 Direzione Rete Unità Regole e Sistemi	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev. 02
		Pagina: 1 di 24

[C02]

UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI
PROFILO DEL PROTOCOLLO IEC 870-5-104

Storia delle revisioni			
Rev.	Descrizione della revisione	Autore	Data
00	Prima emissione	Giannuzzi	18-01-2001
01	Seconda emissione	Giannuzzi-Agnetta	02-12-2002
02	Modifiche al capitolo 13 ed alle tabelle relative	Giannuzzi-Agnetta	10-09-2003

Rev. 02	10-09-2003	G.GIANNUZZI V.AGNETTA		M. SFORNA	M. SFORNA
	Data	Redatto	Collaborazioni	Verificato	Approvato
Filename: DRRPX02039_p104			Sostituisce: IN.S.P.X00104		

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 2 di 24

INDICE

1. SCOPO.....	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3. CAMPO DI APPLICAZIONE.....	4
4. GLOSSARIO	4
5. ARCHITETTURA SUPPORTATA	4
6. IMPLEMENTAZIONE DEL PROTOCOLLO	5
7. INDIRIZZAMENTO	8
8. SELEZIONE STANDARD ASDU.....	10
9. MESSAGGI MULTICAST	13
10. MESSAGGI DI ARMAMENTO	14
11. PROVA PERIODICA.....	15
12. SINCRONIZZAZIONE.....	16
13. STRUTTURA INDIRIZZAMENTI UPDC	18

Figure

Figura 1 - Inserimento della UPDC nel Sistema di Distacco Carichi	5
Figura 2 - Struttura del protocollo	5
Figura 3 - Formato del telegramma.....	6
Figura 4 - Struttura indirizzi	9
Figura 5 - Indirizzi segnali	9
Figura 6 - Sequenza di sincronizzazione	18

 Direzione Rete Unità Regole e Sistemi	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 3 di 24

Tabelle

TABELLA 1 - PARAMETRI [IEC104]	6
TABELLA 2 - ACQUISIZIONE	7
TABELLA 3 – COMANDI	7
TABELLA 4 - INFORMAZIONI DI SISTEMA	8
TABELLA 5 – ADDRESS ELEMENTS	8
TABELLA 6 – CODICI DATA TYPE	10
TABELLA 7 – STATO RTU	10
TABELLA 8 – COMANDI	21
TABELLA 9 – SEGNALI	22
TABELLA 10 – MISURE	23
TABELLA 11 – CARICHI INTERROMPIBILI IN TEMPO REALE: SEGNALI MULTICAST	23
TABELLA 12 – STRUTTURA IOA	24

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 4 di 24

1. SCOPO

Il protocollo IEC 870-5-104 rappresenta una evoluzione del precedente protocollo IEC 870-5-101 ed è basato sulla diffusissima tecnologia TCP/IP.

Scopo del presente documento è specificare le modalità implementative strettamente connesse al telecontrollo delle Unità Periferiche Distacco Carichi (UPDC), utilizzate dai sistemi appartenenti al Piano di Difesa del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN).

Nel seguito saranno evidenziate quelle caratteristiche dell'implementazione che si presentano come personalizzazioni, limitazioni od estensioni rispetto alle varie possibilità prospettate dal protocollo IEC 870-5-104.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

IEC 60870-5-104 – Dic. 2000 (nel seguito indicato con [IEC104])

IEC 60870-5-101 – Set. 1997

3. CAMPO DI APPLICAZIONE

Le prescrizioni contenute nel presente documento si applicano al Sistema Distacco Carichi del GRTN con particolare riferimento alle Unità Periferiche Distacco Carichi (UPDC).

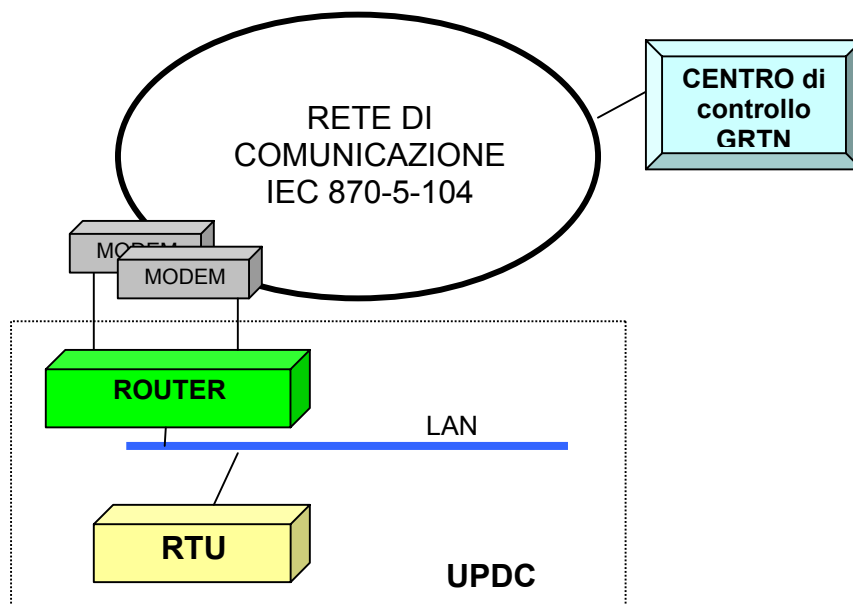
4. GLOSSARIO

- APCI: Application Protocol Control Information.
- APDU: Application Protocol Data Unit.
- ASDU: Application Service Data Unit.
- IGMP: Internet Group Management Protocol (RFC 1112).
- IOA: Information Object Address.
- IP: Internet Protocol (RFC 791).
- TCP: Transmission Control Protocol (RFC 793).
- UDP: User Datagram Protocol (RFC 768).

5. ARCHITETTURA SUPPORTATA

Il sistema in cui verrà inserita l'UPDC è schematicamente rappresentato in Figura 1. Un server remoto, localizzato in un Centro di Controllo del GRTN, gestisce la comunicazione con le UPDC, interfacciate alla rete IP tramite router e modem.

Figura 1 - Inserimento della UPDC nel Sistema di Distacco Carichi



6. IMPLEMENTAZIONE DEL PROTOCOLLO

In Figura 2 è riportata la selezione dei protocolli utilizzati nella UPDC, facendo riferimento agli standard IEC ed IETF.

Figura 2 - Struttura del protocollo

Selezione delle funzioni applicative in accordo a IEC 870-5-5 e IEC 870-5-101		Inizializzazione	User process
Selezione ASDU da IEC 870-5-101 e IEC 870-5-104			Application (layer 7)
Application Protocol Control Information (APCI)			
Transmission Control Protocol (TCP) RFC 793	User Datagram Protocol (UDP) RFC 768		Transport (layer 4)
Internet Protocol (IP) RFC 791		IGMP RFC 1112	Network (layer 3)
- livelli sottostanti: 2 (data link) ed 1 (physical) -			

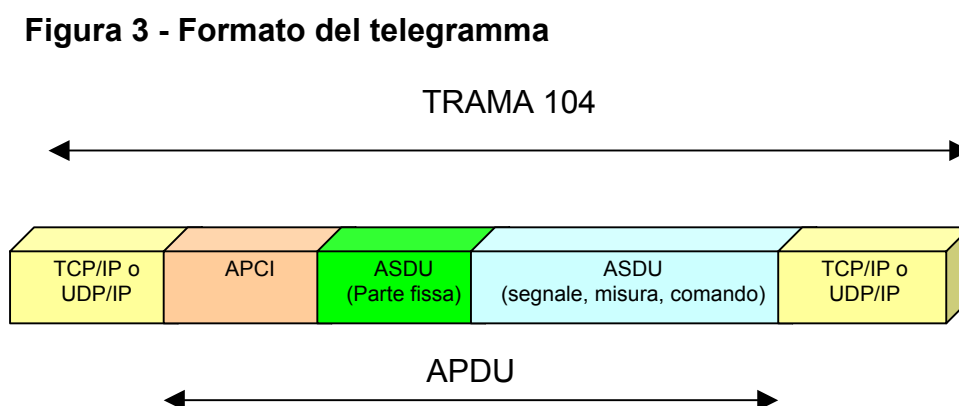
Composizione della trama 104

Un generico telegramma è composto dai seguenti segmenti:

- ASDU (5 bytes di parte fissa + le informazioni relative al segnale / comando / misura trasmessi).
- APCI (6 bytes di controllo).
- TCP/IP o UDP/IP (informazioni di trasporto: mittente, destinatario, ecc.).

Con APDU si intende la somma di ASDU ed APCI, di lunghezza massima 255 bytes.

La Figura 3 rappresenta in forma sintetica la struttura del telegramma:



Procedura di comunicazione

Il centro di controllo remoto del GRTN comunicherà con l'UPDC (via TCP/IP) utilizzando la procedura STOPDT/STARTDT, come riportato in [IEC104] par. 5.3.

Per dettagli quali: la modalità di test, il controllo di flusso, i provvedimenti al fine di evitare la perdita e la duplicazione di messaggi, si faccia riferimento a [IEC104] par. 5.

In base alla rete comunicazione, verranno selezionati i seguenti parametri:

Tabella 1 - Parametri [IEC104]

PARAMETRI	COMMENTI	DEFAULT
Massima lunghezza ASDU	Length of the ASDU part of a message	249 byte
T₀	Timeout of connection establishment.	30 s
T₁	Timeout of send or test APDUs.	15 s
T₂	Timeout for acknowledge in case of no data messages (t₂ < t₁)	10 s
T₃	Timeout for sending test messages (S-frame) in case of a long idle state (t₃ > t₁)	30 s
k	Maximum difference receive sequence number to send state variable	12
w	Latest acknowledge after receiving w data messages (I-frame)	8

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 7 di 24

Limitatamente ai messaggi "multicast" (via UDP/IP), per la parte di controllo APCI (6 bytes) valgono le seguenti restrizioni:

- Le trame di informazione (tipo "I") utilizzano solo il contatore di sequenza di invio (SSN) che viene incrementato dal mittente ad ogni nuovo messaggio, sia reale che di prova. Il contatore di sequenza di ricezione (RSN) non viene utilizzato.
- Le trame di supervisione (tipo "S") non sono utilizzate.
- Le trame di controllo (tipo "U") STARTDT e STOPDT non sono utilizzate, né in direzione "act" né in direzione "con", mentre le trame TESTFR sono utilizzate periodicamente dal mittente (ad es. ogni 30 sec.), solo nella direzione "act" e senza attesa di conferma nella direzione "con", nei periodi in cui non viene inviata alcuna trama di informazione (tipo "I").

Interoperabilità ([IEC104] par.9)

Il documento IEC 870-5-104 è basato sullo standard IEC 870-5-101. Ne conserva l'impostazione generale, ma da esso si distingue per:

- Livello fisico (physical layer – [IEC104] par. 9.3)
- Livello link (link layer – [IEC104] par. 9.4)
- Livello applicativo (application layer – [IEC104] par. 9.5)

a questi si aggiunge il livello rete (network configuration – [IEC104] par. 9.2).

In realtà, le opzioni previste per il livello fisico ed il livello di rete risultano non applicabili, in quanto messe già a disposizione in TCP/IP o UDP/IP.

Con riferimento a [IEC104] par. 9.5 "Selection of standard ASDUs", in Tabella 2, Tabella 3 e Tabella 4, sono elencate le tipologie di funzioni prescelte.

Tabella 2 - Acquisizione

TYPE IDENTIFICATION	SYMBOL	DESCRIZIONE
1	M_SP_NA_1	Segnale singolo
30	M_SP_TB_1	Segnale singolo con time tag
3	M_DP_NA_1	Segnale doppio
9	M_ME_NA_1	Misura (normalizzata)

Tabella 3 – Comandi

TYPE IDENTIFICATION	SYMBOL	DESCRIZIONE
45	C_SC_NA_1	Comando singolo
46	C_DC_NA_1	Comando doppio
51	C_BO_NA_1	Bitstring

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 8 di 24

Tabella 4 - Informazioni di sistema

TYPE IDENTIFICATION	SYMBOL	DESCRIZIONE
70	M_EI_NA_1	End of initialization
100	C_IC_NA_1	Interrogazione
103	C_CS_NA_1	Sincronizzazione
105	C_RP_NA_1	Reset

7. INDIRIZZAMENTO

Sempre con riferimento a [IEC104] 9.5, in Tabella 5 si riportano i formati scelti tra le opzioni dello standard.

Tabella 5 – Address Elements

PARAMETRO	LUNGHEZZA
Common address ASDU	2 ottetti
Information object address	3 ottetti
Cause of transmission	2 ottetti (il campo “with originator address viene posto a 0)

Vincoli su *Common Address* (Indirizzo di impianto)

- ❑ Il valore “0” non è permesso
- ❑ Il valore massimo (65535) è riservato per chiamate broadcast e non è dunque disponibile.

Vincoli su *Cause of Transmission*

Questi vincoli saranno esplicitati nel presente documento nel par. “STANDARD ASDU”.

Vincoli su *Information Object Address*

Il numero totale degli oggetti indirizzati non deve superare “65535” per impianto. Gli indirizzi devono essere univoci per stazione (identificata tramite common address).

Struttura degli indirizzi

La struttura degli indirizzi, non esplicitamente vincolata dal protocollo, deve inevitabilmente seguire l'impostazione data nel profilo implementato in [IEC104].

Innanzitutto si distinguono due diverse presentazioni:

- ❑ Presentazione generale indirizzi (con esclusione dei segnali) - Figura 3

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 9 di 24

- Presentazione indirizzi segnali - Figura 4

Figura 4 - Struttura indirizzi

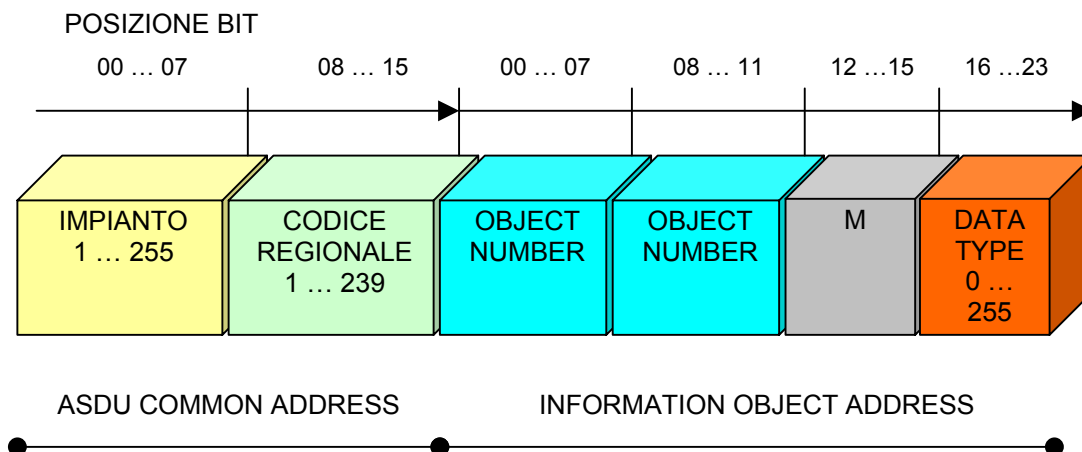
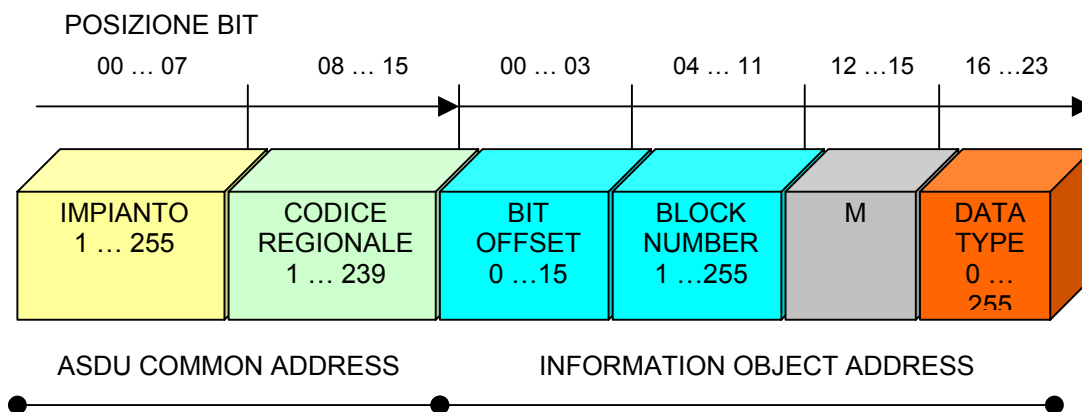


Figura 5 - Indirizzi segnali



Osservazioni alle figure 3 e 4

- Rispetto al server remoto di un centro, o ad un concentratore che raggruppa più RTU, la combinazione di common address ed information object address deve essere univoca.
- Il "CODICE REGIONALE" identifica la regione italiana ove è installata l'UPDC e deve essere univoco (con l'ulteriore restrizione di non usare né "0", né "240").
- Tutti gli oggetti che afferiscono all'UPDC sono identificati da un "object number" diverso da "0".

Si elencano di seguito i codici (bit significativi) relativi agli ASDU prescelti; la scelta del codice è dettata dall'esigenza di compatibilità con l'attuale protocollo del GRTN.

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 10 di 24

I codici non riportati devono essere liberamente assegnabili in una futura evoluzione del profilo.

Tabella 6 – Codici Data Type

Codice	Data type	ASDU
0	Segnale (singolo o doppio)	M_SP_xx, M_DP_xx
2	Misura	M_ME_NA_1
7	Comandi	C_SC_NA_1, C_DC_NA_1
14	Bitstring	C_BO_NA_1
196	Stato RTU	M_SP_NA_1

Tabella 7 – Stato RTU

OBJECT NUMBER	ASDU	DESCRIZIONE
16	M_SP_NA_1	Avaria segnali
17	M_SP_NA_1	Avaria misure
20	M_SP_NA_1	Avaria comandi
25	M_SP_NA_1	RTU Sincronizzata via GPS ¹
26	M_SP_NA_1	Avaria GPS ¹
23	M_SP_NA_1	Anomalia RTU
Altri		A cura del Costruttore della RTU

Osservazioni alla Tabella 7

Nella tabella 7 sono riportate le informazioni minime di diagnostica che la RTU deve poter inviare ai centri remoti.

Vincolante è l'object number associato a ciascun evento.

La segnalazione di "anomalia RTU" sarà generata come OR logico di una qualsiasi anomalia di apparato.

Nel caso in cui l'object number differisca da quanto prescritto nella presente specifica, deve essere fornita al GRTN una tabella completa delle informazioni di diagnostica dell'apparato corredata dai relativi object number.

8. SELEZIONE STANDARD ASDU

La selezione di seguito riportata rappresenta l'insieme minimo delle funzioni ASDU messe a disposizione dall'UPDC.

¹ O altra fonte primaria di sincronizzazione.

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 11 di 24

Segnali singoli (M_SP_NA_1 - TI 1) e segnali singoli con time-tag (M_SP_TB_1 - TI 30)

Presentazione:

0	OFF
1	ON

Codice di qualità: IV (non valido).

Causa di trasmissione: - 2 (scansione di sottofondo).

- 3 (spontanea).
- 11 (Risposta a comando remoto).
- 20 (Interrogazione generale).

Segnali doppi (M_DP_NA_1 - TI 3)

Presentazione:

0	Posizione non congruente
1	OFF
2	ON
3	Posizione non congruente

Codice di qualità: IV (non valido).

Causa di trasmissione: - 2 (scansione di sottofondo).

- 3 (spontanea).
- 11 (Risposta a comando remoto).
- 20 (Interrogazione generale).

Misure (M_ME_NA_1 - TI 9)

Presentazione: il valore assoluto 32767 corrisponde al 100% valore di setting sulla RTU.

Codice di qualità: IV (non valido).

OV (overflow).

Causa di trasmissione: - 1 (periodica / ciclica).

- 20 (Interrogazione generale).

Comando singolo (C_SC_NA_1 - TI 45)

Presentazione:

0	OFF
1	ON

Codice di qualità: S / E (select execute).

QU (nessuna informazione).

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 12 di 24

- 7 (Conferma attivazione).
- 10 (Termine dell'attivazione).

Comandi doppi (C_DC_NA_1 - TI 46)

Presentazione:

0	Posizione non congruente
1	OFF
2	ON
3	Posizione non congruente

Codice di qualità: S / E (select execute).

QU (nessuna informazione).

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).

Stringhe di 32 bit (C_BO_NA_1 - TI 51)

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).
- 8 (Disattivato).
- 9 (Conferma di disattivazione).
- 10 (Termine dell'attivazione).

End inialization (M_EI_NA_1 - TI 70)

Provoca automaticamente una Interrogazione generale .

Causa di trasmissione: - COT (Inialized).

Interrogation Command (C_IC_NA_1 - TI 100)

Presentazione: codice per interrogazione .

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).
- 10 (Termine dell'attivazione).

Synchronization Command (C_CS_NA_1 - TI 103)

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).

Reset PROCESS Command (C_RP_NA_1 - TI 105)

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 13 di 24

Presentazione: codice per reset (QRP).

Codice di qualità: QRP - 1(Reset generale).

- 128 Ferma l'acquisizione dal campo.
- 129 Mette l'RTU fuori servizio.
- 130 Mette l'RTU in servizio.

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).

9. MESSAGGI MULTICAST

Per permettere l'attuazione dei distacchi di carico in tempi inferiori a 200 ms e contemporaneamente su un insieme di UPDC distribuiti geograficamente, è necessario scegliere, per alcune tipologie di messaggi, un protocollo di trasporto senza controllo di flusso (UDP) ed utilizzare meccanismi di trasmissione di tipo "multicast" (cioè: un solo mittente e molti destinatari).

La formattazione logica di questi messaggi rimane comunque inalterata, secondo quanto definito nel par.8:

Segnali singoli (M_SP_NA_1 - TI 1)

Presentazione:

1	ON
---	----

Causa di trasmissione: - 2 (scansione di sottofondo).
- 3 (spontanea).

A differenza del normale flusso Centro-UPDC, questi messaggi sono invece generati da particolari apparati periferici, inseriti nella rete del GRTN (di seguito denominati **Listener**), specializzati nella rivelazione di alcuni eventi considerati "critici" per la sicurezza della rete elettrica (ad es. scatto di una protezione di un componente del sistema elettrico).

Questi Listener inviano i messaggi "multicast" ad un indirizzo di riferimento comune chiamato "Group Address" (ad es. 224.0.224.1) e, a causa della mancanza del controllo di flusso, li ritrasmettono più volte (ad es. 3 volte con periodicità 30 ms.) in modo da prevenire eventuali perdite dei messaggi stessi. Il primo invio avrà causale 3 (spontanea) le successive ritrasmissioni avranno causale 2 (scansione di sottofondo).

E' necessario quindi che ogni UPDC, oltre al canale logico (socket) dedicato al colloquio con il centro (via TCP/IP alla porta 2404), apra un altro canale logico (socket) dedicato alla ricezione di tutti i messaggi "multicast" (via UDP/IP alla porta 2405).

Durante la fase di apertura di quest'ultimo canale logico, deve essere inoltre effettuata una registrazione, secondo il protocollo "IGMP", indicando l'interesse alla ricezione dei messaggi recanti il "Group Address" suddetto.

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 14 di 24

Questo meccanismo di registrazione, che è gestito dagli apparati di comunicazione (router), fa parte dell'architettura di inoltro dei messaggi "multicast" e non deve essere confuso con quello di armamento che sarà descritto nel paragrafo 10.

10. MESSAGGI DI ARMAMENTO

Data la notevole complessità della rete elettrica controllata dal GRTN, gli eventi considerati critici possono variare continuamente.

Per permettere agli apparati UPDC l'attuazione selettiva dei distacchi di carico, è prevista una procedura di "armamento", gestita dal Centro di Controllo del GRTN, basata sull'identificazione univoca di ogni evento critico temuto, attraverso "IP Address" e "Common Address", dell'apparato mittente, e "Object Address" assegnato all'evento stesso.

Stringhe di 32 bit (C_BO_NA_1 - TI 51) con SQ=1 e n.3 elementi

Presentazione:

Listener IP Address:	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
Listener Common Address:	Byte 1	Byte 2	Non usato	Non usato
Information Object Address (dell'evento critico temuto):	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Non usato

Causa di trasmissione: - PN (ACK / NACK).

- 6 (Attivato).
- 7 (Conferma attivazione).
- 8 (Disattivato).
- 9 (Conferma di disattivazione).
- 10 (Termine dell'attivazione).

Il messaggio di armamento avrà causale 6 (attivato) e quello di disarmamento 8 (disattivato). A questi messaggi l'UPDC risponderà con le relative conferme: 7 (conferma attivazione) e 9 (conferma di disattivazione).

E' previsto anche il disarmamento automatico, con causale 10 (termine dell'attivazione), nei seguenti casi:

- dopo l'effettiva attuazione del comando di distacco;
- trascorso un timeout predefinito (ad es. 20 min.);
- in caso di mancata ricezione, per tre volte consecutive, del messaggio di controllo TESTFR inviato dal Listener.

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 15 di 24

Nella UPDC deve essere dunque prevista la gestione di uno o più comandi di "armamento" per ciascun carico controllato, formando così una matrice dinamica² evento/distacco dimensionata per armare almeno 50 eventi per ogni carico:

	IP1, CA1, IOA1	IP2, CA2, IOA2	...	IPn, CAn, IOAn
Carico 1	armato (10 min.)	disattivo	...	armato (2 min.)
Carico 2	disattivo	armato (15 min.)	...	armato (20 min.)
...
Carico n	disattivo	armato (12 min.)	...	disattivo

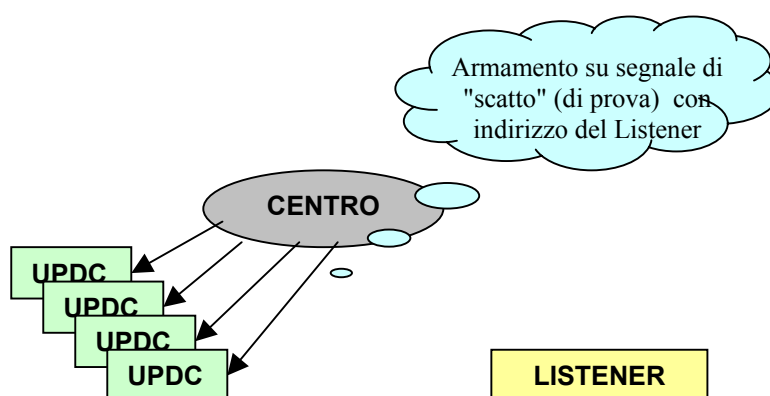
11. PROVA PERIODICA

L'efficacia dell'intervento di distacco si basa sul corretto funzionamento di tutti gli apparati coinvolti e sulla rapidità di attuazione del comando.

A questo scopo è prevista una procedura periodica di verifica dei tempi di risposta che inneschi gli stessi meccanismi che saranno poi utilizzati nei casi reali di distacco automatico.

La procedura è attivata dal Centro di Controllo del GRTN e si articola nei seguenti passi:

- 1) Il Centro invia il comando di armamento a tutte le UPDC coinvolte nella prova, con l'indicazione del Listener designato e l'identificativo del segnale di "scatto" (di prova) relativo; in altre parole, il Centro avvisa un certo numero di UPDC che potrebbe transitare sulla rete dati un segnale singolo (identificato da un determinato Object Address) proveniente da un Listener (identificato da un determinato IP e Common Address) che dovrà scatenare nelle UPDC l'emissione di un comando di prova.

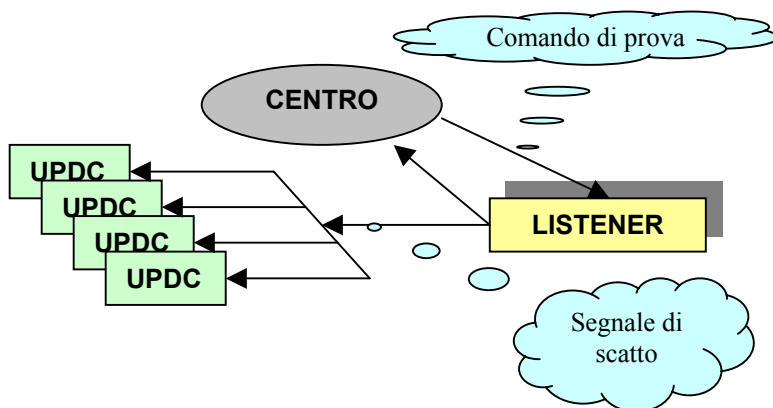


- 2) Il Centro invia il comando di prova al suddetto Listener, in modo da innescare (via hardware) il segnale previsto.

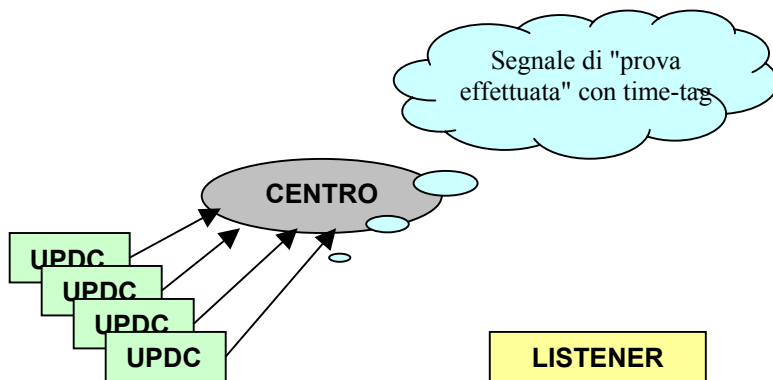
² fra parentesi viene indicato il tempo mancante al disarmamento automatico.

 Gestore Rete Trasmissione Nazionale Direzione Rete Unità Regole e Sistemi	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 16 di 24

- 3) Il Listener di conseguenza esegue la prova chiudendo un relè posto a morsettiera e generando nella rete dati un segnale di scatto di prova con la modalità "multicast" senza "time-tag".



- 4) Il Listener invia lo stesso segnale di scatto di prova al Centro, ma con il "time-tag" riferito alla variazione di stato del segnale hardware.
- 5) Ogni UPDC armata esegue il comando di prova automatico chiudendo un relè posto a morsettiera, in modo da innescare il segnale di "prova effettuata" che deve essere inviato al Centro insieme al "time-tag" relativo.



- 6) Trascorso un tempo di attesa predefinito, il Centro calcola i tempi di risposta (in ms.) effettuando la differenza fra il "time-tag" contenuto nel segnale di "scatto" (di prova), inviato dal Listener designato, ed il "time-tag" contenuto nei segnali di "prova effettuata", inviati dalle UPDC armate.
- 7) La procedura riprende dal primo punto, designando un altro Listener, fino al loro esaurimento.

12. SINCRONIZZAZIONE

Per ottenere la dovuta precisione nelle misure di tempo, è necessario che tutte le UPDC siano sincronizzate. A tal fine sono previste due fonti di riferimento temporale:

 Direzione Rete Unità Regole e Sistemi	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 17 di 24

- Una fonte primaria, ad alta precisione (ad es. GPS), collegata via hardware con ogni apparato.
- Una fonte secondaria, a precisione più bassa, collegata sfruttando lo stesso protocollo utilizzato per lo scambio dati.

Per verificare il corretto funzionamento della fonte primaria o, in caso di mancanza momentanea di quest'ultima, per fornire il riferimento temporale della fonte secondaria, è prevista una procedura automatica di sincronizzazione con il sistema centrale.

La procedura utilizza, come previsto dallo standard, il messaggio C_CS_NA_1 con causale 6 (attivato) e relativa conferma 7 (conferma attivazione).

A differenza dello standard deve però essere effettuata una doppia sequenza di sincronizzazione in modo da fornire, sia al sistema centrale che all'UPDC in esame, le informazioni necessarie per calcolare il ritardo di trasmissione e l'errore di tempo.

Specificatamente, e con riferimento alla Figura 6, è possibile evidenziare le seguenti operazioni:

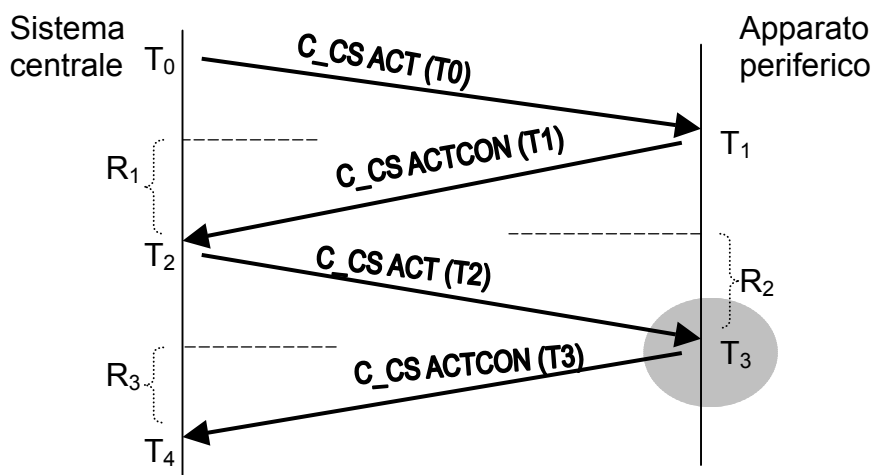
- 0) Il Centro memorizza il tempo T_0 ed invia il primo messaggio di sincronizzazione, recante il tempo T_0 stesso.
- 1) L'UPDC riceve il primo messaggio di sincronizzazione, memorizza il tempo di ricezione T_1 ed invia immediatamente la prima conferma, recante il tempo T_1 , senza effettuare alcuna sincronizzazione.
- 2) Il Centro riceve la prima conferma, memorizza il tempo di ricezione T_2 , invia immediatamente il secondo messaggio di sincronizzazione, recante il tempo T_2 , e calcola:
 - il ritardo di trasmissione, secondo la formula $R_1 = (T_2 - T_0)/2$;
 - l'errore di tempo, secondo la formula $E_1 = T_2 - T_1 - R_1$.
- 3) L'UPDC riceve il secondo messaggio di sincronizzazione, memorizza il tempo di ricezione T_3 ed effettua le seguenti operazioni:
 - se la fonte di riferimento temporale primaria è funzionante, invia immediatamente la seconda conferma, recante il tempo T_3 , senza effettuare alcuna sincronizzazione;
 - altrimenti:
 - calcola il ritardo di trasmissione, secondo la formula $R_2 = (T_3 - T_1)/2$;
 - calcola l'errore di tempo, secondo la formula $E_2 = T_3 - T_2 - R_2$;
 - se l'errore di tempo, in modulo, è inferiore al doppio del ritardo di trasmissione ($|E_2| < 2R_2$) invia immediatamente la seconda conferma, recante il tempo T_3 , senza effettuare alcuna sincronizzazione;
 - altrimenti effettua la sincronizzazione, utilizzando il nuovo tempo di riferimento $T_3 = T_2 + R_2$, ed invia immediatamente la seconda conferma, recante il tempo T_3 appena sincronizzato.

 Direzione Rete Unità Regole e Sistemi	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 18 di 24

4) Il Centro riceve la seconda conferma, memorizza il tempo di ricezione T_4 e calcola:

- il ritardo di trasmissione, secondo la formula $R_3 = (T_4 - T_2)/2$;
- l'errore di tempo, secondo la formula $E_3 = T_4 - T_3 - R_3$;
- la correzione di tempo effettuata, secondo la formula $C = E_3 - E_1$.

Figura 6 - Sequenza di sincronizzazione



I valori significativi calcolati (R_3 , E_3 e C), catalogati per ogni apparato, sono quindi memorizzati in una tabella del sistema centrale e messi a disposizione per ulteriori elaborazioni. Va tenuto conto però che questi dati contengono un'impresione ($\pm R_3$) dovuta alla possibile differenza fra il ritardo di trasmissione centro->periferia e quello del verso opposto.

Questi dati vanno quindi associati allo stato di funzionamento della fonte di riferimento temporale primaria, segnalata dall'UPDC in esame con uno specifico messaggio di anomalia.

La procedura di sincronizzazione, inoltre, deve essere effettuata con una UPDC alla volta, in modo da non sovraccaricare la rete di telecomunicazioni e non influenzare la precisione dei dati.

Infine occorre notare che, per non inficiare i calcoli suddetti, negli istanti T_1 , T_2 e T_3 , la ricezione del messaggio e la trasmissione del successivo deve avvenire senza introduzione di ulteriori ritardi.

13. STRUTTURA INDIRIZZAMENTI UPDC

Di seguito sono elencate tutte le informazioni gestite dalle RTU preposte al distacco dei carichi "in tempo reale" e "con preavviso".

Ogni RTU sarà caratterizzata da: IP address, region number, station number ed indirizzo ASDU, assegnati dal GRTN. Tale procedura permette di configurare gli indirizzi delle

 Direzione Rete Unità Regole e Sistemi	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 19 di 24

informazioni (IOA) nello stesso modo per ogni UPDC, identificata univocamente nel sistema dal proprio indirizzo ASDU.

Sono di seguito riportati i criteri di indirizzamento standard³ per le UPDC, relativamente al caso base in cui la macchina RTU agisca contemporaneamente su carichi interrompibili in tempo reale e con preavviso.

Comandi

Sono previsti per ogni RTU:

- COMANDO DI PROVA RTU.
- ARMAMENTO⁴ PROVA RTU.

I comandi inviati per ogni carico interrompibile (sia in tempo reale che con preavviso) sono:

- APERTURA E BLOCCO INTERRUTTORE.
- ARMAMENTO APERTURA INTERRUTTORE⁵.
- SBLOCCO INTERRUTTORE .

Per ogni impianto con carichi interrompibili con preavviso, si ha inoltre:

- RIDUZIONE DEI CARICHI ENTRO 15'.
- RIPRISTINO DEL SERVIZIO.

Segnali

Per ogni RTU saranno disponibili i seguenti messaggi:

- PROVA RTU EFFETTUATA.
- ANOMALIA RTU.
- AVARIA COMANDI.
- AVARIA SEGNALI.
- AVARIA MISURE.
- RTU SINCRONIZZATA via GPS⁴.
- AVARIA GPS⁴.

I segnali associati ad ogni carico interrompibile (sia in tempo reale che con preavviso) sono:

- POSIZIONE INTERRUTTORE (APERTO/CHIUSO).

³ Validi cioè per ogni impianto.

⁴ Solo per RTU con carichi interrompibili in tempo reale.

⁵ Solo per i carichi interrompibili in tempo reale.

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 20 di 24

- STATO BLOCCO INTERRUETTORE (BLOCCATO/NORMALE).

Per ogni impianto con carichi interrompibili con preavviso si ha inoltre:

- STATO RIDUZIONE DEI CARICHI (CARICHI RIDOTTI/NORMALI).

Misure

Per ogni impianto:

- MISURA POTENZA ATTIVA ASSORBITA DALLO STABILIMENTO.

Per ogni carico distaccabile:

- MISURA POTENZA ATTIVA DEL CARICO.

Struttura trame

In base a quanto affermato nei paragrafi precedenti, si riporta di seguito la struttura delle trame 870-5-104, avendo ipotizzato un massimo di 4 carichi interrompibili per UPDC.

 Direzione Rete Unità Regole e Sistemi	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 21 di 24

Tabella 8 – Comandi

COMANDI										
Descrizione	Type identif.	Parte fissa	Cause of transm.	Parte fissa	Station	Reg	Object No	Non usato	Data type	Valore
Apertura interruttore carico 1	0x2d	0x01	0x06	0x00	0x..	0x..	0x01	0x00	07	0x01
Sblocco interruttore carico 1	0x2d	0x01	0x06	0x00	0x..	0x..	0x02	0x00	07	0x01
Armamento apertura interruttore carico 1	0x33	0x83	0x06	0x00	0x...	0x..	0x06	0x00	0E	...
Apertura interruttore carico 2	0x2d	0x01	0x06	0x00	0x..	0x..	0x0B	0x00	07	0x01
Sblocco interruttore carico 2	0x2d	0x01	0x06	0x00	0x..	0x..	0x0C	0x00	07	0x01
Armamento apertura interruttore carico 2	0x33	0x83	0x06	0x00	0x...	0x..	0x0D	0x00	0E	...
Apertura interruttore carico 3	0x2d	0x01	0x06	0x00	0x..	0x..	0x15	0x00	07	0x01
Sblocco interruttore carico 3	0x2d	0x01	0x06	0x00	0x..	0x..	0x16	0x00	07	0x01
Armamento apertura interruttore carico 3	0x33	0x83	0x06	0x00	0x...	0x..	0x17	0x00	0E	...
Apertura interruttore carico 4	0x2d	0x01	0x06	0x00	0x..	0x..	0x1F	0x00	07	0x01
Sblocco interruttore carico 4	0x2d	0x01	0x06	0x00	0x..	0x..	0x20	0x00	07	0x01
Armamento apertura interruttore carico 4	0x33	0x83	0x06	0x00	0x...	0x..	0x21	0x00	0E	...
Prova RTU	0x2d	0x01	0x06	0x00	0x..	0x..	0x03	0x00	07	0x01
Armamento prova RTU	0x33	0x83	0x06	0x00	0x...	0x..	0x07	0x00	0E	...
Riduci carichi entro 15'	0x2d	0x01	0x06	0x00	0x..	0x..	0x04	0x00	07	0x01
Ripristino del servizio	0x2d	0x01	0x06	0x00	0x..	0x..	0x05	0x00	07	0x01

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 22 di 24

Tabella 9 – Segnali

SEGNALI										
Descrizione	Type identif.	Parte fissa	Cause of transm.	Parte fissa	Station	Reg	Object No	Non usato	Data type	Valore
Posizione interruttore carico 1	0x03	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x10	0x00	00	0x01
Stato blocco interruttore carico 1	0x03	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x11	0x00	00	0x01
Posizione interruttore carico 2	0x03	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x30	0x00	00	0x01
Stato blocco interruttore carico 2	0x03	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x31	0x00	00	0x01
Posizione interruttore carico 3	0x03	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x40	0x00	00	0x01
Stato blocco interruttore carico 3	0x03	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x41	0x00	00	0x01
Posizione interruttore carico 4	0x03	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x50	0x00	00	0x01
Stato blocco interruttore carico 4	0x03	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x51	0x00	00	0x01
Prova effettuata	0x01	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x12	0x00	00	0x01
Anomalia RTU	0x01	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x17	0x00	C4	0x01
Avaria comandi	0x01	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x14	0x00	C4	0x01
Avaria segnali	0x01	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x10	0x00	C4	0x01
Avaria misure	0x01	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x11	0x00	C4	0x01
RTU sincronizzata	0x01	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x19	0x00	C4	0x01
Avaria GPS	0x01	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x20	0x00	C4	0x01
Stato riduzione carichi	0x03	0x01	0x03	0x00	0x..	0x..	0x13	0x00	00	0x01

	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 23 di 24

Tabella 10 – Misure

MISURE										
Descrizione	Type identif.	Parte fissa	Cause of transm.	Parte fissa	Station	Reg	Object No	Non usato	Data type	Valore
Misura carico 1	0x09	0x01	0x01	0x00	0x..	0x..	0x01	0x00	02	0x.., 0x..
Misura carico 2	0x09	0x01	0x01	0x00	0x..	0x..	0x02	0x00	02	0x.., 0x..
Misura carico 3	0x09	0x01	0x01	0x00	0x..	0x..	0x03	0x00	02	0x.., 0x..
Misura carico 4	0x09	0x01	0x01	0x00	0x..	0x..	0x04	0x00	02	0x.., 0x..
Misura carico complessivo dello stabilimento	0x09	0x01	0x01	0x00	0x..	0x..	0x0B	0x00	02	0x.., 0x..

Tabella 11 – Carichi interrompibili in tempo reale: segnali multicast

INTERROMPIBILI IN TEMPO REALE – SEGNALI MULTICAST										
Descrizione	Type identif.	Parte fissa	Cause of transm.	Parte fissa	Station	Reg	Object No	Non usato	Data type	Valore
Segnale multicast	0x00	0x01	0x03	0x01	0x..	0x..	0x..	0x..	00	0x01

 Direzione Rete Unità Regole e Sistemi	SISTEMA DI DISTACCO CARICHI	N° DRRPX02039 Rev.02
	UNITA' PERIFERICA DISTACCO CARICHI - PROFILO PROTOCOLLO	Pagina: 24 di 24

Tabella 12 – Struttura IOA

Descrizione	Inform object addr
Apertura interruttore carico 1	070001
Sblocco interruttore carico 1	070002
Armamento apertura carico 1	0E0006
Apertura interruttore carico 2	07000B
Sblocco interruttore carico 2	07000C
Armamento apertura carico 2	0E000D
Apertura interruttore carico 3	070015
Sblocco interruttore carico 3	070016
Armamento apertura carico 3	0E0017
Apertura interruttore carico 4	07001F
Sblocco interruttore carico 4	070020
Armamento apertura carico 4	0E0021
Prova RTU	070003
Armamento prova RTU	0E0007
Riduci carichi entro 15'	070004
Ripristino del servizio	070005
Posizione interruttore carico 1	000010
Stato blocco interruttore carico 1	000011
Posizione interruttore carico 2	000030
Stato blocco interruttore carico 2	000031
Posizione interruttore carico 3	000040
Stato blocco interruttore carico 3	000041
Posizione interruttore carico 4	000050
Stato blocco interruttore carico 4	000051
Prova effettuata	000012
Anomalia RTU	C40017
Avaria comandi	C40014
Avaria segnali	C40010
Avaria misure	C40011
RTU sincronizzato	C40019
Avaria GPS	C40020
Stato riduzione dei carichi	000013
Misura carico 1	020001
Misura carico 2	020002
Misura carico 3	020003
Misura carico 4	020004
Misura carico complessivo stabilimento	02000B
