Sistemas Informáticos Industriales

Apuntes de

Comunicación serie.
RS-232 y RS-485

Licencia

Grado en Electrónica y Automática
Departamento de Informática de Sistemas y Computadores
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Ángel Perles

comunicaciones_serie_RS-485_r01.odt

Contenido

Índice de contenido

7.Comunicación serie....3
7.1Introducción....3
7.2Objetivos....3
7.3Especificaciones y características....3
7.4Configuraciones habituales....5
7.5Uso del RS-485 con el PC....6
7.6Ejemplo: Módulos NuDAM de ADLink....8
7.6.1Introducción....8
7.6.2Configuración de la red....9
7.6.3Módulo conversor RS-232 a RS-485 NuDAM-6520....10
7.6.4Módulo de E/S digital. NuDAM-6050....12
7.7Bibliografía y enlaces....17

7 COMUNICACIÓN SERIE RS-485.

7.1 INTRODUCCIÓN

Como actualizaciones de la norma RS-232 se propusieron nuevas normas, por ejemplo:

- RS-422. Especificación eléctrica diferencial.
- RS-423. Conexión sistemas RS-422 y RS-232.
- RS-485. Especificación eléctrica multimaestro.

Las limitaciones de la norma RS-232 se pueden superar con las mejoras que aportan estas normas posteriores.

Gracias al uso de una transmisión balanceada, RS-485 aporta como beneficio inmediato una mayor velocidad de transmisión, una longitud de línea del orden de kilómetros y una buena inmunidad al ruido.

7.2 OBJETIVOS

- Conocer la norma RS-485.
- Comprender las ventajas de esta norma con respecto a la RS-232

7.3 ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS

La norma RS-485 engloba características de propuestas posteriores a la RS-232. Las siguientes características y especificaciones son las más destacables:

- Red multipunto, con hasta 32 emisores/receptores
- Medio físico
  - Par trenzado (mejor si se apantalla).
  - Terminadores de 120 Ω.
  - Opcionalmente, resistencias pull-up y pull-down.
- Tensiones
  - Voltaje en modo común de –7 a +12 V.
  - Histéresis de 200 mV.

- "1">= +0.2 V, "0" <= -0.2 V.
- Formato de los datos idéntico a RS-232
- Control de flujo half-duplex.

La distancia máxima que se puede alcanzar depende de la velocidad de transmisión. Por ejemplo:

- a 10 Mbps → 12 metros.
- a 100 Kbps → 1200 metros

La Figura 4-1 muestra un diagrama de una conexión tipo RS-485. Las estaciones transmisoras se conectan, en cualquier punto, a los conductores de un único par trenzado. A los extremos del par se conectan resistencias terminadoras de 120 Ohms. En la Figura 4-2 se muestra en más detalle la circuitería implicada en la transmisión y recepción de datos. Como el medio se comparte entre todas las estaciones, la transmisión solo podrá ser half-duplex.

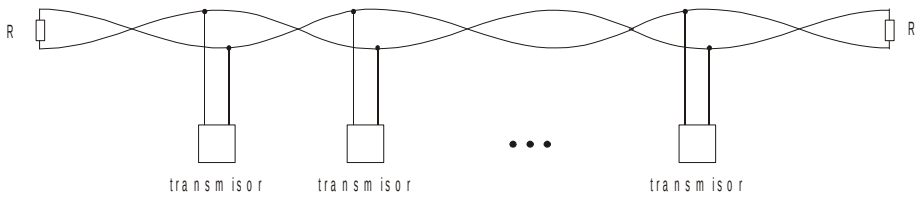


Figura 4-1. Esquema de una conexión RS-485

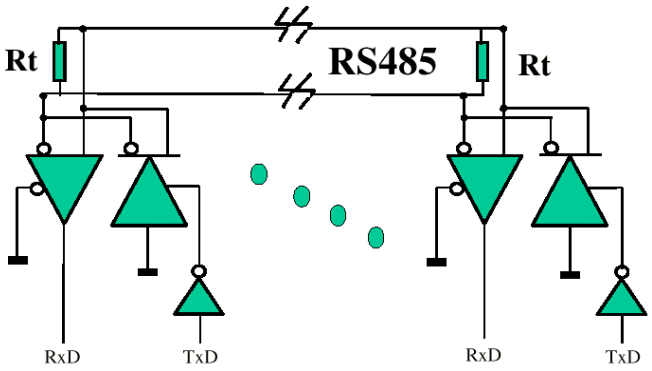


Figura 4-2. Circuitería del emisor/receptor

7.4 CONFIGURACIONES HABITUALES

El estándar RS-485 está ampliamente extendido en la industria, utilizándose para los siguientes tipos de comunicación:

- Punto a punto.
- Maestro-esclavos.
- Multimaestro.

En función del tipo de comunicación seleccionado aparecerán diferentes problemáticas a la hora de compartir el medio físico. La problemática a este nivel la debe resolver el software que se desarrolle en el nodo de transmisión.

La Figura 4-3 muestran una configuración maestro-esclavo. En esta configuración, el maestro es el único autorizado a iniciar una transmisión, que serán básicamente órdenes a los esclavos para que hagan determinadas cosas o respondan con su estado (por ejemplo, la lectura de un sensor).

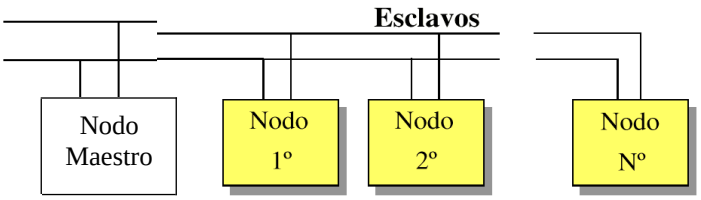


Figura 4-3. Configuración maestro-esclavos (DRETS)

La Figura 4-4 muestra una configuración multimaestro. Al compartirse un medio físico y ser la transmisión half-duplex, es necesario establecer un reparto del uso del medio por parte de los maestros. Una opción empleada suele ser crear un anillo lógico, que consiste en un mecanismo de paso de turnos entre los maestros mediante el intercambio de un testigo.

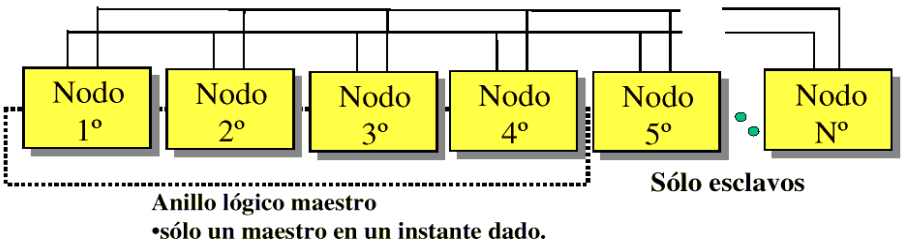


Figura 4-4. Configuración multimaestro (DRETS)

La Tabla 4-1 resume las características de alguna

NORMAS	RS-232	RS-423	RS-422	RS-485
Modo	Simple	Simple	Diferencial	Diferencial
Número transmisores	1	1	1	32
Número receptores	1	10	10	32
Longitud máxima	15 m	1200 m	1200 m	1200 m
Velocidad máxima	20 Kbp	100 Kbps	10 Mbps	10 Mbps
Salida transmisor	± 5 V min ± 15 V max	± 3.6 V min ± 6 V max	± 2 V min	± 1.5 V min
Carga al transmisor	3K a 7K	450 mín	100 min	60 min Ω
R de entrada al receptor	3K a 7K	4K min	4K min	12 K min
Sensibilidad del receptor	± 3 V	± 200 mV	± 200 mV	± 200 mV

Tabla 4-1. Comparación de distintas normas RS (DRETS)

7.5 USO DEL RS-485 CON EL PC

El hecho de que el formato de datos utilizados por RS-232 y RS-485 capacita al PC a usar fácilmente una conexión RS-485. Para ello se utilizan los adaptadores de señal disponibles en el mercado que, básicamente, adaptan los niveles de tensión y el modo de transmisión de la conexión RS-232 del PC a la norma RS-485.

Con uno de estos adaptadores capacitaremos al PC para comunicarse, por ejemplo, con sensores y actuadores industriales, PLCs, reguladores, etc. En la Figura 4-5 puede verse una configuración típica.

Para alcanzar mayores velocidades que el RS-232 específico del PC será necesario adquirir una tarjeta RS-485 para instalarla en una ranura de expansión del PC. Desde el punto de vista del programador, las conexiones serie se verán en Windows como COMx adicionales.

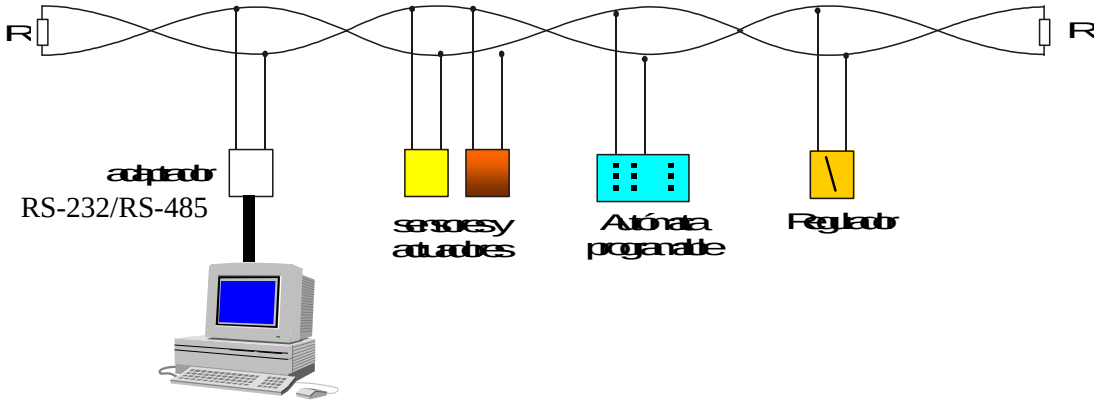


Figura 4-5. Configuración típica con un PC conectado a un RS-485

Actividad

Localizar información en Internet sobre aplicaciones del RS-485 y sus precios. Antes de empezar el trabajo se deberá decidir sobre que se quiere localizar información y comentarlo con el profesor. Al final de la actividad, cada grupo expondrá lo más interesante que ha encontrado.

Si tenéis interés en algún tipo de producto específico, por ejemplo, autómatas y reguladores:

- www.omrom.com, autómatas y reguladores
- www.embedded.com, de todo sobre informática industrial

Se puede recurrir también a las siguientes direcciones para localizar información:

- www.adlink.co.tw, módulos NuDam que se estudiarán y usarán más adelante
- www.advantech.com, módulos ADAM similares a los anteriores
- www.qnv.com, suministrador de equipos informáticos industriales en España, dispone de lista de precios.

Un buscador también es una buena opción.

7.6 EJEMPLO: MÓDULOS NUDAM DE ADLINK

7.6.1 INTRODUCCIÓN

NuDAM son una colección de módulos de adquisición de datos de la empresa ADlink Technologies (www.adlink.com.tw) que proporcionan una solución muy completa para sistemas distribuidos de control y adquisición datos en configuración maestro-esclavos.

El sistema de interconexión de los módulos se basa en el estándar RS-485. Se pueden interconectar hasta 256 módulos remotos utilizando un par trenzado y cubrir una distancia de hasta 1200 metros (4000 pies). Se puede ampliar la red utilizando repetidores que unan segmentos.

Los módulos se pueden controlar utilizando un sencillo protocolo de órdenes y respuestas ASCII a través del RS-485. Cada módulo tiene una dirección identificativa única en la red que permite distinguir a unos de otros.

Algunos módulos disponibles son:

- De comunicación:
  - NuDAM-6520, conversor RS-232 a RS-485.
  - NuDAM-6510, repetidor RS-485.
- Entrada analógica:
  - NuDAM-6011, entradas analógicas de alta ganancia con E/S digital.
  - NuDAM-6012, entradas analógicas.
  - NuDAM-6013, 3 canales RTD.
  - NuDAM-6017, 8 canales de entrada analógica.
  - NuDAM-6018, 8 canales para termopar.
- Salidas analógicas:
  - NuDAM-6021, salida analógica.
- E/S digital:
  - NuDAM-6050, 7 entradas digitales y 8 salidas digitales.
  - NuDAM-6052, entradas digitales lejanas.
  - NuDAM-6060, salidas de relés y entrada digital.
- Contadores:
  - NuDAM-6080, entrada de contador/frecuencia.

Para conectar el sistema a un computador con conexión RS-232 se podrá emplear el conversor NuDAM 6520.

7.6.2 CONFIGURACIÓN DE LA RED.

Para montar una red se pueden usar hasta 256 módulos y un máximo de 128 módulos por segmento. En la Figura 4-6 se muestra un esquema de la conexión de un PC a un segmento. Obsérvese que cada segmento del bus se debe acabar con una resistencia terminadora de 120 Ω.

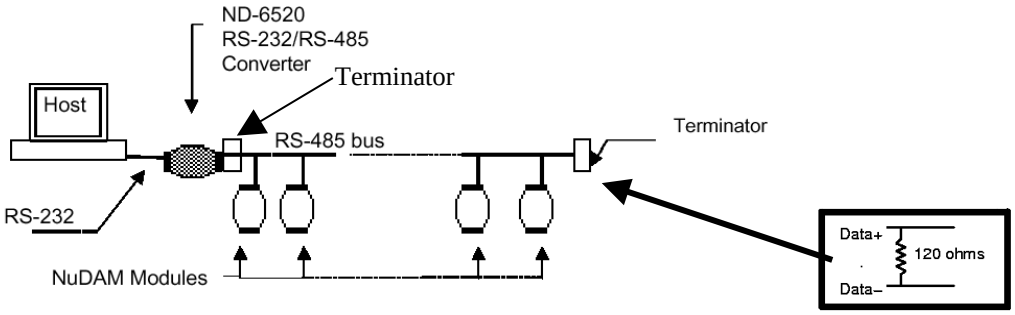


Figura 4-6. Configuración sencilla con módulos Nu-DAM

En el caso de necesitar extender más la red o crear bifurcaciones se pueden emplear repetidores, tal y como se muestra en la Figura 4-7 y en la Figura 4-8.

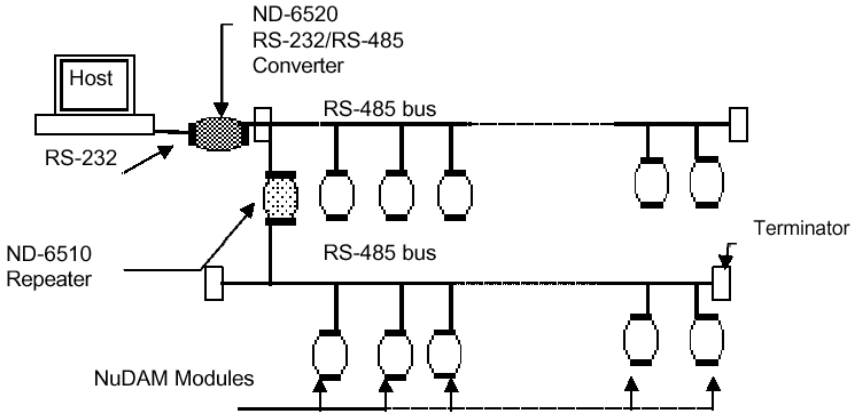


Figura 4-7. Configuración ramificada

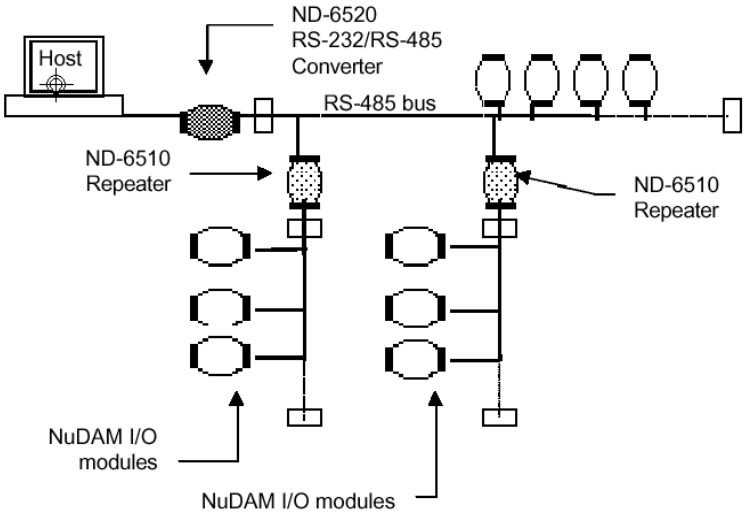


Figura 4-8. Configuración libre

Para el cableado se usará par trenzado, y se recurrirá a par trenzado apantallado en caso de interferencias, teniendo especial precaución en cuidar la conexión a tierra. La Figura 4-9 muestra una recomendación para la derivación a tierra.

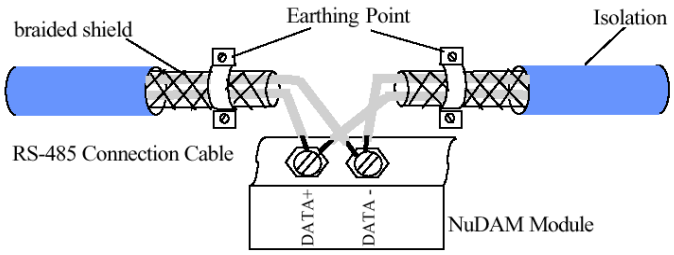


Figura 4-9. Conexión a tierra

7.6.3 MÓDULO CONVERSOR RS-232 A RS-485 NUDAM-6520.

Para poder aprovechar una red con estos módulos desde un PC es necesario disponer de una conexión RS-485, para ello se puede recurrir a tarjetas de expansión disponibles en el mercado, que, una vez instalada en el computador, se comportarán como una conexión serie cualquiera, identificándose como un COMx más y configurándose de igual forma.

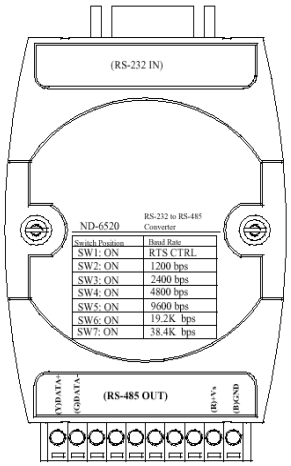
En el caso de que no se desee instalar una nueva tarjeta de expansión es posible recurrir a un conversor RS-232 a RS-485. La empresa ADLink proporciona el módulo NuDAM 6520 para este menester.

Para utilizar el módulo basta con conectarlo con un cable serie DTE-DCE (sin ningún cruce de cables) al PC, alimentarlo y conectarlo al par trenzado. En la Tabla 4-2 se pueden comprobar las especificaciones.

- **Input**
  - Interface : standard RS-232 9 pin D-type connector
  - Speed (bps) : 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2K, 38.4K, RTS
  - Data Format : 8 bits, 9 bits, 10 bits, or 11 bits
- **Output**
  - Interface : RS-485, differential, 2 half-duplex wires
    RS-422, differential, 4 duplex wires
  - Speed (bps) : 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2K, 38.4K, RTS
  - Max distance : 4000 ft. (1200m)
- **Isolation**
  - Isolation voltage : 3000 V DC
- **Bus**
  - Max Loading : 128 NuDAMs on a bus
  - Max modules : 256 NuDAMs with one ND-6510 repeater
- **Power**
  - Power Supply : +10V to +30V
  - Power Consumption : 1.2 W

Tabla 4-2. Especificaciones del módulo NuDAM 6520

La Figura 4-10 muestra el aspecto del módulo y el significado de cada una de las conexiones disponibles.



Pin #	Signal Name	Description
1	(Y)DATA+	RS-485 transmission line, positive
2	(G)DATA-	RS-485 transmission line, negative
9	(R)+VS	NuDAM power supply, +10V~+30V
10	(B)GND	NuDAM ground
--	RS-232 IN	9-pin RS-232 connector

Figura 4-10. Aspecto del módulo NuDAM 6520 y significado de las conexiones

En el módulo se deberá configurar previamente la velocidad en bps a la que se desea transmitir.

Para su conexión al PC se deberá respetar el interconexionado mostrado en la Figura 4-11 Como ya se ha dicho, se deduce de él que se trata de una conexión DTE-DCE.

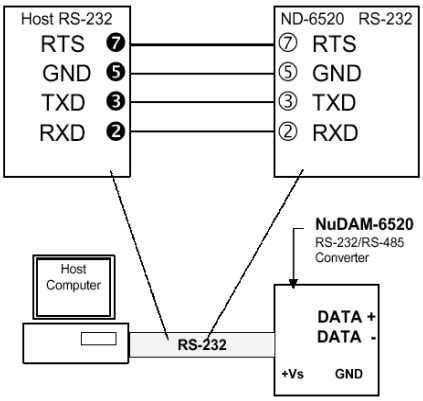


Figura 4-11. Conexión física entre un DB-9 en el PC y el DB-9 del módulo

7.6.4 MÓDULO DE E/S DIGITAL. NUDAM-6050

Todos los módulos NuDAM siguen un esquema de uso muy similar. Para describir la forma de aprovecharlos a través de la conexión RS-485 se tomará como referencia el módulo de entradas y salidas digitales NuDAM-6050.

Este módulo tiene una serie de entradas digitales que permiten monitorizar señales activas TTL o interruptores ON/OFF pasivos gracias a una resistencia PULL-UP interna. Las salidas digitales consisten en transistores en colector abierto que pueden drenar una corriente máxima de 30 mA. La Tabla 4-3 resume sus especificaciones.

- **Interface**
  - Interface : RS-485, 2 wires
  - Speed (bps) : 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2K, 38.4K
- **Digital Input**
  - Channel numbers : 7
  - Logical level 0 : +1V maximum
  - Logical level 1: +3.5V~30V
  - Pull up resister : 10KΩ
  - Maximum current : 0.5mA
- **Digital Output**
  - Channel numbers : 8
  - Output characteristic : open collector transistor
  - Maximum current sink : 30mA
  - Max. power dissipation : 300mW

✧ **Watchdog Function**

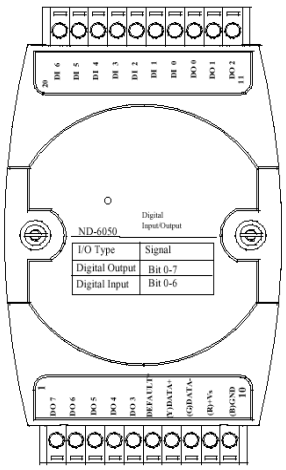
- Module internal watchdog timer: 1.6 sec (Firmware Rev. 1.x)
  150 ms (Firmware Rev. 2.x)
- Power failure threshold : 4.65 V
- Safety value : 8 output channels
- Host programmable watchdog :
  53.3 ms ~ 13.645 sec (Firmware Rev. 1.x)
  100 ms ~ 25.500 sec (Firmware Rev. 2.x)

✧ **Power**

- Power supply : +10V to +30V
- Power consumption : 0.4 W

Tabla 4-3. Especificaciones del módulo NuDAM 6050

La Figura 4-12 muestra el aspecto del módulo y la función asignada a cada conexión. La referencia de las entradas y salidas digitales corresponde al pin GND.



Pin #	Signal Name	Description
1	DO 7	Digital output channel 7
2	DO 6	Digital output channel 6
3	DO 5	Digital output channel 5
4	DO 4	Digital output channel 4
5	DO 3	Digital output channel 3
6	Default*	Initial state setting
7	(Y) DATA+	RS-485 series signal, positive
8	(G) DATA-	RS-485 series signal, negative
9	(R) +Vs	Power supply, +10V~+30V
10	(B) GND	Ground
11	DO 2	Digital output channel 2
12	DO 1	Digital output channel 1
13	DO 0	Digital output channel 0
14	DI 0	Digital input channel 0
15	DI 1	Digital input channel 1
16	DI 2	Digital input channel 2
17	DI 3	Digital input channel 3
18	DI 4	Digital input channel 4
19	DI 5	Digital input channel 5
20	DI 6	Digital input channel 6

Figura 4-12. Aspecto del módulo NuDAM 6050 y significado de las conexiones

Para manejar todos los módulos de emplean órdenes con el formato:

(Leading Code)(Addr)(Command)[Data]**[Checksum]**<CR>

When checksum is enable then **[Checksum]** is needed, it is 2-character.

(Leading Code)	Leading Code is the first characteristic of the NuDAM command. All NuDAM commands need a command leading code, such as %,$,#,@,...etc. **1- character**
(Addr)	Module' s address ID, the value is in the range of 00 - FF (Hexadecimal) if no specified in the following. **2- character**
(Command Variable)	Items indicate command codes or value of variables. **Variable length**
[Data]	Some output command need data. **Variable length**
[Checksum]	Checksum in brackets indicate optional parameter, only checksum is enable then this field is required. **2- character**
< >	Identifies a control code character, such as <CR> for carriage return, its value is 0x0D. **1- character**

Por ejemplo,

User Command :	$012<CR>
Response :	!01400600<CR>

$	: LeadingCode
01	: Address
2	: Command (Read Configuration)
<CR>	: Carriage return 0x0D

Note : 1. There is no spacing between characters.
2. At end of command need a <CR> carriage return 0x0D.
3. Checksum is optional parameter.

Note : Under the following conditions, there will have **no response** message.
1. The specified address ID is not exist.
2. Syntax error.
3. Communication error.
4. Some special commands does not have response .

Para realizar entrada digital se usará:

3. 14. Digital Input

@Description

Read the digital input channel value and readback the digital output channel value.

@Syntax

$(Addr)6<CR>

$	Command leading code.
(Addr)	Address ID
6	Digital data input command.

@Response

ND-6050 module response :

!(DataOut)(DataIn)00<CR>

or

?(Addr)<CR>

!	Command is valid.
?	Command is invalid.
(DataOut)	Value of digital output channel. **(2-character)**
(DataIn)	Value of digital input. **(2-character)**

@Example

Example for NuDAM-6050 :

User command:	$306<CR>
Response:	!321100<CR>

!	Command is valid.
32	32 (00110010) means digital output channel 1, 4, 5 are ON, channel 0, 2, 3, 6, 7 are OFF.
11	11 (00000011) means digital input channel 0, 1 are HIGH and channel 2, 3, 4, 5, 6, 7 are LOW.
00	No used

Cuidado, el manual está mal, 11h es 00010001b

Y para la salida digital

3. 8. Digital Output

@Description

Set digital output channel value at specified address. This command is only available to modules involving the digital output function, such as NuDAM-6050, NuDAM-6060 and NuDAM-6063.

@Syntax

#(Addr)(ChannelNo)(OutData)<CR> (6050,6060,6063 Only)

#	Command leading code. **(1-character)**
(Addr)	Address ID **(2-character)**
(ChannelNo)	00 : Set value to all channels 1X : Set value to single channel First character is 1, Second character is channel number. **(2-character)**
(OutData)	Set value to all channels : Each bit is mapping to each channel number Set value to single channel : First character is 0, second character is set to value 0 or 1. **(2-character)**

@Response

><CR>

or

?(Addr)<CR>

>	Command is valid
?	Command is invalid.
(Addr)	Address ID.

@Example

User command: #300003<CR>
Response: ><CR>

30	Address ID
00	Set output to all channels
03	03 (00000011), Channel 0 and 1 are set ON other channels are set to OFF

User command: #2F1201<CR>
Response: ><CR>

2F	Address ID
12	**1** : Set output to single channel **2** : Output single channel is channel 2
01	Set single channel to ON

Actividad.

Escribe la cadena que pone a “1” la salida digital 5 del módulo A7h.

Escribe la cadena que pone a “1” las 4 salidas digitales de más peso y a “0” el resto

Actividad.

Realizar una función para el módulo NuDAM 6050 cuyo prototipo sea `int salida_digital(int modulo, int salida, int estado);` a la que, pasándole como parámetros el identificador del módulo, la salida a manipular y el valor que se quiere dar a la salida, cree el mensaje necesario y lo envíe a través del RS-232 utilizando la función genérica `envia_rs232()`.

Actividad.

Amplía la función de manera que compruebe que la operación de salida se realice correctamente. Utiliza la función genérica `recibe_rs232()`. La función devolverá 0 si la operación ha ido bien y un número negativo en caso contrario.

¿Qué problemas presenta la solución propuesta? ¿Cómo se pueden solucionar?

Actividad.

Analizar un módulo NuDAM, indicando:

- Referencia numérica y propósito.
- Precio aproximado.
- Características y especificaciones más destacables.
- Conexionado al proceso.
- Formato de las órdenes y respuestas.

E/S digital: 6052, 6056, 6060 (6053, 6054, 6058, 6063)

E analógica: 6011, 6013, 6017, 6018, (6012, 6014)

S analógica: 6021, 6024

Contador: 6080

7.7 BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES