

INSTALAÇÕES DE TELECOMUNICAÇÕES

Telecomando da rede de MT

Protocolo de comunicações

Elaboração: DNT

Homologação: Maio 2007

Edição: 3ª. Anula e substitui a edição de JAN 2004

Emissão: EDP Distribuição – Energia, S.A.
DNT – Direcção de Normalização e Tecnologia
Av. Urbano Duarte, 100 • 3030-215 Coimbra • Tel.: 239002000 • Fax: 239002344
E-mail: dnt@edp.pt

Divulgação: EDP Distribuição – Energia, S.A.
GBCI – Gabinete de Comunicação e Imagem
Rua Camilo Castelo Branco nº 43 • 1050-044 Lisboa • Tel.: 210021684 • Fax: 210021635

ÍNDICE

1	OBJECTO.....	3
1.1	Abreviaturas.....	3
1.2	Convenções.....	3
2	FORMATO DAS TRAMAS.....	3
2.1	Tramas de comprimento fixo	4
2.2	Tramas de comprimento variável	4
3	CONTROLO DE FLUXO.....	5
3.1	Ligação directa	6
3.1.1	Inicialização do Centro de Comando	6
3.1.2	Inicialização das Unidades Remotas.....	6
3.1.3	Envio de dados da UR.....	7
3.1.4	Envio de dados do CC.....	7
3.1.5	Falha de comunicações.....	7
3.1.6	Perda de Informação.....	8
3.1.7	Inibição Efectiva da UR.....	8
4	TIPOS DE MENSAGENS	8
4.1	Estação Primária (PRM = 1).....	8
4.2	Estação Secundária (PRM = 0).....	9
5	ESTRUTURA DE DADOS DO UTILIZADOR.....	9
5.1	Mensagens com Código de Função (FC) = 3.....	10
5.2	Mensagens com Código de Função (FC) = 6.....	10
6	CONTEÚDO DAS MENSAGENS.....	10
6.1	Com Código de Função (FC) = 0, <i>Reset</i> Comunicações.....	10
6.2	Com Código de Função (FC) = 3.....	11
6.3	Conteúdo das mensagens com Código de Função (FC)=6	16
	ANEXO A - GESTÃO DO ACESSO AO MEIO	17
	ANEXO B - CONSIDERAÇÕES GERAIS	20
	ANEXO C - TABELA DE VARIÁVEIS	21

1 OBJECTO

O presente documento descreve o protocolo de comunicações utilizado na rede MT da EDP, que é inspirado na norma CEI 870-5 e recorre ao formato FT1.2 com comprimento variável. Trata-se de um protocolo *Master-Master* que tem como objectivo efectuar a transferência de informação entre uma unidade concentradora (Centro de Comando, abreviadamente CC, *front-end*, ...) e as suas Unidades Remotas, também designadas abreviadamente UR.

A fim de se possibilitar a utilização de unidades repetidoras (não utilizadas nesta versão) e em virtude do protocolo poder funcionar em canal aberto, as mensagens incluem endereços de *link* e de aplicação do destino e da origem.

1.1 Abreviaturas

No presente documento são utilizadas as seguintes abreviaturas:

CC	Centro de Condução
DMA	Documento Normativo de Materiais e Aparelhos
IEC	Comissão Electrotécnica Internacional
MT	Média Tensão
OCR	Órgão de Corte de Rede
PC	<i>Personal Computer</i>
PTT	<i>Push to Talk</i>
SQ	<i>Squelch</i>
UR	Unidade Remota

1.2 Convenções

- **Conceitos de Opcional e Não usado**

Numa trama de comprimento variável

Não usado: significa não presente, ou seja, os respectivos *bytes* não são enviados/recebidos.

Opcional: se utilizado, estará presente, senão, será o mesmo que não usado.

Numa trama de comprimento fixo

Não usado: significa ignorado, ou seja, os respectivos *bytes* são enviados/recebidos, mas o seu conteúdo é ignorado.

Opcional: se utilizado, estará presente, e será considerado o seu conteúdo, senão, será o mesmo que não usado.

Todos os números que tenham um tamanho cuja representação seja superior a um byte são transmitidos com o *byte* menos significativo em primeiro lugar

2 FORMATO DAS TRAMAS

A transmissão de tramas com o formato a seguir descrito obedece aos seguintes requisitos:

— cada carácter é composto por 11 *bits*:

1 <i>start bit</i>	8 <i>bits</i> de dados	1 <i>bit</i> de paridade (par)	1 <i>stop bit</i>
--------------------	------------------------	--------------------------------	-------------------

— não são admissíveis intervalos entre caracteres de uma mesma trama;

— entre o último carácter de uma trama e o primeiro da trama seguinte terá que existir um intervalo de pelo menos 33 *bits*.

2.1 Tramas de comprimento fixo

Usadas para supervisão e controlo de fluxo:

<i>Start byte = 10h</i>
C (Controlo)
LSADDR
LDADDR
Dados do utilizador
<i>Checksum</i>
<i>Stop byte = 16h</i>

C - *Byte* de controlo

0	PRM=0	0	0	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
---	-------	---	---	----------------	----------------	----------------	----------------

Function Code

Function Code - Indica o tipo de mensagem a transmitir.

LSADDR - *Link source address*: endereço da estação que transmitiu esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).

LDADDR - *Link destination address*: endereço da estação a que se destina esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).


Dados do utilizador - Este campo de dois *bytes* pode incluir o código de protecção extra dos dados da mensagem - CRC16 - com o polinómio $x^{16}+x^{15}+x^2+1$ (inicialização a 0). No caso de ser utilizado, deverá ser conhecido de ambas as estações e deve incluir todos os cinco *bytes* anteriores (controlo e endereços). Caso o CRC16 não seja usado o conteúdo destes dois bytes não tem significado e é ignorado.

Checksum - Um *byte* com a soma dos *bytes* do utilizador (inclui *byte* de controlo, endereços e dados do utilizador).

2.2 Tramas de comprimento variável

Usadas para transporte de informação, supervisão remota e ACK de UR ocultas.

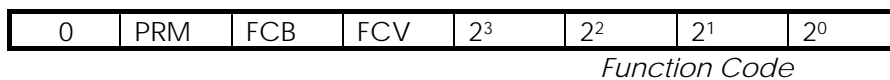
<i>Start byte = 68h</i>
L
L
<i>Start byte = 68h</i>
C (Controlo)
LSADDR
LDADDR
ASADDR
ADADDR
Dados do utilizador
...
<i>Checksum</i>
<i>Stop byte = 16h</i>

 - > Opcional

L - Comprimento da mensagem: deve ser igual ao número de *bytes* de Dados do utilizador + 9 (Controlo + endereços). Os dois *bytes* (L) são iguais (repetição).

O limite superior do número de Dados do utilizador é tal que, no máximo, a trama (desde o 1º *Start byte* até ao *Stop byte*) só poderá ter 255 *bytes*. Este comprimento máximo da trama é configurável no CC e na UR.

C - *Byte* de controlo - especifica o tipo de mensagem:



PRM - Indica origem da mensagem.

1 => Mensagem da estação primária (*master*)

Estação primária: aquela que toma a iniciativa de transmissão sem que para isso seja solicitada.

0 => Mensagem da estação secundária (*slave*)

Estação secundária: aquela que executa a transmissão de uma mensagem como resposta a um pedido.

Numa ligação balanceada ambas as estações podem ser temporariamente primárias ou secundárias.

FCB - *Frame count bit* (valor inicial = 1).

FCV - Indica validade do FCB:

0 => FCB inválido

1 => FCB válido

Function Code - Indica o tipo de mensagem a transmitir.

LSADDR - *Link source address*: endereço da estação que transmitiu esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).

LDADDR - *Link destination address*: endereço da estação a que se destina esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).

ASADDR - *Application source address*: endereço da estação cuja aplicação enviou esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).

ADADDR - *Application destination address*: endereço da estação a cuja aplicação é dirigida esta mensagem. Com dois *bytes* de comprimento (LSB primeiro).

Dados do utilizador - Inclui a informação que se pretende transmitir, a qual é descrita nas secções 5 e 6 deste documento.

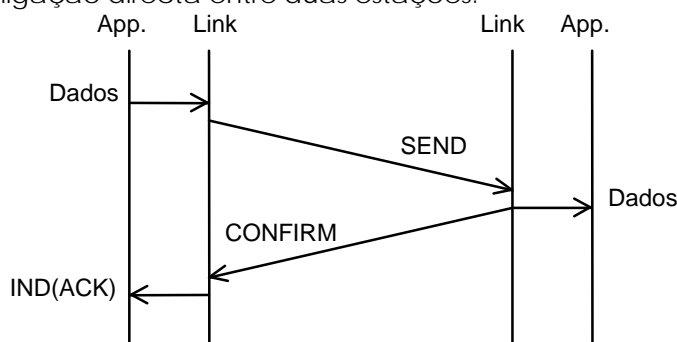
Checksum - Soma dos *bytes* do utilizador (inclui *byte* de controlo, endereços e dados do utilizador).

3 CONTROLO DE FLUXO

Qualquer mensagem enviada por uma estação (CC ou UR) deve ter como resposta uma mensagem de ACK de comprimento fixo. O *byte* de controlo é 00h. Esta mensagem sinalizará à estação emissora que recebeu e compreendeu a mensagem. As mensagens só serão aceites se o formato da mensagem estiver de acordo com o formato descrito na secção anterior.

Para mensagens que sejam numeradas, o número de sequência da mensagem (FCB) deverá ser complementar para mensagens consecutivas, sendo inicializado a 1 com a mensagem de *reset* de comunicações. Uma mensagem que seja recebida com o número de sequência igual ao da mensagem anterior deve ter como resposta um ACK, apesar de não vir a ser processada pela estação receptora.

A figura seguinte ilustra a ligação directa entre duas estações:



3.1 Ligação directa

3.1.1 Inicialização do Centro de Comando

Após o arranque do CC, este deverá inicializar as comunicações com todas as unidades remotas do sistema. A inicialização deve ser feita do seguinte modo:

Sentido	Mensagem	FCB
CC → UR	Mensagem de <i>Reset</i> Comunicações. Tem como função inicializar as comunicações neste sentido (inicializa a <i>flag</i> FCB do <i>byte</i> de controlo). Na mensagem seguinte FCB é forçado a 1	X
UR → CC	ACK	
CC → UR	Mensagem de inicialização (7Fh), a qual tem como função informar a UR que o CC arrancou, enviar um sincronismo e pedir o Controlo Geral Identificado	1
UR → CC	ACK	

A partir daqui, a UR deverá ficar inicializada. A sua resposta a uma inicialização deve ser a seguinte:

Sentido	Mensagem	FCB
UR → CC	Mensagem de <i>Reset</i> Comunicações. Tem como função inicializar as comunicações neste sentido (inicializa a <i>flag</i> FCB do <i>byte</i> de controlo). Na mensagem seguinte FCB é forçado a 1	X
CC → UR	ACK	

A partir deste instante a UR está pronta a enviar informação que possa ter armazenada, seguida da informação referente ao Pedido de Controlo Geral Identificado. O Controlo Geral Identificado resume-se ao envio do estado actual de todas as entidades definidas na UR, as quais são enviadas sem datação (*Time-tag*), e ao envio do evento de Fim de Controlo Geral Identificado, que é obrigatoriamente, o último evento gerado e enviado no Controlo Geral. No processo de inicialização da UR, a informação do objecto do evento de Fim de Controlo Geral (4Ah) deverá ser igual ao sincronismo da mensagem de inicialização (7Fh) que lhe deu origem.

3.1.2 Inicialização das Unidades Remotas

Após o arranque de qualquer UR, esta deverá inicializar espontaneamente as comunicações com o CC. A inicialização deve ser feita do seguinte modo:

Sentido	Mensagem	FCB
UR → CC	Mensagem de <i>Reset</i> Comunicações. Tem como função inicializar as comunicações neste sentido (inicializa a <i>flag</i> FCB do <i>byte</i> de controlo). Na mensagem seguinte FCB é forçado a 1	X
CC → UR	ACK	
UR → CC	Mensagem de <i>Power up</i> , que tem como função informar o CC que a UR arrancou	1
CC → UR	ACK	

A partir daqui, o CC fica informado de que a UR está operacional. A sua resposta à mensagem de *Power up* é igual a uma inicialização do CC, já descrita anteriormente.

3.1.3 Envio de dados da UR

Quando a UR necessitar de enviar dados, deverá fazê-lo da seguinte forma:

Sentido	Mensagem	FCB
UR → CC	Mensagem de dados	+1
CC → UR	ACK	

O valor do FCB deverá ser 1 ou 0, sendo obtido somando o FCB da mensagem imediatamente anterior (neste sentido) com 1. No caso da mensagem anterior ter sido um *reset* de comunicações, o FCB da primeira mensagem de dados será sempre 1.

3.1.4 Envio de dados do CC

O envio de dados por parte do CC é semelhante ao já descrito para as UR.

Sentido	Mensagem	FCB
CC → UR	Mensagem de dados	+1
UR → CC	ACK	

O valor do FCB deverá ser 1 ou 0, sendo obtido somando o FCB da mensagem imediatamente anterior (neste sentido) com 1. No caso da mensagem anterior ter sido um *reset* de comunicações o FCB da primeira mensagem de dados será sempre 1.

3.1.5 Falha de comunicações

No caso de uma estação emissora não ter recebido um ACK a uma mensagem enviada, esta deverá repetir a mensagem algum tempo depois (*Timeout Link*). O processo repete-se até o número de tentativas definido ter sido atingido. Ao ser atingido o número de tentativas (N), a estação emissora considera que existe uma quebra de comunicações e entra num mecanismo de *reset* de comunicações. Esta mensagem deverá ser retransmitida até que a respectiva confirmação da mensagem (ACK) seja recebida. O processo de retransmissões é semelhante ao já descrito, i.e., a seguir a cada envio segue-se um período de espera (*Timeout Link*) ao fim do qual se segue nova tentativa. Do lado da UR, o tempo de espera entre grupos de tentativas é alargado segundo a seguinte fórmula:

$$T_E = 2^n \times T_L$$

em que,

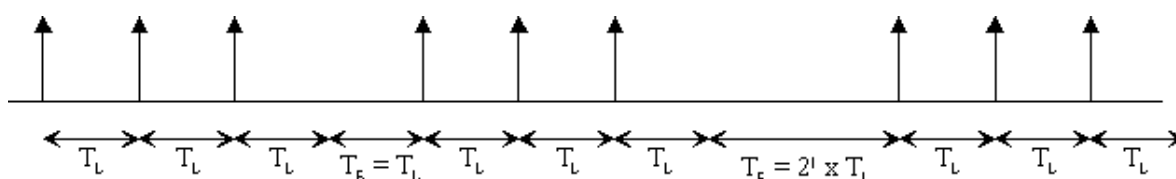
n - número de vezes que o grupo de mensagens foi repetido, começando pelo valor 0;

T_E - Tempo de Espera;

T_L - *Timeout Link*.

Este processo tem de respeitar o mecanismo de acesso ao meio.

Exemplo da aplicação dos tempos, quando há 3 tentativas:



Uma vez reposta a comunicação (recepção de um ACK), a estação emissora retoma a sequência normal de comunicação enviando a informação entretanto armazenada.

Os eventos que foram alvo de tentativa de transmissão antes do processo de *reset* de comunicações, após o estabelecimento do *link* de comunicações devem ser transmitidos concatenados com os novos eventos que entretanto tenham ocorrido.

3.1.6 Perda de Informação

Este problema coloca-se somente nas UR quando a quantidade de informação detectada é superior à sua capacidade de armazenamento. Esta situação poderá acontecer fundamentalmente por uma razão: a cadência de informação detectada é superior à sua capacidade de envio para o CC. Neste caso, quando a UR esgota a sua capacidade de armazenamento, o primeiro evento que não possa ser guardado gera uma sinalização de Perda de Informação. O CC ao receber esta informação, deverá pedir um Controlo Geral a fim de refrescar o estado de todas as entidades da UR.

Sentido	Mensagem	FCB
UR → CC	Mensagem de dados que inclui Perda de Informação (40h)	+1
CC → UR	ACK	
CC → UR	Dependendo do sistema: Mensagem de Pedido de Controlo Geral Identificado (49h) Ou Mensagem de Pedido de Controlo Geral (20h)	+1
UR → CC	ACK	

A partir daqui, a UR deverá responder ao Pedido de Controlo Geral, de acordo com o tipo de pedido (49h ou 20h).

Nota: *se o comprimento da trama permitir, o evento de Perda de Informação deve ser enviado concatenado com os outros eventos do "buffer".*

3.1.7 Inibição Efectiva da UR

Após a recepção de uma mensagem de Inibição Efectiva, a UR deve suspender o envio de mensagens de comprimento variável para o CC. Os eventos já existentes ou que tenham ocorrido após a inibição devem ser armazenados para que, após activação da UR (inicialização da UR por iniciativa do CC), sejam enviados para o CC.

Sentido	Mensagem	FCB
CC → UR	Mensagem Inibição Efectiva da UR (7Eh)	+1
UR → CC	ACK	

4 TIPOS DE MENSAGENS

O tipo da mensagem é indicado pelo campo *Function Code* (FC) do *byte* de controlo. O seu significado depende do facto de ser a estação primária ou secundária a enviar a mensagem o que é indicado pelo *bit* PRM do *byte* de controlo.

4.1 Estação Primária (PRM = 1)

FC	FCV	Direcção	Descrição	Tipo
0	0	CC<->UR	<i>Reset</i> Comunicações	<i>Send/Confirm</i>
3	1	CC<->UR	<i>User Data</i>	<i>Send/Confirm</i>
6	1	CC<->UR	<i>Link Data Message</i>	<i>Send/Confirm</i>


4.2 Estação Secundária (PRM = 0)

FC	Descrição	Tipo
0	ACK	Confirm

5 ESTRUTURA DE DADOS DO UTILIZADOR

Nas tramas de comprimento variável os dados de utilizador possuem o seguinte formato:

APCI
<i>Type Identification 1</i>
...
Nº Objectos
Causa de transmissão
Endereço Objecto 1
Informação Objecto 1
<i>Time-tag</i> Objecto 1
Endereço Objecto 2
Informação Objecto 2
<i>Time-tag</i> Objecto 2
<i>Type Identification 2</i>
....
Código de Protecção

 - Opcional

Diferentes objectos podem ser agrupados desde que possuam o mesmo *Type Identification* (T ID) e a mesma Causa de transmissão. Cada trama pode conter vários grupos de informação, agrupados por tipos e causas de transmissão, desde que, o *Function Code* seja o mesmo.

Os *Type Identification* podem ser repetidos na mesma trama.

Os campos indicados na figura como opcionais dependem do *Type Identification*. Na secção 6 deste documento são indicados, para cada tipo de informação, os campos que lhe estão associados.

APCI - Reservado. O seu valor deve ser C0h, indicando que cada trama é a primeira e a última da mensagem.

Type Identification - Indica o tipo dos objectos que se seguem.

Nº Objectos - Indica o número de objectos de informação do tipo definido.

Causa de transmissão - Indica o motivo pelo qual a informação é enviada. A causa de transmissão é comum a todos os objectos indicados, os quais serão especificados através do respectivo endereço lógico:

- 0 = Reserva;
- 1 = Espontânea por alteração de estado (está incluída a sinalização dupla no estado inválido);
- 2 = Espontânea por alteração do estado de validade de *hardware* das cartas electrónicas (associada apenas ao estado do *bit* de invalidade de *hardware* de cada objecto);
- 3 = Periódica (temporização definida na UR);
- 4 = Pedido (não usada);
- 5 = Controlo geral;
- 6 = Nível de alarme (para transmissão de medidas por nível de alarme definido na UR).

Endereço Objecto - Indica o endereço lógico de cada um dos objectos.

Informação Objecto - Informação útil que se pretende transmitir relativa ao objecto em causa. O formato desta informação é descrito na secção 6 deste documento.

Time-tag (Ttag) - Contém a datação do objecto. O valor é em ms e corresponde à soma do valor recebido na sincronização com o número de ms decorridos entre a sincronização e o momento do acontecimento.

b7	b0
b15	b8
b23	b16
b31	b24
b39	b32

Código de protecção - 2 bytes com código de protecção para dados do utilizador, deve incluir toda a informação desde o byte de controlo inclusive. Trata-se de um CRC16 com o polinómio $x^{16}+x^{15}+x^2+1$ (inicialização a 0).

5.1 Mensagens com Código de Função (FC) = 3

Type ID	Descrição	Sentido
20h	Pedido de Controlo Geral	CC->UR
30h	Comandos Digitais	CC->UR
31h	Comandos Analógicos	CC->UR
33h	Envio de Sinalizações Digitais c/ Ttag	UR->CC
34h	Envio de Contadores c/ Ttag	UR->CC
35h	Envio de Medidas c/ Ttag	UR->CC
36h	Envio de Sinalizações Digitais s/ Ttag	UR->CC
37h	Envio de Contadores s/ Ttag	UR->CC
38h	Envio de Medidas s/ Ttag	UR->CC
40h	Perda de Informação	UR->CC
48h	<i>Power up</i>	UR->CC
49h	Pedido de Controlo Geral Identificado	CC->UR
4Ah	Fim de Controlo Geral Identificado	UR->CC

5.2 Mensagens com Código de Função (FC) = 6

Type ID	Descrição	Direcção
00h	Sincronismo imediato	CC->UR
7Fh	Inicialização	CC->UR
7Eh	Inibição Efectiva da UR	CC->UR

6 CONTEÚDO DAS MENSAGENS

O conteúdo das mensagens a seguir descrito é referente aos dados do utilizador, os quais são opcionais. Nas mensagens com dados do utilizador, os campos *APCI* e *Type Identification*, não sendo opcionais, aparecem em todas as mensagens.

6.1 Com Código de Função (FC) = 0, *Reset* Comunicações

Esta mensagem não possui dados do utilizador, razão pela qual é composta por unicamente 15 bytes (17 se for usado CRC). O FCB não é válido nesta mensagem.

6.2 Com Código de Função (FC) = 3

T ID = 20h => Pedido de Controlo Geral

Utilização: só é usado pelo CC. Existe por razões de compatibilidade com sistemas que não possuem o Pedido de Controlo Geral Identificado (49h). É enviado a pedido do operador ou como resposta a uma mensagem de perda de informação recebida de uma UR. A resposta é um ACK seguido do envio de um Controlo Geral (não identificado) por parte da UR.

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto - Não usado

Time-tag Objecto - Não usado

T ID = 30h => Envio de Comandos Digitais

Utilização: só é usado pelo CC. Comandos de órgão. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de comandos digitais

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto

Endereço Lógico

Informação Objecto

Novo estado

b0 = 0 => Comando *OFF*

b0 = 1 => Comando *ON*

Time-tag Objecto - Não usado

T ID = 31h => Envio de Comandos Analógicos

Utilização: só é usado pelo CC. Comandos de *set-point*. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de comandos analógicos

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto

Endereço
Lógico

Informação do Objecto

Novo
Estado

Time-tag Objecto - Não usado

T ID = 33h => Envio Sinalizações Digitais c/ Ttag

Utilização: envio de digitais pela UR. É sempre esta a mensagem usada excepto na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de sinalizações digitais

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço Lógico

Informação Objecto

Estado

Estado - b0..b3 = 1 => *OV*

b7 = 1 => Entrada inválida

Time-tag Objecto - Sim

T ID = 34h => Envio de Contadores c/ Ttag

Utilização: envio de contadores pela UR. É sempre esta a mensagem usada excepto na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de contadores

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço Lógico

Informação Objecto

b7							b0
b15							b8
b23							b16
b31							b24
IV	CA	CY	Res	Res	Res	Res	Res

b0..b31 - Valor do Contador

IV = 1 => Contador inválido

CA = 1 => Contagem alterada desde a última leitura

CY = 1 => Ocorreu *overflow* desde a última leitura

Time-tag Objecto - Sim

T ID = 35h => Envio de Medidas c/ Ttag

Utilização: envio de medidas pela UR. É sempre esta a mensagem usada excepto na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de medidas

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço Lógico

Informação Objecto

b7							b0
S	b14						b8
IV	Res	Res	Res	Res	Res	Res	OV

b0..b14 - Valor da medida

S = 1 => Valor negativo

IV = 1 => Medida inválida

OV = 1 => *Overflow* da medida

Time-tag Objecto - Sim

T ID = 36h => Envio de Sinalizações Digitais s/ Ttag

Utilização: envio de digitais pela UR. Esta mensagem só é usada na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de sinalizações digitais

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço Lógico

Informação Objecto

Estado

Estado - b0..b3 = 1 => ON

b7 = 1 => Entrada inválida

Time-tag Objecto - Não usado

T ID = 37h => Envio de Contadores s/ Ttag

Utilização: envio de contadores pela UR. Esta mensagem só é usada na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de contadores

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço
Lógico

Informação Objecto

b7							b0	
b15							b8	
b23							b16	
b31							b24	
IV	CA	CY	Res	Res	Res	Res	Res	

b0..b31 - Valor do Contador

IV = 1 => Contador inválido

CA = 1 => Contagem alterada desde a última leitura

CY = 1 => Ocorreu *overflow* desde a última leitura

Time-tag Objecto - Não usado

T ID = 38h => Envio de Medidas s/ Ttag

Utilização: envio de medidas pela UR. Esta mensagem só é usada na inicialização e no controlo geral. A resposta é um ACK.

Nº Objectos - Nº de medidas

Causa de transmissão - Sim

Endereço Objecto

Endereço
Lógico

Informação Objecto

b7							b0	
S	b14						b8	
IV	Res	Res	Res	Res	Res	Res	OV	

b0..b14 - Valor da medida

S = 1 => Valor negativo

IV = 1 => Medida inválida

OV = 1 => *Overflow* da medida

Time-tag Objecto - Não usado

T ID = 40h => Perda de Informação

Utilização: usada pela UR. É enviada quando a UR teve de eliminar acontecimentos do *buffer* de informação a transmitir ao CC. Como resposta imediata, o CC deve enviar um ACK e depois pedir um CG.

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto - Não usado

Time-tag Objecto - Não usado

T ID = 48h => Power up

Utilização: enviada apenas pela UR, depois de um arranque. A resposta imediata é um ACK. Ver sequências de inicialização da UR.

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto - Não usado

Time-tag Objecto - Não usado

T ID = 49h => Pedido de Controlo Geral Identificado

Utilização: só é usado pelo CC. É enviado a pedido do operador ou como resposta a uma mensagem de perda de informação recebida de uma UR. A resposta é um ACK seguido do envio de um controlo geral identificado por parte da UR.

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto

b7	b0
b15	b8
b23	b16
b31	b24
b39	b32

b0..b39 - Tempo em ms (por razões de coerência, o CC envia o tempo da mesma forma que para a mensagem de sincronização). Esta mensagem não pode ser utilizada para efeitos de sincronismo porque a mensagem não é recalculada no *driver* do CC com o instante anterior à saída, não representando portanto uma referência temporal precisa. Esta mensagem só é aplicável para efeitos de reconhecimento do fim de Controlo Geral Identificado

Time-tag Objecto - Não usado

T ID = 4Ah => Fim de Controlo Geral Identificado

Utilização: este é o evento gerado na UR que sinaliza o fim do Controlo Geral Identificado (em termos práticos, é o último evento de um Controlo Geral Identificado)

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto

b7	b0
b15	b8
b23	b16
b31	b24
b39	b32

b0..b39 - Tempo em ms (este tempo deve ser igual ao do Pedido de Controlo Geral Identificado (49h) ou ao da mensagem de inicialização (7Fh), de acordo com a mensagem que lhe deu origem)

Time-tag Objecto - Não usado

6.3 Conteúdo das mensagens com Código de Função (FC)=6

T ID = 00h => Sincronismo Imediato

Utilização: usada pelo CC periodicamente. É respondida com um ACK.

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto

b7	b0
b15	b8
b23	b16
b31	b24
b39	b32

b0..b39 - Tempo em ms

Time-tag Objecto - Não usado

T ID = 7Fh => Inicialização

Utilização: usada pelo CC depois de um *Power up* ou de um pedido do operador. Inclui dados de sincronismo e é também interpretada pela UR como uma informação de *Power up* e um Pedido de Controlo Geral Identificado. Deve ser respondida imediatamente com um ACK seguindo-se depois as mensagens de inicialização da UR (ver processo de inicialização do CC e da UR).

Nº Objectos - Não usado

Causa de transmissão - Não usado

Endereço Objecto - Não usado

Informação Objecto

b7	b0
b15	b8
b23	b16
b31	b24
b39	b32

b0..b39 - Tempo em ms

Time-tag Objecto - Não usado

ANEXO A

GESTÃO DO ACESSO AO MEIO

Comunicação via rádio
(Half-duplex, com duas frequências: Tx e Rx)

A comunicação via rádio utiliza dois sinais: sinal *Squelch* (entrada) e sinal PTT (saída). O primeiro é controlado pelo rádio e informa a UR do estado do canal de comunicações (ocupado ou livre). O segundo deve ser controlado pela UR (ou pelo *modem* após o RTS da UR) e deverá provocar a emissão da portadora por parte do rádio.

Estes dois sinais deveriam ser suficientes para que num sistema multiponto não existissem colisões. No entanto, verifica-se que a actuação do sinal de PTT só se faz sentir nos sinais de *Squelch* das outras unidades algum tempo depois (o qual varia com o tipo de rádio, existência ou não de repetidores, ...). Este facto provoca a existência de colisões, especialmente quando o número de unidades é elevado. A existência de colisões, só por si, não é grave, mas tem o inconveniente esperado de tornar o sistema extremamente lento, podendo mesmo torná-lo totalmente inoperacional.

A UR deve possuir um mecanismo que, se não evita as colisões, pelo menos, funciona com elas. O objectivo deste algoritmo é possibilitar que, na ocorrência de colisões, o sistema distribua, no tempo, as mensagens a enviar, diminuindo assim a probabilidade de existirem colisões. Para cumprir este objectivo o algoritmo recorre a alguns artificios, seguidamente descritos.

- Cada mensagem tem um escalão de prioridade (*priority slot*) de acordo com o seu tipo e estação que a emite. Como escalão de prioridade, entende-se o tempo que decorre desde que uma estação, ao detectar canal livre, decide enviar uma mensagem até que, realmente, inicia a sua transmissão. Será boa política num sistema multiponto, atribuir a prioridade mais elevada do sistema a todas as mensagens do CC, seguidas das mensagens de *acknowledge* das Unidades Remotas e, por último, das mensagens de dados das Unidades Remotas.
- Com a admissível excepção do Centro de Comando, qualquer uma das outras estações é, à partida, tão boa como qualquer outra. Significa isto que não será necessário penalizar especificamente qualquer estação atribuindo-lhe *slots* prioritários inferiores. Aquando da emissão de mensagens de dados por parte das UR existe uma grande probabilidade de colisão de mensagens no caso de haver mais do que uma Unidade a tentar fazê-lo. A fim de diminuir essa probabilidade, estas mensagens além de esperarem pelo seu *slot* de prioridade esperam ainda um tempo que, dentro de certos limites, é aleatório. Deste modo, o algoritmo tenta que as UR que simultaneamente decidam transmitir mensagens de dados, o possam fazer, distribuindo-se ao longo de determinado tempo, minimizando deste modo a probabilidade de existirem colisões.
- Calcular e adaptar-se ao tráfego existente no canal, permitindo aumentar e diminuir o tamanho da janela da qual são extraídos os valores aleatórios referidos no parágrafo anterior. O valor base da janela, o qual é usado no caso de não ser detectado qualquer tráfego, é definido na configuração pelo parâmetro W_b (janela base para extracção de valores aleatórios). O valor máximo desta janela é igual a 16 vezes o valor mínimo. A janela é ajustada com periodicidade definida pelo parâmetro W_a . O canal é considerado ocupado durante o período W_a se, durante este tempo, qualquer dos sinais PTT ou SQU esteve activo. A ocorrência de dois períodos consecutivos com canal ocupado provoca o aumento para o dobro da janela actual, permitindo, deste modo, que eventuais mensagens se distribuam por um tempo maior. Pelo contrário, a ocorrência de dois períodos W_a consecutivos com canal não ocupado, provoca a redução da janela actual para metade.

Para que este algoritmo funcione, terão que se respeitar as seguintes regras:

1. Uma estação que transmita uma mensagem para outra estação não deverá enviar mais qualquer mensagem espontânea (excluem-se ACK) enquanto não receber o respectivo *acknowledge* ou enquanto não tiver passado o tempo correspondente ao *Timeout link*.
2. Uma estação só deve enviar mensagens com o canal desocupado e somente depois de ter decorrido o tempo correspondente ao seu *slot* de prioridade. A detecção de canal ocupado durante o período de espera pelo *slot* respectivo deve abortar o envio nesse momento e reiniciar o processo, aguardando-se de novo que o canal fique desocupado e que o respectivo *slot* seja atingido.
3. Existem dois tipos de mensagens: as prioritárias e as não prioritárias. As prioritárias são mensagens de *acknowledgement* de *link*, ACK de comprimento fixo. Estas são enviadas no *slot* de prioridade definido pelo parâmetro *PrioSlot2* (t_2). As mensagens não prioritárias, geradas espontaneamente por eventos, são transmitidas num *slot* encontrado somando o *PrioSlot1* a um número de *slots* obtido de forma aleatória (t_4).

Exemplo:



t_1 - instante em que o canal fica livre;

t_2 - mensagens prioritárias = $t_1 + \text{PrioSlot2} * T_0$;

t_4 - mensagens não prioritárias espontâneas = $t_1 + (\text{PrioSlot1} + \text{Rand}(\text{Wb})) * T_0$.

Nota: o instante t_3 não está representado na figura porque está associado a um outro parâmetro (*PrioSlot3*) relativo às unidades repetidoras, não utilizadas nesta versão.

Os parâmetros relacionados com a comunicação rádio são fundamentalmente os seguintes:

T_0 -> Intervalo de tempo entre a activação do PTT numa UR ou CC e a detecção de *Squelch* em todas as restantes. Este tempo define a duração de um *slot*. Os parâmetros W_a , PrioSlot1 e PrioSlot2 baseiam-se em unidades de tempo T_0 .

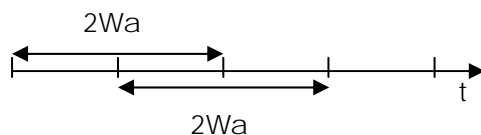
W_a -> Período de amostragem para verificação da ocupação do canal.

W_b -> Valor base da janela para cálculo aleatório de *slots* de transmissão. Este parâmetro deve ter valores de acordo com a tabela seguinte:

W_b	Valor Base da Janela	Janela máxima
1	2 (valores aleatórios entre 0 e 1)	32
3	4 (valores aleatórios entre 0 e 3)	64
7	8 (valores aleatórios entre 0 e 7)	128
15	16 (valores aleatórios entre 0 e 15)	256

O valor definido pelo W_b é o tamanho base da janela de onde são extraídos os valores aleatórios para atribuição dos *slots* de transmissão de mensagens não prioritárias. Esta janela é ajustada em tempo real de acordo com a ocupação do canal verificada nos períodos W_a . Se, por exemplo, $W_b = 7$, significa que na situação de canal sem ocupação, os valores aleatórios possíveis são 8 (0 a 7). Com a ocupação do canal, a janela base vai sendo multiplicada por 2 de modo a duplicar o número de valores possíveis. Neste exemplo, se houver ocupação do canal, o número máximo de valores da janela é de 128, da qual será extraído um número aleatório.

Nota: no exemplo da figura seguinte, em que existem três períodos consecutivos de W_a com actividade no canal, o intervalo da janela é ajustado duas vezes.



Este algoritmo de gestão de colisões, se for utilizado, baseia-se na detecção de ocupação do canal através do sinal de *Squelch* ou de DCD, conforme configuração específica.

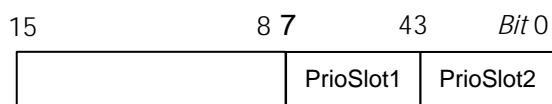
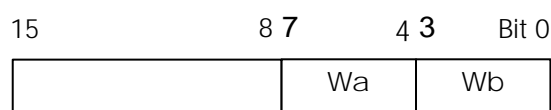
Deve existir uma temporização de protecção de *Squelch* ou de DCD, para que sempre que o sinal de *Squelch* ou de DCD esteja constantemente activo durante um período de tempo superior a essa temporização, a UR transmita os dados, ignorando o sinal de *Squelch* ou de DCD e o algoritmo de gestão de acesso ao meio.

No entanto, as mensagens de comprimento fixo (ACK) não podem ser transmitidas por *Timeout* de SQ ou de DCD. Se existir um ACK para transmitir e o canal estiver ocupado, no fim da temporização de protecção de *Squelch* ou de DCD, o ACK deve ser simplesmente eliminado.

Qualquer transmissão de mensagens de comprimento variável ou qualquer eliminação de ACK por *Timeout* de SQ ou de DCD deve provocar a activação de uma sinalização digital interna (novo evento), com endereço lógico configurável, de forma a indicar ao CC que, quando a UR necessitou de transmitir, o canal esteve permanentemente ocupado. Esta sinalização deve ser desactivada (gerando novo evento) quando a UR enviar novamente uma mensagem, de qualquer tipo, sem transmissão por *Timeout* de SQ ou de DCD.

Deve ser possível seleccionar se a gestão do acesso ao meio é efectuada com base no sinal de SQ ou no sinal de DCD.

As variáveis W_a , W_b , PrioSlot1 e PrioSlot2, relativamente ao Centro de Comando, são transmitidas como comandos analógicos e recebidas como medidas, sendo concatenadas da seguinte forma:



Do valor da medida só é usado o *byte* menos significativo.

ANEXO B

CONSIDERAÇÕES GERAIS

B1. Tempo de espera para concatenação de eventos na mesma mensagem

Quando ocorre um evento (sinalização ou medida), a UR deve reportá-lo para o CC. No entanto, antes de o fazer, a UR deve esperar uma temporização durante a qual verifica e regista todos os eventos que ocorrem para que a mensagem a enviar seja obtida através da concatenação desses mesmos eventos. Desta forma, aumenta-se a eficiência do protocolo.

B2. Descrição da teleparametrização das variáveis de comunicação

A teleparametrização das variáveis de comunicação deve ser efectuada da seguinte forma:

- os parâmetros são enviados para a UR através de telecomandos analógicos e são reportados para o CC como medidas;
- do ponto de vista funcional, só após a validação dos parâmetros através do envio do telecomando digital destinado para este efeito (endereço lógico configurável) é que os novos parâmetros são efectivamente utilizados. Se não for enviado o telecomando específico para esta validação, os parâmetros não terão efeito. No caso de não se alterar qualquer parâmetro e se executar a validação, os parâmetros anteriores devem ser mantidos.

As variáveis em causa são as seguintes: T0, TL, Prioslot1, Prioslot2, Wa e Wb.

B3. *Reset* da UR

Deverá existir um telecomando digital (endereço lógico configurável), cuja função exclusiva é efectuar um *Reset* à UR.

B4. Endereços lógicos

Não é obrigatório que os endereços lógicos se iniciem em 0 (zero). No entanto, se a definição da entidade for efectuada com base no teste de endereço lógico = 0 (zero), deve-se garantir que a informação prestada ao operador pelo *software* de parametrização da UR não induz em erro, ou seja, o Endereço Lógico 0 (zero) não deve ser visualizado e deverá existir uma indicação clara de entidade (sinalização, comando ou medida) não definida na BD.

ANEXO C
 TABELA DE VARIÁVEIS

Descrição	Gama		Unidades	Parametrizável		Observações
	Valor (decimal)	Bits		CC	UR	
Endereço da UR	0 a 65535	16	----	----	X	
Endereço do CC	0 a 65535	16	----	----	X	
Nº de tentativas (N)	1 a 255	8	----	----	X	
Tamanho máximo das mensagens	64 a 255	8	Bytes	----	X	Deve ser configurado, no máximo, com 230 bytes
Tempo de espera para concatenação de mensagens	0 a 255	8	0,1 s	----	X	Esta opção deve permitir ser desactivada (a concatenação não é executada). Por ex., se 0
T _E - Tempo de Espera	0 a 65535	16	0,1 s	----	----	Calculado na UR em função da fórmula respectiva. Quando o valor máximo é atingido, mantém-se até se obter comunicação
Temporização de protecção de <i>Squelch</i> ou de DCD	1 a 254	8	0,1 s	----	X	Esta opção deve permitir ser desactivada (temporização infinita)
PrioSlot1	0 a 15	4	----	X	X	Estes valores devem poder ser configuráveis de forma independente
PrioSlot2	0 a 15	4	----	X	X	
W _a	0 a 15	4	Unidades de T ₀	X	X	
W _b	0 a 15	4	----	X	X	Os valores configuráveis devem ser apenas 1, 3, 7 e 15
T ₀ - Duração do slot	0 a 255	8	0,1 s	X	X	
TL - <i>Timeout Link</i>	0 a 65535	16	0,1 s	X	X	

Nota: as variáveis relativas aos automatismos são descritas nos seus documentos específicos

Adicionalmente, deverá ser possível proceder às seguintes parametrizações:

- escolha de *Squelch* activo no estado alto ou baixo;
- activar e desactivar a utilização do CRC16;
- outras necessárias e/ou relevantes.