Extended ±25V input common mode range and full fail-safe operation improve data communication reliability in electrically noisy environments and in the presence of large ground loop voltages.

PRODUCT SELECTION GUIDE

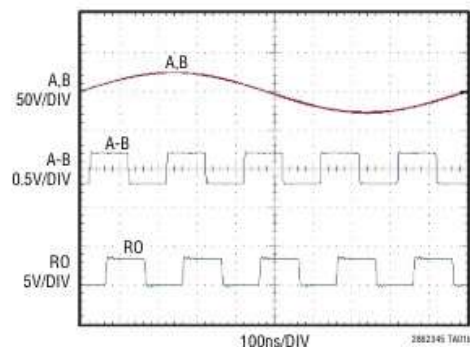
PART NUMBER	DUPLEX	ENABLES	MAX DATA RATE (bps)	V _L PIN
LTC2862-1	HALF	YES	20M	NO
LTC2862-2	HALF	YES	250k	NO
LTC2863-1	FULL	NO	20M	NO
LTC2863-2	FULL	NO	250k	NO
LTC2864-1	FULL	YES	20M	NO
LTC2864-2	FULL	YES	250k	NO
LTC2865	FULL	YES	20M/250k	YES

TYPICAL APPLICATION

RS485 Link With Large Ground Loop Voltage



LTC2865 Receiving 10Mbps ±200mV Differential Signal with 1MHz ±25V Common Mode Sweep





LTC2862/LTC2863/
LTC2864/LTC2865

±60V Fault Protected 3V to 5.5V
RS485/RS422 Transceivers

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

The ● denotes the specifications which apply over the full operating temperature range, otherwise specifications are at $T_A = 25^\circ\text{C}$. $V_{CC} = V_L = 3.3\text{V}$ unless otherwise noted. (Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I_{CCTRIS}	Supply Current with Both Driver and Receiver Enabled (LTC2862-2, LTC2863-2, LTC2864-2, LTC2865 with SLO Low)	No Load, $DE = V_{CC} = V_L$, $\overline{RE} = 0\text{V}$	●	3.3	8	mA

Driver

$ V_{OD} $	Differential Driver Output Voltage	$R = \infty$ (Figure 1)	●	1.5	V_{CC}	V
		$R = 27\Omega$ (Figure 1)	●	1.5	5	V
		$R = 50\Omega$ (Figure 1)	●	2	V_{CC}	V
$\Delta V_{OD} $	Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage	$R = 27\Omega$ or 50Ω (Figure 1)	●		0.2	V

Receiver

I_{IN}	Receiver Input Current (A,B) (C-, I-Grade LTC2863, LTC2864, LTC2865)	$V_{CC} = 0\text{V}$ or 3.3V , $V_{IN} = 12\text{V}$ (Figure 3)	●		125	μA
		$V_{CC} = 0\text{V}$ or 3.3V , $V_{IN} = -7\text{V}$ (Figure 3)	●	-100		μA
	Receiver Input Current (A,B) (H-, MP-Grade LTC2863, LTC2864, LTC2865; C-, I-, H-, MP-Grade LTC2862)	$V_{CC} = 0\text{V}$ or 3.3V , $V_{IN} = 12\text{V}$ (Figure 3)	●		143	μA
		$V_{CC} = 0\text{V}$ or 3.3V , $V_{IN} = -7\text{V}$ (Figure 3)	●	-100		μA
R_{IN}	Receiver Input Resistance	$0 \leq V_{CC} \leq 5.5\text{V}$, $V_{IN} = -25\text{V}$ or 25V (Figure 3)		112		$\text{k}\Omega$
V_{CM}	Receiver Common Mode Input Voltage (A + B)/2		●	-25	25	V
V_{TH}	Differential Input Signal Threshold Voltage (A - B)	$-25\text{V} \leq V_{CM} \leq 25\text{V}$	●		± 200	mV

FUNCTION TABLES

LTC2862

LOGIC INPUTS		MODE	A, B	RO
DE	$\overline{RE}$			
0	0	Receive	R_{IN}	Active
0	1	Shutdown	R_{IN}	High-Z
1	0	Transceive	Active	Active
1	1	Transmit	Active	High-Z

DT7 - Organisation de la trame MODBUS

L'organisation de la trame au format RS485 est structurée de la manière suivante :

- une trame commence toujours par un octet de valeur 0x00, puis est suivie du numéro du secteur concerné ;
- le nombre d'octets de données transmis varie selon la nature du message à afficher (numéro de la borne arrêt-minute, l'état d'occupation, l'état d'autorisation du stationnement) ;
- l'octet de Checksum est calculé en effectuant un Ou-Exclusif sur l'ensemble des octets de données.

Pour le parc actuel de bornes « arrêt-minute », la trame est donc constituée de la façon suivante :

1 octet	Début de la trame : toujours « 0x00 »
1 octet	Numéro du secteur concerné en hexadécimal (la valeur 0x00 est exclue)
2 octets	Nombre d'octets en hexadécimal de données, hors Checksum, qui suivent dans la trame du message : 1 octet (MSB) puis 1 octet (LSB)
2 octets	Numéro de la borne : 1 octet (MSB) puis 1 octet (LSB)
1 octet	État d'occupation : 0x00 (libre) 0xFF (occupée)
1 octet	État d'autorisation du stationnement : 0x00 (non autorisé, car décompte de temps terminé) 0xFF (autorisé, car décompte de temps non terminé)
2 octets	CRC 16

Un exemple de relevé d'une trame envoyée à la borne maître (valeurs hexadécimales) est fourni ci-dessous :

00	06	00	04	01	02	00	FF	CRC 16
----	----	----	----	----	----	----	----	--------

DT8 - Passerelle LoRa FlexGate FG264



FlexGate FG264

Private Operator LoRa Gateway

FlexGate™ FG264 is a family of LoRaWAN private operator Gateway designed for Industrial Internet of Thing applications. Offering a wide range of options, it is the ideal Gateway to match different use cases on the field including Edge and IA.

Flexible Gateway

The FlexGate™ FG264 product line is a family of LoRa Gateway designed to bring hardware and software flexibility to meet the IoT technical challenges.

Beyond LoRa support, FlexGate™ FG264 product line offers a flexible Cloud and field connectivity within a unique platform ready to adapt to local configuration and facilitate deployment, maintenance, and installation.

Flexible processing power

The FlexGate™ FG264 product line integrates a high performance and low power processor. This flexible architecture offers a processing power that can easily be adapted to different use cases including Edge Computing and Fog Computing applications.

LoRa Concentrator "full power" inside

The FlexGate™ FG264 product line includes a real LoRa concentrator structured around the dedicated Semtech SX1301 chip having the capability to simultaneously listen to 8 LoRa channels in order to communicate with several thousand connected objects.

Multi-connectivity towards the Cloud

The FlexGate™ FG264 product line offers a rich connectivity with 1 Gbit Ethernet and 3G/4G. All links are simultaneously available on the Gateway and fall back can be set according to different scripts. With FlexServer Embedded LoRaWAN Network Server, MQTT connectivity to major Cloud such as Microsoft Azure, Amazon AWS or SAP Hana is fully transparent.

Management services dedicated to IoT

The FlexGate™ FG264 product line comes with an open Framework to make software services available for the IoT world. This open architecture allows easy integration on the FlexGate of any new services developed in Python.

An optimized platform

Powered by PoE+, the FlexGate™ FG264 product line is designed to be a perfect indoor or outdoor platform able to handle all use cases with a great choice of connectivity.



Key features

- Compact size indoor and outdoor version
- Intel Atom or Arm i.MX6 powered
- Ethernet POE+
- Option 3G/4G
- LoRa 868 MHz or 915 MHz
- Wall mounting option

Applications

- IIoT Private Operators
- Smart Cities
- Wireless Networks
- Energy
- Smart Building
- Industrial 4.0
- ...

PN

FG3815i_L8_26432

Indoor version LoRa 868 MHz
Atom Bay Trail 3815
- 2GB RAM
- 4GB SSD

FG3815i_L8_26465

Outdoor version LoRa 868 MHz
Atom Bay Trail 3815
- 2GB RAM
- 4GB SSD

FGMX6SCi_L8_26432

Indoor version LoRa 868 MHz
NXP iMX6 Single Core
- 2GB RAM
- 4GB SSD

FGMX6SCi_L8_26465

Outdoor version LoRa 868 MHz
NXP iMX6 Single Core
- 2GB RAM
- 4GB SSD

FGMX6SCi_L9_26465

Outdoor version LoRa 915 MHz
NXP iMX6 Single Core
- 2GB RAM
- 4GB SSD
Consult us for other options.

Flex4IoT compatibility

- Flex4Factory
- Flex4Bridge
- Flex4Agri
- Flex4Shop
- ...

FlexGate FG264

Private Operator LoRa Gateway

Specifications

<i>Processor</i>	Intel Atom or NXP i.MX6 RAM: 2 GB SSD: 4 GB – Option 64 GB
<i>LoRa connectivity</i>	Semtech SX1301/SX1257 8 Channels 868 MHz – 915 MHz
<i>LAN/WAN</i>	Gigabit Ethernet Option: 3G/4G or WiFi
<i>Package</i>	264 mm x 155 mm x 40 mm 850 gr (without Antenna)
<i>Indoor connectivity</i>	1xRJ45: Ethernet 1Gb [PoE+] 1xSMA: 3G/4G – WiFi 1xSMA: LoRa antenna
<i>Outdoor connectivity</i>	1xM12 [IP67]: Ethernet 1Gb [PoE+] 1xSMA [IP67]: 3G/4G – WiFi 1xBNC type N [IP67]: LoRa antenna
<i>LoRaWAN connectivity</i>	Packet forwarder for Lorient, Actility... Option: FlexServer Embedded LNS MQTT connectivity to Cloud Services: Azure, SAP HANA, AWS...
<i>Firmware</i>	Linux Yocto Support for Python local application



Indoor version



Outdoor version

DT9 - Antenne LPAB-868-2SP

868MHz Ultra Low Profile Antenna

LPAB-868-2SP

PANORAMA ANTENNAS



- Robust panel mount antenna
- Efficient 868MHz coverage
- Ultra low profile - Only 15mm high

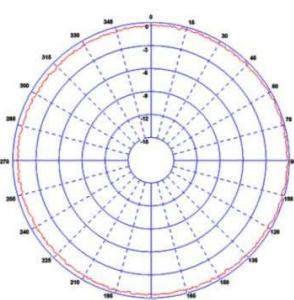
The Panorama LPAB range of antennas combine ergonomic style with sophisticated engineering. The rugged design features a solid impact resistant and weatherproof, plastic housing.

The low profile housing gives a high degree of vandal resistance making it perfect for vending machines or other telemetry devices in exposed locations that require reliable communications. The antenna is secured in place by a reversible locking nut allowing secure fitment to panels of between 1mm (0.04") and 26mm (1") thick.

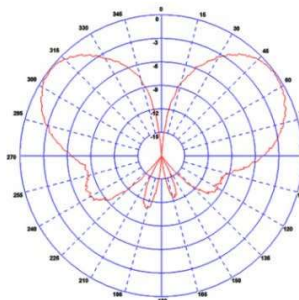
The antenna offers ground-plane independent omni directional performance across up to three bands making it a versatile solution for a number of applications.

Part No.	
LPAB-868-2SP	
Electrical Data	
Frequency Range (MHz)	868 MHz
Peak Gain +	2dBi
Typical VSWR*	<2.5:1
Polarisation	Vertical
Pattern	Omni-directional
Impedance	50Ω
Max input power (W)	20
Mechanical Data	
Dimensions (mm)	Height 15 (0.6")
	Length 130 (5.1")
	Width 40 (1.5")
Operating Temp (°C)	-30° / +70°C (-30° / 158°F)
Material	ASA
Colour	Grey

Typical H plane (868MHz)



Typical E plane (868MHz)





STM32WL55xx STM32WL54xx

Multiprotocol LPWAN dual core 32-bit Arm® Cortex®-M4/M0+ LoRa®, (G)FSK, (G)MSK, BPSK, up to 256KB flash, 64KB SRAM

Datasheet - production data

Features

Includes ST state-of-the-art patented technology

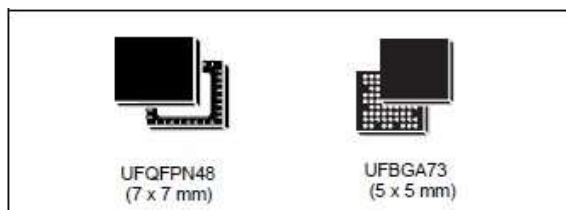
Radio

- Frequency range: 150 MHz to 960 MHz
- Modulation: LoRa®, (G)FSK, (G)MSK and BPSK
- RX sensitivity: -123 dBm for 2-FSK (at 1.2 Kbit/s), -148 dBm for LoRa® (at 10.4 kHz, spreading factor 12)
- Transmitter high output power, programmable up to +22 dBm
- Transmitter low output power, programmable up to +15 dBm
- Available integrated passive device (IPD) companion chips for optimized matching, filtering and balun, all in one very compact solution covering each package and each main use cases (22 dBm @ 915 MHz, 14 dBm @ 868 MHz, 17 dBm @ 490 MHz)

- Compliant with the following radio frequency regulations such as ETSI EN 300 220, EN 300 113, EN 301 166, FCC CFR 47 Part 15, 24, 90, and the Japanese ARIB STD-T30, T-67, T-108
- Compatible with standardized or proprietary protocols such as LoRaWAN®, Sigfox™, W-MBus and more (fully open wireless system-on-chip)

Ultra-low-power platform

- 1.8 V to 3.6 V power supply
- -40 °C to +105 °C temperature range
- Shutdown mode: 31 nA ($V_{DD} = 3$ V)
- Standby (+ RTC) mode: 360 nA ($V_{DD} = 3$ V)
- Stop2 (+ RTC) mode: 1.07 µA ($V_{DD} = 3$ V)



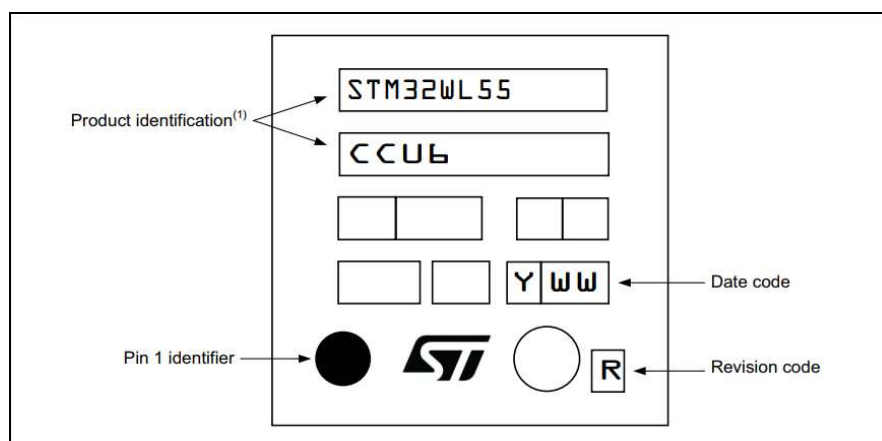
- Active-mode MCU: < 72 µA/MHz (CoreMark®)
- Active-mode RX: 4.82 mA
- Active-mode TX: 15 mA at 10 dBm and 87 mA at 20 dBm (LoRa® 125 kHz)

Core

- 32-bit Arm® Cortex®-M4 CPU
 - Adaptive real-time accelerator (ART Accelerator) allowing 0-wait-state execution from flash memory, frequency up to 48 MHz, MPU and DSP instructions
 - 1.25 DMIPS/MHz (Dhrystone 2.1)
- 32-bit Arm® Cortex®-M0+ CPU
 - Frequency up to 48 MHz, MPU
 - 0.95 DMIPS/MHz (Dhrystone 2.1)

Security and identification

- Hardware encryption AES 256-bit
- True random number generator (RNG)
- Sector protection against read/write operations (PCROP, RDP, WRP)
- CRC calculation unit
- Unique device identifier (64-bit UID compliant with IEEE 802-2001 standard)
- 96-bit unique die identifier
- Hardware public key accelerator (PKA)
- Key management services
- Secure sub-GHz MAC layer
- Secure firmware update (SFU)
- Secure firmware install (SFI)

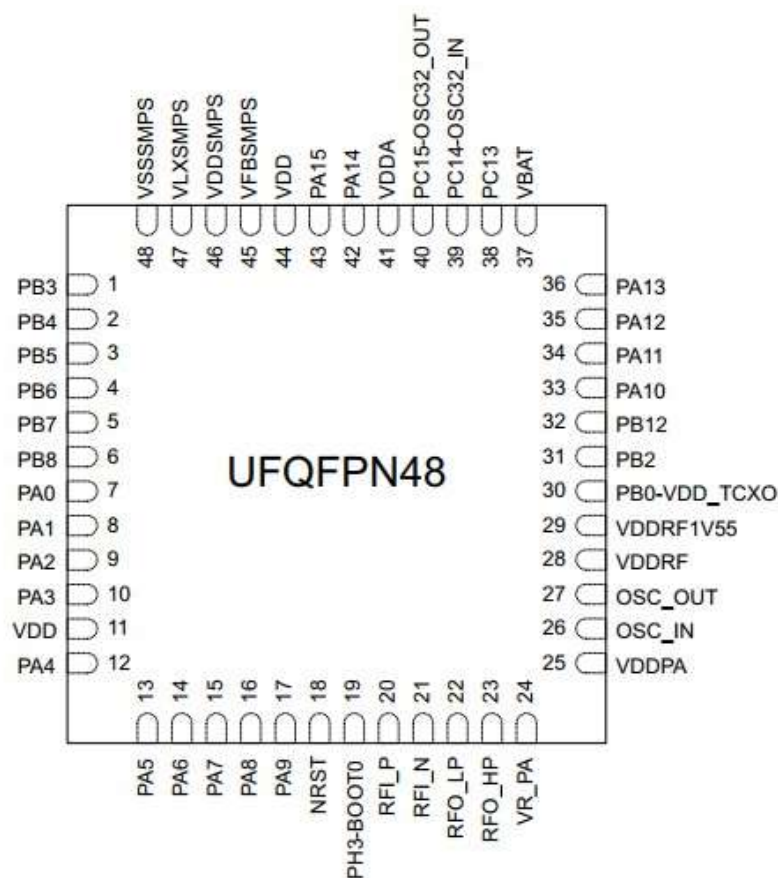


1. Parts marked as "ES", "E" or accompanied by an Engineering Sample notification letter, are not yet qualified and therefore not approved for use in production. ST is not responsible for any consequences resulting from such use. In no event will ST be liable for the customer using any of these engineering samples in production. ST's Quality department must be contacted prior to any decision to use these engineering samples to run a qualification activity.

Ordering information

Example:	STM32	WL	55	J	C	I	8	TR
Device family								
STM32 = Arm based 32-bit microcontroller								
Product type								
WL = wireless long range								
Device subfamily								
55 = Cortex-M4, Cortex-M0+, full set of modulations								
54 = Cortex-M4, Cortex-M0+, full set of modulations except LoRa								
Pin/ball count								
C = 48								
J = 73								
Flash memory size								
C = 256 Kbytes								
Package								
I = UFBGA								
U = UFQFPN								
Temperature range								
8 = -40 to 85 °C (105 °C junction)								
7 = -40 to 105 °C (125 °C junction)								
Packing								
TR = tape and reel								
xxx = programmed parts								

UFQFPN48 pinout

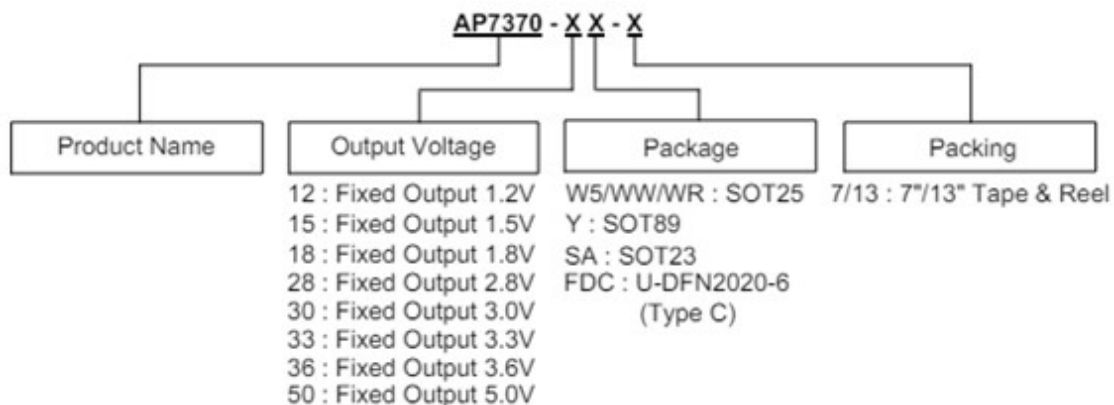


RFO_LP pin and RFO_HP pin :

- an analog front-end transceiver, capable of outputting up to + 15 dBm maximum power on its RFO_LP pin and up to + 22 dBm maximum power on RFO_HP pin.

DT11 - Régulateur AP7370 – 33 FDC

Ordering Information



Part Number	Package Code	Package	7"/13" Tape and Reel	
			Quantity	Part Number Suffix
AP7370-XXW5-7	W5	SOT25	3000/Tape & Reel	-7
AP7370-XXWR-7	WR	SOT25	3000/Tape & Reel	-7
AP7370-XXWW-7	WW	SOT25	3000/Tape & Reel	-7
AP7370-XXY-13	Y	SOT89	2500/Tape & Reel	-13
AP7370-XXSA-7	SA	SOT23	3000/Tape & Reel	-7
AP7370-XXFDC-7	FDC	U-DFN2020-6 (Type C)	3000/Tape & Reel	-7

DT12 - Liaison bus SPI

La liaison bus SPI (Synchronous Peripheral Interface, Interface périphérique synchrone) est un bus de communication série synchrone, développé par MOTOROLA, et possédant les caractéristiques suivantes :

- bus synchrone série à haut débit, multipoint (1 maître et 1 ou plusieurs esclaves) ;
- transmission en « FULL DUPLEX » ;
- lignes de communication unidirectionnelles ;
- transmission à courte distance ;
- protocole simple : pas d'adressage (sélection de l'esclave) ;
- pas de contrôle physique de données.

Les champs d'application du bus SPI :

- le bus SPI est utilisé pour la communication rapide de données entre périphériques d'un appareil comme par exemple les mémoires, les systèmes d'affichage, carte SD, etc.

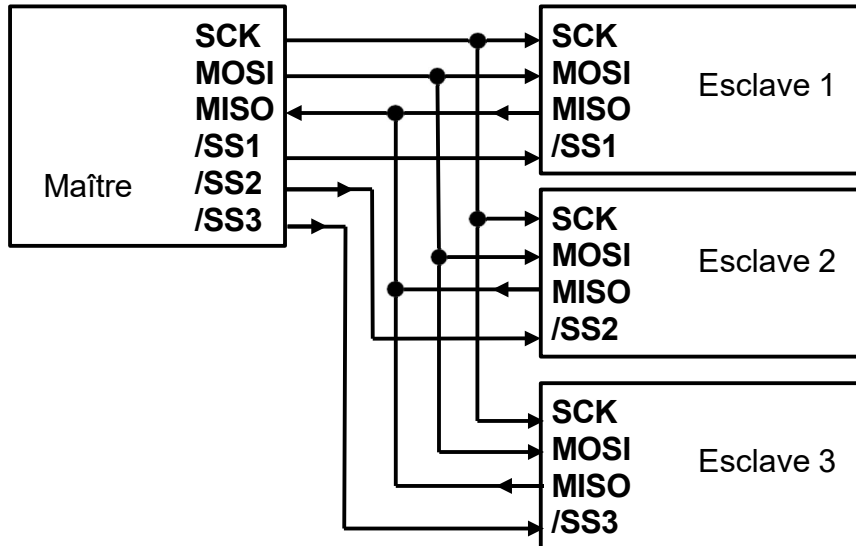
Les caractéristiques de fonctionnement du bus SPI.

- les données échangées sont des octets ;
- il n'y a pas d'adressage des esclaves : l'esclave devient actif au moyen d'une ligne de sélection de boîtier dédiée (généralement active à l'état bas).

La liaison bus SPI est donc constituée de trois signaux principaux :

- **SCLK** (serial clock) : horloge du bus (produite par le maître) : cette horloge indépendante fixée par le maître synchronise les échanges (en général sur front), la fréquence de l'horloge de transmission est comprise entre 1 MHz et 20 MHz (selon les performances des circuits reliés au bus) ;
- **MOSI** (Master Out Slave In) : données du maître vers l'esclave actif ;
- **MISO** (Master In Slave Out) : données de l'esclave actif vers le maître.

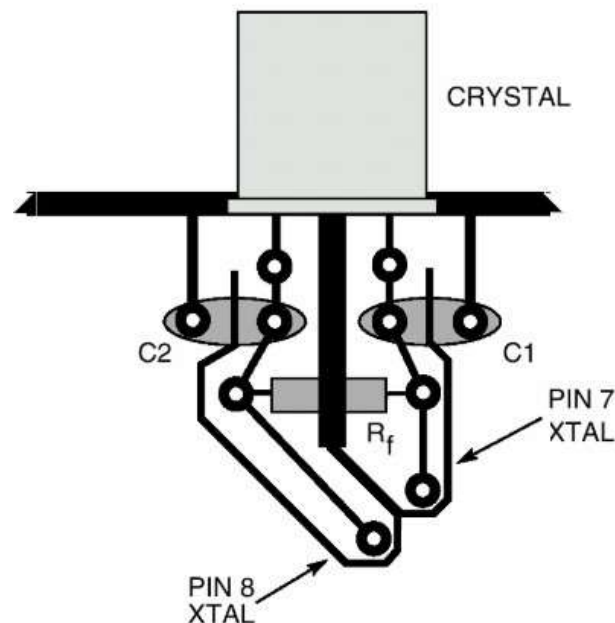
À ces trois signaux, il faut ajouter les signaux de sélection d'esclave : **SSn** (Slave Select n, sélection de l'esclave n à destination de la transmission). Le nombre d'esclaves est limité par le nombre de broches /SS du maître.



DT13 - Contraintes de routage d'un quartz

- Un quartz doit être routé au plus près du microcontrôleur qu'il cadence ;
- Les pistes doivent être les plus courtes possibles, donc routées à 45° ;
- Un quartz doit être routé au-dessus d'un plan de masse pour des contraintes de CEM ;
- Prévoir un anneau de garde qui passe sous les condensateurs de charge ;
- Séparer les signaux de données des signaux d'horloge par du cuivre de masse pour limiter la diaphonie ;
- Éloigner les signaux d'horloges des signaux d'antennes pour limiter la réception par effet de rayonnement.

Exemple pour le routage d'un quartz 8 MHz de cadencement d'un microcontrôleur ATMEGA328P :

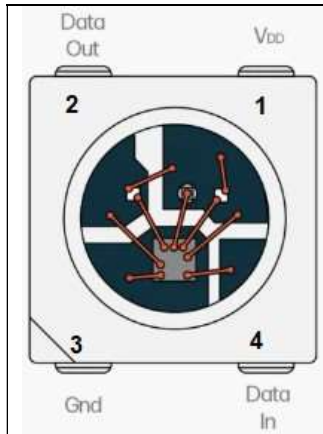


*R_f est une résistance de réaction entre la sortie et l'entrée du quartz, son absence n'affecte pas le fonctionnement du quartz.

Remarque

Un quartz en fonctionnement génère un rayonnement électromagnétique. C'est pourquoi le quartz doit être placé dans un boîtier blindé.

DT14 - LED GRB WS2812B avec contrôleur intégré

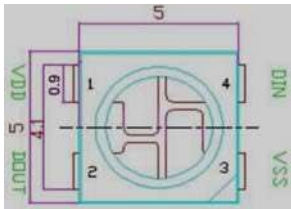


NO.	Symbol	Function description
1	VDD	Power supply LED
2	DOUT	Control data signal output
3	VSS	Ground
4	DIN	Control data signal input

Alimentation en tension : +5 V

Consommation en courant : 18 mA par LED en luminosité maximale (commande en PWM à 100%), soit 54 mA pour l'ensemble des 3 LED GRB (GREEN RED BLUE) du circuit.

Chaque LED GRB WS2812B a une dimension de 5 mm·5 mm et peut être alimentée sous une tension comprise entre 3,5 V et 5,3 V.



Prameter	Symbol	Ratings	Unit
Power supply voltage	V_{DD}	+3.5~+5.3	V
Input voltage	V_I	-0.5~VDD+0.5	V
Operation junction temperature	T_{opt}	-25~+80	°C
Storage temperature range	T_{stg}	-40~+105	°C

Les 3 couleurs primaires V (Vert), R (Rouge), et B (Bleu), sont codées chacune sur 8 bits, pour occuper au total 3 octets (24 bits) :

Octet codage VERT								Octet codage ROUGE								Octet codage BLEU							
G7	G6	G5	G4	G3	G2	G1	G0	R7	R6	R5	R4	R3	R2	R1	R0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Exemples de codages de couleurs :

- Codage de la couleur rouge :

Octet codage VERT								Octet codage ROUGE								Octet codage BLEU							
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

- Codage de la couleur verte :

Octet codage VERT								Octet codage ROUGE								Octet codage BLEU							
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Codage de la couleur orange :

Octet codage VERT								Octet codage ROUGE								Octet codage BLEU							
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

- Codage de la couleur blanche (présence de toutes les couleurs primaires) :

Octet codage VERT								Octet codage ROUGE								Octet codage BLEU							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

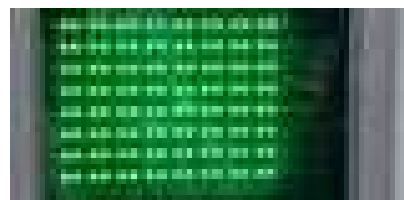
DT15 - Panneau à LED GRB WS2812B

Principe de fonctionnement :

- Le panneau bargraphe utilisé dans le système est un panneau constitué de 160 LED GRB WS2812B organisées en matrice de 8 lignes et 20 colonnes. Pour 10 minutes de stationnement gratuit, les 160 LED affichent une couleur verte. Puis pour chacune minute de stationnement écoulée, 2 colonnes de LED s'éteignent en commençant par les colonnes de droite.

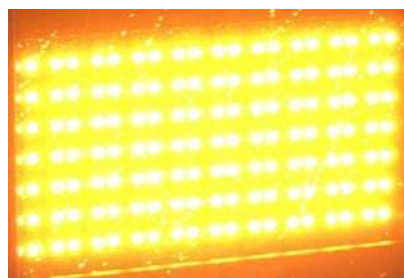
Exemple :

- 8 minutes de stationnement gratuit restantes : les 4 colonnes de droite de LED GRB sont éteintes.



Exemple :

- 10 minutes de stationnement gratuit supplémentaires : la totalité des LED GRB des 7 lignes supérieures affichent une couleur orange, la dernière ligne en partie inférieure du panneau est constituée de LED GRB éteintes.



Consommation en courant en fonction du nombre de LED en configuration « ORANGE »

