

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Wearable electronic devices and technologies –
Part 801-2: Smart body area network (SmartBAN) – Low complexity medium
access control (MAC) for SmartBAN**

**Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter –
Partie 801-2: Smart body area network (SmartBAN) – Contrôle d'accès au
support (MAC) à faible complexité pour SmartBAN**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Wearable electronic devices and technologies –
Part 801-2: Smart body area network (SmartBAN) – Low complexity medium
access control (MAC) for SmartBAN**

**Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter –
Partie 801-2: Smart body area network (SmartBAN) – Contrôle d'accès au
support (MAC) à faible complexité pour SmartBAN**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 35.100.01; 35.240.80

ISBN 978-2-8322-6001-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Abbreviated terms	8
5 General MAC framework.....	9
5.1 Different device types	9
5.2 Frequency spectrum	10
5.3 Channel format	10
5.3.1 Control channel format	10
5.3.2 Data channel format	10
5.4 User priorities	13
5.5 Node ID	14
5.6 IU	14
6 Frame formats	15
6.1 MAC general frame format	15
6.1.1 General description	15
6.1.2 MAC header	15
6.1.3 MAC frame body.....	18
6.1.4 Frame parity	18
6.2 Management frames	18
6.2.1 C-Beacon	18
6.2.2 D-Beacon	20
6.2.3 C-Req.....	23
6.2.4 C-Ass	25
6.2.5 S-Ras	26
6.2.6 D-Req.....	27
6.2.7 D-Res.....	27
6.3 C-Frame	27
6.4 D-Frame	27
7 MAC functions	28
7.1 General.....	28
7.2 SmartBAN creation and connection initialization	28
7.2.1 SmartBAN creation	28
7.2.2 Connection initialization.....	28
7.3 Channel access	29
7.3.1 Scheduled channel access	29
7.3.2 Slotted aloha channel access	30
7.3.3 Multi-use channel access.....	31
7.4 Supplementary downlink data transmission.....	33
7.5 Slot reassignment	34
7.6 Data channel migration	35
8 MAC parameters.....	36
Annex A (informative) Multi-use channel access	37
Bibliography.....	38

Figure 1 – SmartBAN topology.....	9
Figure 2 – Structure of Control Channel.....	10
Figure 3 – Access periods in Data Channel.....	11
Figure 4 – Scheduled access slot structure.....	12
Figure 5 – Control and management slot structure.....	12
Figure 6 – Multi-use access slot structure.....	12
Figure 7 – Structure of an IU.....	14
Figure 8 – MAC general frame format.....	15
Figure 9 – MAC header format.....	15
Figure 10 – Frame control format.....	16
Figure 11 – C-Beacon frame format.....	19
Figure 12 – D-Beacon frame format.....	21
Figure 13 – C-Req frame format.....	23
Figure 14 – C-Ass frame format.....	25
Figure 15 – D-Req frame structure (hub to node).....	27
Figure 16 – Connection procedure.....	29
Figure 17 – Scheduled channel access.....	29
Figure 18 – Downlink data transmission illustration.....	34
Figure 19 – Slot reassignment illustration.....	34
Figure 20 – Scheduled period slot reassignment procedure.....	35
Figure 21 – Example of Data Channel Migration (from #1 to #3).....	36
Figure A.1 – Flowchart of multi-use channel access.....	37
Table 1 – Values of T_{MUA}	13
Table 2 – List of user priorities.....	13
Table 3 – Contention probabilities for different user priorities.....	13
Table 4 – Node ID table.....	14
Table 5 – Element ID for different operations.....	14
Table 6 – Frame Type and Frame Subtype fields.....	16
Table 7 – Table of IDs.....	18
Table 8 – Slot Length field encoding.....	19
Table 9 – Bit values for the Duty Cycling field.....	20
Table 10 – Mapping of PHY Capability field.....	24
Table 11 – IM field for allocation request IU.....	24
Table 12 – IM field for allocation assignment IU.....	26
Table 13 – IM field for S-Ras IU.....	26
Table 14 – MAC parameters.....	36

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WEARABLE ELECTRONIC DEVICES AND TECHNOLOGIES –**Part 801-2: Smart body area network (SmartBAN) –
Low complexity medium access control (MAC) for SmartBAN****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 63203-801-2 has been prepared by IEC technical committee 124: Wearable electronic devices and technologies. It is an International Standard.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
124/198/FDIS	124/206/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available

at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 63203 series, published under the general title *Wearable electronic devices and technologies*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63203-801-2:2022

INTRODUCTION

TC 124 is developing International Standards (IS) for body area network (BAN) to define the wireless connectivity between the hub coordinator and the sensing nodes. The IEC 63203-801 series consists of the following sub-parts, under the general part title "Smart body area network (SmartBAN)":

IEC 63203-801-1: Enhanced ultra-low power physical layer

IEC 63203-801-2: Low complexity medium access control (MAC) for SmartBAN

The present document describes the medium access control (MAC) specifications including channel structure, MAC frame formats and MAC functions.

This document originates from the corresponding technical specification (ETSI TS 103 325) standardized in the European Telecommunication Standard Institute (ETSI) and captures the results the work of IEC TC 124 Working Group 4 on devices and systems. The current document reflects contributions and discussions by IEC TC 124 experts, mirror committees, liaison members and Joint Advisory Group (JAG) between IEC SyC. AAL, IEC TC 100 and IEC TC 124. This document contains material gathered from reports and group output from the IEC TC 124 meetings in May 2018 (Manchester), October 2018 (Busan), May 2019 (San Francisco), September 2019 (Shanghai), November 2020 (online) as well as information obtained during various web meetings.

Experts from the following national committees, liaison organizations have contributed: BE, CN, DE, FI, FR, GB, IN, JP, KR, MY, NL, US and ETSI TC SmartBAN.

This document is also positioned as a result of the activities of the JAG. At the IEC General Meeting in Busan in 2018, three committees related to wearable systems and technologies, SyC. AAL, IEC TC 100 and IEC TC 124 had a joint workshop and agreed to collaborate to develop relevant standards and to share roles. This collaboration agreement was advanced to a Joint Advisory Group (JAG) and the JAG was established managed by SyC. AAL in 2019.

The target audience for this document includes the following stakeholders who have an interest in the systems and services using wearable devices:

- consumer electronics (CE) and information communications technology (ICT) device manufacturers;
- system integrators who want to utilize wearable device and technologies;
- service operators who are interested in the AAL systems and services;
- stakeholders who want to understand the technologies and requirements for wireless connectivity between wearable sensor nodes and hub coordinators.

WEARABLE ELECTRONIC DEVICES AND TECHNOLOGIES –

Part 801-2: Smart body area network (SmartBAN) – Low complexity medium access control (MAC) for SmartBAN

1 Scope

This part of IEC 63203-801 specifies low complexity medium access control (MAC) for SmartBAN.

As the use of wearables and connected body sensor devices grows rapidly in the Internet of Things (IoT), wireless body area networks (BANs) facilitate the sharing of data in smart environments such as smart homes, smart life, etc. In specific areas of digital healthcare, wireless connectivity between the edge computing device or hub coordinator and the sensing nodes requires a standardized communication interface and protocols.

The present document describes the following medium access control (MAC) specifications:

- channel structure;
- MAC frame formats;
- MAC functions.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 63203-801-1:2022, *Wearable electronic devices and technologies – Part 801-1: Smart body area network (SmartBAN) – Enhanced ultra-low power physical layer*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1

beacon

frame transmitted by a hub to facilitate network management, such as the coordination of medium access and power management of the nodes in the SmartBAN, and to facilitate clock synchronization with the hub

3.2

beacon period

duration during which a beacon is transmitted

3.3

downlink

communication link for transfer of management and data traffic from a hub to a node

3.4

hub

entity that possesses a node's functionality and coordinates the medium access and power management of the nodes in the SmartBAN

3.5

inactive period

period in time following an active transmission sequence during which the equipment does not transmit or receive

3.6

node

any entity conforming to the SmartBAN medium access control and physical interface to the wireless medium

3.7

priority channel access

highest priority access during multi-use channel access

3.8

re-use channel access

priority access during multi-use channel access which enables re-use of scheduled but non-utilised slots

3.9

scheduled access

one or more scheduled recurring time intervals that a node and a hub obtain using scheduled access to initiate frame transactions

Note 1 to entry: A scheduled allocation is an uplink allocation or a downlink allocation suitable for servicing high or low duty cycle periodic or quasi-periodic traffic on a committed schedule.

3.10

uplink

communication link for transfer of management and data traffic from a node to a hub

4 Abbreviated terms

ACK	Acknowledgement
BAN	Body area network
C-Ass	Connection assignment
C-Beacon	Control channel beacon
C-Frame	Control frame
CRC	Cyclic redundancy check
C-Req	Connection request
D/SR	Downlink/slot reassignment
D-Beacon	Data channel beacon
D-Frame	Data frame
D-Req	Disconnection request
D-Res	Disconnection response

EUI-48™	Extended Unique Identifier-48 bits
FCS	Frame check sequence
FEC	Forward error correction
IFS	Inter-frame spacing
IM	Information module
ISM	Industrial, scientific and medical
IU	Information unit
MAC	Medium access control
NACK	Negative acknowledgement
NID	Node ID
PHY	Physical layer
REP	Repetition coding
Rx	Receive
S-Ras	Slot reassignment
Tx	Transmit
UL	Uplink

5 General MAC framework

5.1 Different device types

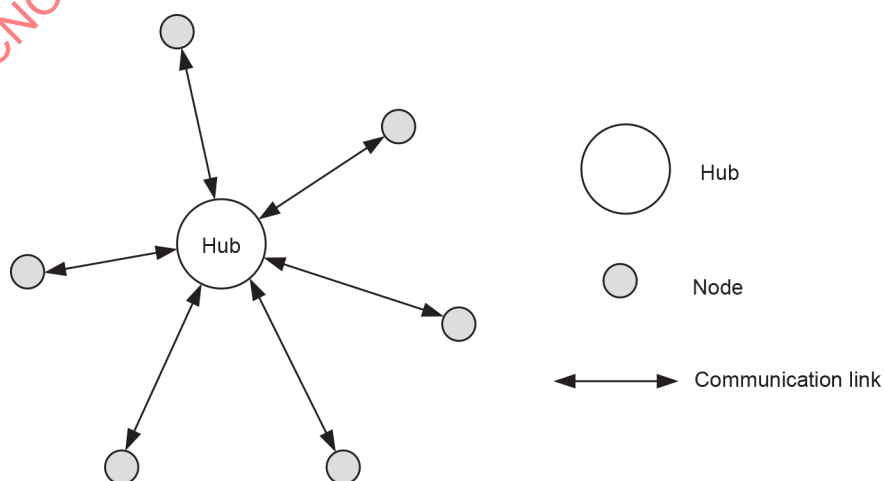
Clause 5 provides the basic MAC framework for the nodes and hubs.

Two different device types can participate in SmartBAN:

- 1) sensor device (node); and
- 2) coordinator device (hub).

A hub is a device that acts as a SmartBAN coordinator. A node is any device that acts as an information source or an information sink. One hub and at least one node constitute a SmartBAN.

A SmartBAN shall be organized into a star topology illustrated in Figure 1. It shall consist of at least one node communicating directly with the hub.



IEC

Figure 1 – SmartBAN topology

The hub and nodes shall communicate using communication media known as channels. A SmartBAN shall use two different channel entities to enable communication between the hub and nodes. The channel entities are assigned the following names:

- Data Channel
- Control Channel

Each SmartBAN shall utilise one Control Channel and one Data Channel at any one time.

5.2 Frequency spectrum

The frequency of operation shall fall between 2 401 MHz and 2 481 MHz. The channels shall be arranged in blocks of 2 MHz with centre frequencies as follows:

$$f_c = 2\,402 + 2 \times n \text{ MHz, where } n = 0 \text{ to } 39.$$

The channels are categorised into Data and Control Channels with:

- 3 Control Channels, where control frames (in the form of C-Beacon) from the hub are transmitted;
- 37 Data Channels, where data, control, and management frames are transmitted.

The list of channels can be found in IEC 63203-801-1.

5.3 Channel format

5.3.1 Control channel format

Only hub devices shall transmit on Control Channels shown in Figure 2. A hub shall select one Control Channel from the list of Control Channels in IEC 63203-801-1:2022, Table 1 and transmit one control beacon frame (C-Beacon) on the chosen Control Channel every T_C s. The format of the C-Beacon is set out in 6.2.1.

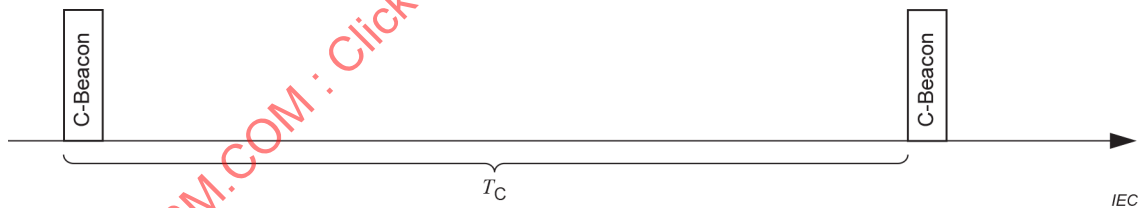


Figure 2 – Structure of Control Channel

5.3.2 Data channel format

5.3.2.1 Data channel description

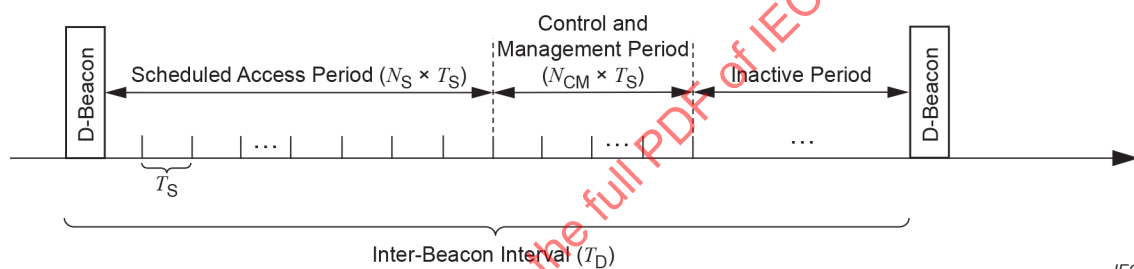
Both hub and node devices may transmit on the Data Channels. A hub shall select one Data Channel from the list of Data Channels in IEC 63203-801-1:2022, Table 1, on which both hub and node devices in the associated SmartBAN may transmit. Data Channel format is illustrated in Figure 3. For any SmartBAN, the Data Channel is partitioned into time intervals of T_D s, known as the Inter-beacon Interval. The boundaries of each Inter-beacon Interval shall be marked by the transmission of a Data Channel Beacon (D-Beacon). A hub shall transmit a D-Beacon at the beginning of each Inter-beacon Interval.

Each Inter-beacon Interval shall be partitioned into L_D distinct time epochs known as slots. The duration of each time slot is T_S . The duration of each Inter-beacon Interval shall be $(L_D \times T_S)$ s. Any device transmitting in a time slot shall ensure that the transmission takes place within the duration of that time slot.

Each Inter-beacon Interval shall consist of four distinct periods:

- 1) Beacon Period, consisting of one single time slot, where the D-Beacon frame shall be transmitted by the hub. No nodes shall transmit in this period;
- 2) Scheduled Period, consisting of N_S time slots, where scheduled transmissions and acknowledgements occur;
- 3) Control and Management Period, consisting of N_{CM} time slots, where unscheduled access, and management and control signaling occur;
- 4) Inactive Period, where no transmission occurs.

The time slots shall be identified by a 10-bit sequence denoting the position of the time slot in an Inter-beacon Interval. The Beacon Period, consisting of 1 time slot shall have the sequence number 0000000000. Subsequent time slots shall have sequence numbers incremented by the number of time slots following the Beacon Period.



IEC

Figure 3 – Access periods in Data Channel

The Scheduled Access Period shall begin on the slot boundary immediately following the Beacon. The Scheduled Access Period may be of zero length, in which case the Control and Management Period shall begin immediately following the Beacon Period. The Control and Management Period shall begin on the slot boundary immediately following the Scheduled Access Period. The Inactive Period shall begin on the slot boundary immediately following the Control and Management Period.

Three types of channel access mechanisms can be used in the access periods:

- Scheduled Channel Access, in the Scheduled Access Period;
- Slotted Aloha Channel Access, in the Control and Management Period;
- Multi-use Channel Access, in both Scheduled Access and Control and Management Period.

The hub and nodes shall always support Scheduled Channel Access and Slotted Aloha Channel Access, and may support Multi-use Channel Access. Multi-use Channel Access may only be used when every node in the SmartBAN supports it. Each channel access mechanism shall adhere to its respective slot structure as described in 5.3.2.2.

5.3.2.2 Scheduled access slot structure

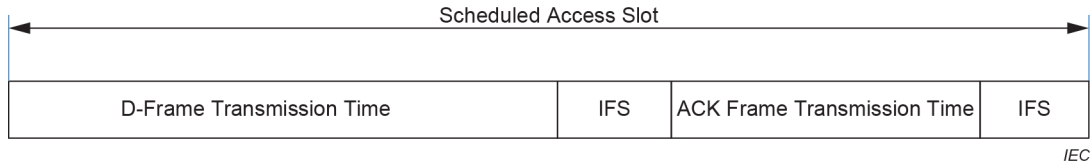


Figure 4 – Scheduled access slot structure

The Scheduled Access time slots shall follow the structure as illustrated in Figure 4. Any Scheduled Access time slots allocated by the hub shall be in the Scheduled Access Period.

The Scheduled Access slot shall consist of at most two transmission periods:

- 1) D-Frame Transmission: the device allocated to the time slot shall transmit;
- 2) ACK Frame Transmission: if the ACK policy of the received frame defined in 6.1.2.2.3 is '0' and the transmission is successful, the receiving device shall transmit an Acknowledgement Frame. If the ACK policy is '1' and the transmission is not successful, the receiving device shall transmit a NACK Frame. The ACK Frame Transmission period shall commence one IFS after the end of the Data Transmission period and end at least one IFS before the end of the time slot.

5.3.2.3 Control and management slot structure

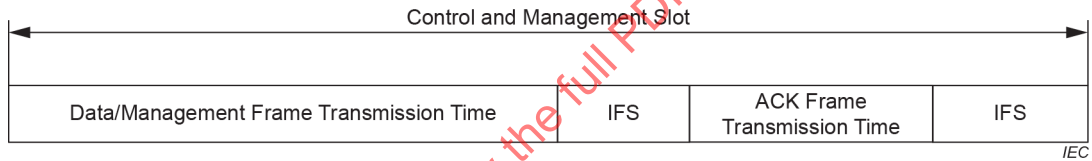


Figure 5 – Control and management slot structure

The Control and Management time slots shall follow the structure as illustrated in Figure 5.

The Control and Management slot shall consist of two transmission periods:

- 1) Data/Management Frame Transmission: any device wishing to transmit either data or management frames may transmit;
- 2) ACK Frame Transmission: if the ACK policy of the received frame defined in 6.1.2.2.3 is '0' and the transmission is successful, the receiving device shall transmit an Acknowledgement Frame. If the ACK policy is '1' and the transmission is not successful, the receiving device shall transmit a NACK Frame. The ACK Frame Transmission period shall commence one IFS after the end of the Data Transmission period and end at least one IFS before the end of the time slot.

5.3.2.4 Multi-use access slot structure

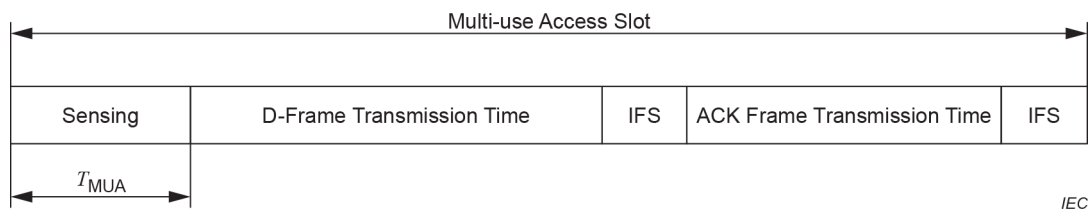


Figure 6 – Multi-use access slot structure

The Multi-use Access time slots should follow the structure as illustrated in Figure 6. The support of the Multi-use Access time slot is optional. The Multi-use Access time slots should be used when Multi-use Access is in operation.

The Multi-use Access slot should consist of one sensing period, and at most two transmission periods:

- Sensing: the sensing period, T_{MUA} , should depend on the traffic type. The values of T_{MUA} are defined in Table 1, where T_{sch} is the minimum sensing period as defined in Clause 8. Any device wishing to transmit should sense the channel for a period of T_{MUA} . If the channel is busy, the device should wait for the next available Multi-use Access time before another attempt is made. If the channel is found to be idle, the device may commence data transmission.
- D-Frame Transmission: any device that has sensed the channel for the sensing period above may transmit if the channel is found to be idle.
- Acknowledgement period: the receiving device may transmit an Acknowledgement frame if the transmission is successful, depending on the acknowledgement policy.

Table 1 – Values of T_{MUA}

Type of user	Type of traffic	Access period	T_{MUA}
Any user	Very high priority traffic (User priority 3)	Scheduled Access	0
Slot owner	Any traffic	Scheduled Access	T_{sch}
Non-slot owner	Any traffic	Scheduled Access	$2 \times T_{sch}$
Any user	Very high priority traffic (User priority 3)	Control & Management Access	0
Any user	Any traffic	Control & Management Access	T_{sch}

5.4 User priorities

Four user priority levels shall be defined in the operation of a SmartBAN. The user priorities are defined in Table 2. The user priority shall determine the contention probability of the node in Slotted Aloha Channel Access. The range of contention probabilities for different user priority levels is listed in Table 3.

Table 2 – List of user priorities

User priority	Data type
0	Low priority
1	Mid priority
2	High priority
3	Very high priority

Table 3 – Contention probabilities for different user priorities

User priority	Contention probability	
	CP_{max}	CP_{min}
0	1/8	1/16
1	1/4	1/16
2	1/2	1/8
3	1	1/2

5.5 Node ID

The Node ID of devices in a SmartBAN shall be assigned according to Table 4.

Table 4 – Node ID table

NID value	NID subtotal	NID notation	NID usage
00000000	1	Unconnected NID	For unicast from/to unconnected nodes in a BAN
00000001-00010000	16	Connected NID	For unicast from/to connected nodes in a BAN
00010101	1	Hub NID	For hubs
11111111	1	Broadcast NID	For broadcast to all nodes

5.6 IU

IUs encapsulate the required information for specific operations. Operations requiring IUs shall use the appropriate Element ID listed in Table 5. An IU shall be formatted as in Figure 7.

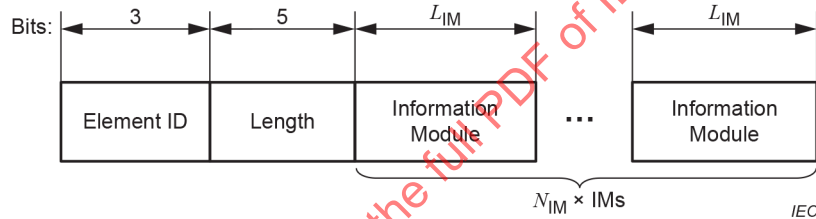


Figure 7 – Structure of an IU

An IU comprises an Element ID field, a Length field, and multiple Information Module (IM) fields.

The Element ID field denotes the type of operation the IU is used for. The field shall be set according to Table 5.

The Length field denotes the number of IM fields the IU has. Each IU can have up to 32 IM fields.

The Information Module field is operation specific and has a length of L_{IM} .

Table 5 – Element ID for different operations

Element ID	Operation	Description
000	Uplink request	Specifies uplink requirements for scheduled uplink transmissions
001	Downlink request	Specifies downlink requirements for scheduled downlink transmissions
010	Uplink assignment	Specifies uplink assignment parameters for scheduled transmissions
011	Downlink request assignment	Specifies downlink assignment parameters for scheduled transmissions
100	Uplink slot reassignment	Specifies new slot allocations in the Scheduled Access Period for different nodes in the uplink
101	Downlink slot reassignment	Specifies new slot allocations in the Scheduled Access Period for different nodes in the downlink

6 Frame formats

6.1 MAC general frame format

6.1.1 General description

All MAC frames shall be formed by concatenation of a MAC Header of 56 bits, a MAC Frame Body of L_F bits, and a Frame Parity of 16 bits as shown in Figure 8. The MAC Frame Body has a length of L_F bits and is present only if it has a nonzero length. The MAC frame shall also be called the MPDU.

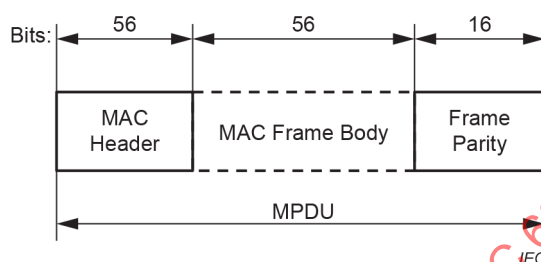


Figure 8 – MAC general frame format

6.1.2 MAC header

6.1.2.1 MAC header format

Figure 9 illustrates the MAC header format. The MAC header shall consist of:

- a Frame Control field,
- a Recipient ID field,
- a Sender ID field,
- a BAN ID field, and
- an FCS.

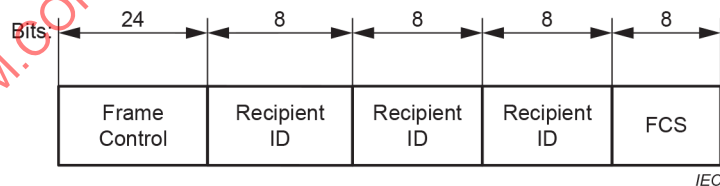


Figure 9 – MAC header format

6.1.2.2 Frame control

6.1.2.2.1 Frame control format

The 24-bit Frame Control field shall be formatted as shown in Figure 10.

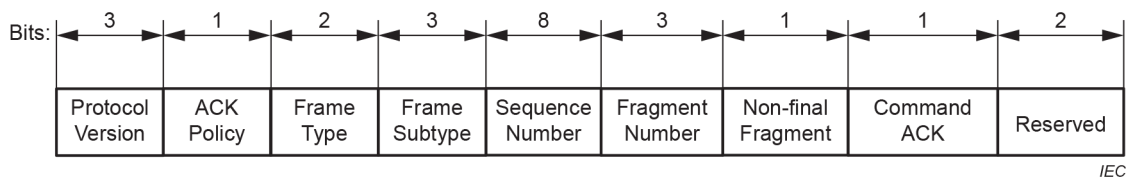


Figure 10 – Frame control format

6.1.2.2.2 Protocol version

The Protocol Version field is set to '000'. All other values are reserved.

6.1.2.2.3 ACK policy

The ACK Policy field indicates the acknowledgement type used by the current frame. The field is set to '0' to indicate that an ACK frame shall be sent when a transmission is successful. The field is set to '1' to indicate that no ACK frames shall be sent when a transmission is successful, but a NACK shall be sent when a transmission is unsuccessful. When NID is set to '11111111' (Broadcast), ACK Policy is not applied.

6.1.2.2.4 Frame type

The Frame Type field is set to indicate the type of the current frame. The three defined Frame Types are: Management, Control, and Data. The Frame Subtype and Frame Type are given in Table 6.

Table 6 – Frame Type and Frame Subtype fields

Field value	Frame Type	Field value	Frame Subtype
00	Management	000	Beacon
00	Management	001	Connection Request
00	Management	010	Connection Assignment
00	Management	011	Slot Reassignment
00	Management	100	Disconnection Request
00	Management	101	Disconnection Response
00	Management	110	Inter HUB
00	Management	111	Reserved
01	Control	000	ACK
01	Control	001	NACK
10	Data	000	User Priority 0
10	Data	001	User Priority 1
10	Data	010	User Priority 2
10	Data	011	User Priority 3
10	Data	100	Inter HUB
11	Reserved	101-111	Reserved

6.1.2.2.5 Frame subtype

The Frame Subtype field shall be set as defined in Table 6.

6.1.2.2.6 Sequence number

The Sequence Number field specifies the sequence identifier of the frame.

The Sequence Number is applicable for both beacon and data frames. The values of the Sequence Number field are set as follows:

- The field is set to zero if the frame is the first data type frame of this frame subtype to a recipient.
- The field is incremented by one, modulo 256, from its value in the frame that was the same frame type of this frame subtype and addressed to a recipient.
- For data type frames, the field is kept with the same value if frames contain fragments of the same MAC Frame Body or are being retransmitted to the same recipient.

6.1.2.2.7 Fragment number

The 3-bit Fragment Number field is applicable for the data type frames. The values of Fragment Number are set as follows:

- The Fragment Number field is set to zero if the current frame contains no MAC Frame Body, a MAC Frame Body not fragmented, or the first fragment of a fragmented MAC Frame Body.
- The value of the field is incremented by one from its value in the frame containing the previous fragment of the MAC Frame Body if the current frame contains a non-first fragment of a fragmented MAC Frame Body or is kept with the same value if the frame is being retransmitted to the same recipient.

In all other frames, it is reserved.

6.1.2.2.8 Non-final fragment

The 1-bit Non-final Fragment field is only applicable to data type frames.

The Non-final Fragment field is set as follows:

- to 0 (zero) if the current frame contains no MAC Frame Body, a MAC Frame Body not fragmented, or the final fragment of a fragmented MAC Frame Body; or
- to 1 (one) if the frame contains a non-final fragment of a fragmented MAC Frame Body.

In all other frames, it is reserved.

6.1.2.2.9 Command acknowledgement

The 1-bit Command Acknowledgement field shall be set as follows:

- to 1 (one) if the node acknowledges that the node has received the slot reassignment or downlink data request command from the hub;
- to 0 (zero) otherwise.

6.1.2.3 Recipient ID

The Recipient ID is an 8-bit ID identifying the recipient of the frame, assigned previously by the hub according to Table 4. The specific recipient ID of each frame is defined in Table 7.

6.1.2.4 Sender ID

The Sender ID is an 8-bit sequence identifying the sender of the frame. The specific sender ID of each frame is defined in Table 7.

6.1.2.5 BAN ID

The BAN ID is an 8-bit abbreviated address identifying the SmartBAN of the sender and recipient. The specific BAN ID of each frame is defined in Table 7.

Table 7 – Table of IDs

Type	Subtype	Sender ID	Recipient ID	BAN ID
Management	Beacon	Hub ID	Broadcast	Hub ID
Management	Connection Request	Unconnected ID	Hub ID	Hub ID
Management	Connection Assignment	Hub ID	unconnected ID	Hub ID
Management	Slot Reassignment	Hub ID	Broadcast	Hub ID
Management	Disconnection Request	Node ID	Hub ID	Hub ID
Management	Disconnection Response	Hub ID	Node ID	Hub ID
Management	Interhub	Hub ID	Recipient BAN Hub ID	Hub ID
Data	User Priority (0 -3)	Hub ID/Node ID	Node ID/Hub ID	Hub ID
Data	Interhub	Hub ID	Recipient BAN Hub ID	Hub ID

6.1.2.6 FCS

The 8-bit FCS of the MAC Header is generated using the generator polynomial $x^8 + x^7 + x^3 + x^2 + 1$.

6.1.3 MAC frame body

The MAC Frame Body has L_F bits. The minimum permissible length of the MAC Frame Body is 0. The maximum permissible length of the MAC Frame Body is $L_{F,max}$, and this is defined in IEC 63203-801-1.

The MAC Frame Body shall consist of one of the following types of data structures:

- Management Frames: These frames are concerned with the control of the medium access and the communication system information. The formats of these fields are defined in 6.2.
- C-Frame: These are frames essential for the proper transfer of packets between the nodes. The formats of these fields are defined in 6.3.
- D-Frames: These frames are the actual information carrying modules (the field is set to a sequence of octets passed as a MAC Frame Body, without altering the order of the sequence.) The formats of these are defined in 6.4.

6.1.4 Frame parity

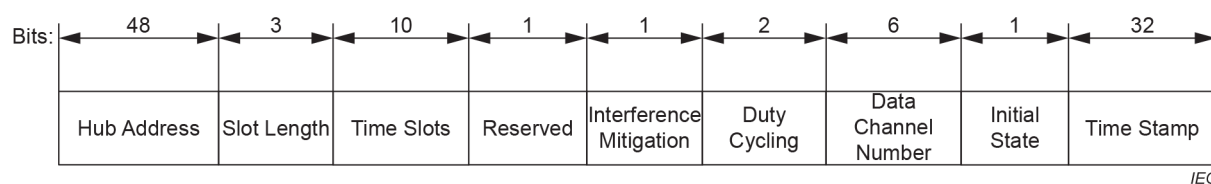
The Frame Parity field shall contain a 16-bit CRC sequence of the MAC Frame Body generated using the generator polynomial $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$.

6.2 Management frames

6.2.1 C-Beacon

6.2.1.1 C-Beacon frame format

The MAC Frame Body of a C-Beacon shall be formatted as illustrated in Figure 11.



IEC

Figure 11 – C-Beacon frame format

The C-Beacon frame is formatted as shown in Figure 11. The hub transmits C-Beacon on the prior selected Control Channel. The hub shall transmit a beacon every T_C s.

The C-Beacon frame consists of nine fields. They are:

- Hub Address
- Slot Length
- Time Slots
- Reserved
- Interference Mitigation
- Duty Cycling
- Data Channel Number
- Initial State
- Time Stamp

6.2.1.2 Hub address

The 48-bit field contains the address of the hub transmitting the Data Channel beacon frame.

6.2.1.3 Slot length

The Slot Length field shall be set according to Table 8 to indicate the duration of each time slot, which is equal to $T_S = L_{\text{SLOT}} \times T_{\text{min}}$.

Table 8 – Slot Length field encoding

Field value	L_{SLOT}
000	1
001	2
010	4
011	8
100	16
101	32
110	Reserved
111	Reserved

6.2.1.4 Time slots

The field indicates the total number of time slots in the Scheduled Access, Control and Management Period, and Inactive Period of each Inter-beacon Interval. The length of each slot is indicated in 6.2.1.3.

6.2.1.5 Interference mitigation

The interference mitigation bit indicates if the SmartBAN is currently executing interference mitigation procedures.

6.2.1.6 Duty cycling

The Duty Cycling field indicates the current duty cycling of the SmartBAN. The values of the field shall be set according to Table 9.

Table 9 – Bit values for the Duty Cycling field

Bit value	Duty Cycling (%)
00	0 to < 25
01	25 to < 50
10	50 to < 75
11	75 to 100

6.2.1.7 Data channel number

The Data Channel Number field indicates the Data Channel Number which is currently active. Data Channel Numbers are listed in IEC 63203-801-1.

6.2.1.8 Initial state

The Initial State field indicates the state of the hub. The field shall be set to '1' when it is allowing nodes to join the BAN and set to '0' when the SmartBAN is closed to new nodes.

6.2.1.9 Time stamp

The 32-bit Time Stamp field contains the value of the local clock of the device at the time of the beginning of the time slot. The timestamp is intended to be a relative time measurement that may or may not be made absolute, at the discretion of the implementer.

6.2.2 D-Beacon

6.2.2.1 D-Beacon frame format

The MAC Frame Body of the D-Beacon shall be formatted as illustrated in Figure 12. The fields with dashed boxes indicate that they are not sent with all D-Beacon packets, but only those with a non-null Function Indicator field.

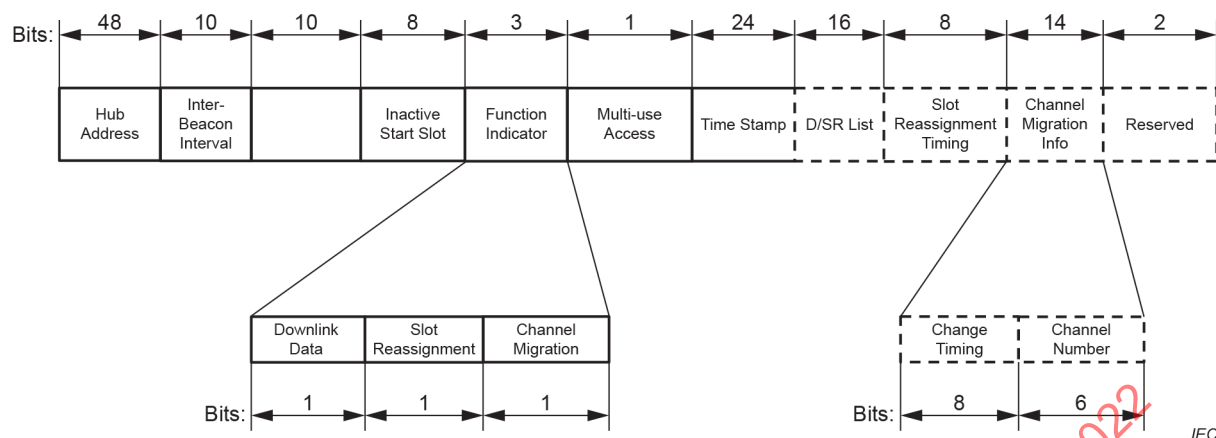


Figure 12 – D-Beacon frame format

The D-Beacon frame is formatted as shown in Figure 12. The hub transmits D-Beacon on the prior selected Data Channel. The hub shall transmit a beacon every T_{DS} .

The C-Beacon frame consists of 11 fields. They are:

- Hub Address
- Inter-beacon Interval
- Control and Management Period Start Slot
- Inactive Period Start Slot
- Function Indicator
- Multi-use Access Indicator
- Time Stamp
- D/SR List
- Slot Reassignment Timing
- Channel Migration Information
- Reserved

6.2.2.2 Hub address

The 48-bit field contains the address of the hub.

6.2.2.3 Inter-beacon interval

The field indicates the number of slots in each Inter-beacon Interval. The length of each slot is indicated in 6.1.3.

6.2.2.4 Control and management period start slot

The Control and Management Period Start Slot field contains the slot number at which the Control and Management (C/M) Period is set to begin.

6.2.2.5 Inactive period start slot

The Inactive Period Start Slot field contains the slot number at which the Inactive Period is set to begin.

6.2.2.6 Function indicator

6.2.2.6.1 Function Indicator field

The Function Indicator field consists of three 1-bit subfields. When all the subfields are '0', the fields marked with dashed lines in Figure 12 will not be sent. When any of the subfields indicate a '1', the fields marked with dashed lines in Figure 12 will be sent to provide further information.

6.2.2.6.2 Downlink data indicator

The Downlink Data Indicator shall indicate whether any downlink data is available for any of the nodes. If the value of the indicator is '1', an accompanying D/SR List, which marks the nodes to listen for downlink, will be sent in the same D-Beacon frame. The marked nodes shall follow the procedure in 7.4 to acquire their downlink data.

6.2.2.6.3 Slot reassignment indicator

The Slot Reassignment Indicator shall indicate if any nodes will have their slots reassigned. If the value of the indicator is '1', an accompanying D/SR List, which marks the nodes which will have their slots reassigned, will be sent in the same D-Beacon frame. A Slot Reassignment Timing field will also be sent in the same D-Beacon frame to indicate the timing at which the new slot assignments will take effect. The marked nodes shall follow the procedure in 7.5 to obtain their new slot assignment.

6.2.2.6.4 Channel migration indicator

The Channel Migration Indicator shall indicate if the Data Channel will switch to a new channel. A bit value of '0' indicates no change of Data Channel, while a bit value of '1' indicates that Data Channel will switch to another channel. An accompanying Channel Migration Information field will be sent in the same D-Beacon frame if the value of the indicator is '1'.

6.2.2.7 Multi-use access

The Multi-use Access field indicates if the SmartBAN operates in Multi-use Access mode. A bit value of '0' indicates that SmartBAN is not operating in Multi-use Access mode, while a bit value of '1' indicates that SmartBAN is operating in Multi-use Access mode.

6.2.2.8 Time stamp

The Time Stamp field shall contain the value of the local clock of the device at the time of each Inter-beacon Interval. The time stamp is intended to be a relative time measurement that may or may not be made absolute, at the discretion of the implementer.

6.2.2.9 D/SR list

The field shall indicate the nodes which will be either receiving downlink data or reassigned new slots. The number of bits indicates the total number of supported nodes. Each bit represents a node, starting with the node with the smallest ID number (00000001) on the left. The right neighbouring bit shall represent the node with an ID number incremented by 1 from the current represented node. The node with the largest ID number (00010000) shall be represented by the rightmost bit. A bit value of 0 indicates no downlink data/reassignment, while a bit value of 1 indicates downlink or reassignment of slot depending on the value of D/SR Indicator.

In the event where no downlink or slot reassignment is scheduled, the D/SR List field shall have a value of '0000000000000000'.

6.2.2.10 Slot reassignment timing

The Slot Reassignment Timing field shall indicate the sequence number of the D-Beacon at which the new slot reassignment will take place.

6.2.2.11 Channel migration information

6.2.2.11.1 Migration timing

The Migration Timing field shall indicate the sequence number of the D-Beacon at which the Data Channel change will take place.

6.2.2.11.2 Channel number

The Channel Number field shall indicate the channel number which the Data Channel will switch to.

6.2.3 C-Req

6.2.3.1 C-Req frame format

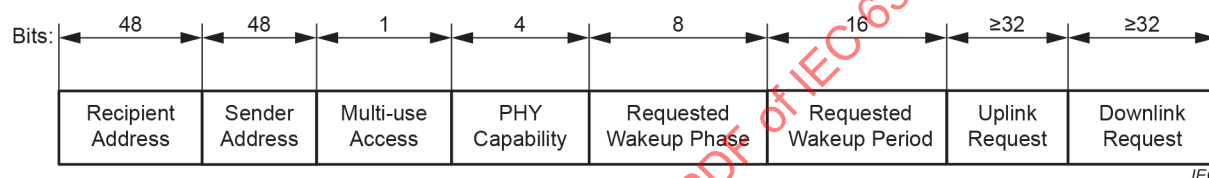


Figure 13 – C-Req frame format

The C-Req command allows a device to request connection with a hub. This command shall only be sent by an unconnected device that wishes to connect with a hub. All nodes shall be capable of transmitting this command (though not required to be capable of receiving it).

A connection request frame shall be formatted as illustrated in Figure 13.

The C-Req frame consists of eight fields. They are:

- Recipient Address
- Sender Address
- Multi-use Access Capability
- PHY Capability
- Requested Wakeup Phase
- Requested Wakeup Period
- Uplink Request
- Downlink Request

6.2.3.2 Recipient address

The Recipient Address field is set to the EUI-48 of the recipient of the current frame.

6.2.3.3 Sender address

The Sender Address field is set to the EUI-48 of the sender of the current frame.

6.2.3.4 Multi-use access capability

A Multi-use Access Capability field shall indicate if the node sending the Connection Request has the Multi-use Access enabled.

6.2.3.5 PHY capability

The PHY Capability field indicates the physical layer capability of the node. The mapping of the field is as follows (see Table 10):

Table 10 – Mapping of PHY Capability field

Field value b0 b1	FEC Type	Field value b2 b3	REP Type
00	None	00	None
01	BCH(127,113,2)	01	2
10	Reserved	10	4
11	Reserved	11	Reserved

The field is split into two parts:

- FEC Type indicates the type of forward error correction the node is capable of;
- REP Type indicates the repetition coding that the node is using (number of repeated PPDUs).

6.2.3.6 Requested wakeup phase

The Requested Wakeup Phase field is set to the sequence number of the next Inter-beacon Interval in which the sender node plans to wake up for frame reception and transmission, with the sequence number of a beacon treated as incremented by one modulo 2^8 , from that of the previous beacon period.

6.2.3.7 Requested wakeup period

The Requested Wakeup Period field is set to the length, in units of beacon periods, between the start of successive wakeup beacon periods in which the sender node plans to wake up for reception and transmission, starting from the one indicated in the preceding Requested Wakeup Phase field.

6.2.3.8 Uplink allocation request

The Uplink Allocation Request field shall be structured as an Information Unit as described in 5.6. The Information Unit shall consist of one or more IMs which shall be formatted as in Table 11.

Table 11 – IM field for allocation request IU

Type	Number of bits	Subfields	Number of bits
Allocation request	24	User Priority	2
		Reserved	4
		Allocation Length	10
		Allocation Period	8

The User Priority subfield shall denote the user priority level the node requests for the current allocation request.

The Allocation Length subfield shall denote the total number of time slots requested in each Inter-beacon Interval.

The Allocation Period subfield shall denote the sequence number of the D-Beacon frame from which the allocation starts.

6.2.3.9 Downlink allocation request

The Downlink Allocation Request field shall be structured in the same way as the Uplink Allocation Request field as listed in Table 11.

6.2.4 C-Ass

6.2.4.1 C-Ass frame format

Figure 14 shows the C-Ass frame format. The C-Ass command allows the hub coordinator or coordinator to communicate the results of a connection attempt back to the device requesting connection.

This command shall only be sent by the hub coordinator or coordinator to a device that is currently trying to connect.

All devices shall be capable of receiving this command.

A C-Ass frame contains a Frame Payload that has the following format (see Figure 14):

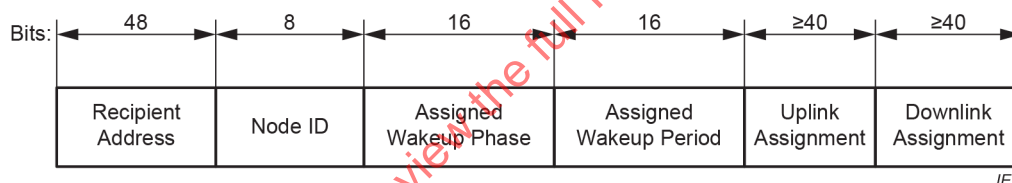


Figure 14 – C-Ass frame format

The C-Ass frame consists of six fields. They are:

- Recipient Address
- Node ID
- Assigned Wakeup Phase
- Assigned Wakeup Period
- Uplink Assignment
- Downlink Assignment

6.2.4.2 Recipient address

The Recipient Address field is as defined in 6.2.3.2.

6.2.4.3 Node ID

The Node ID is chosen according to Table 4.

6.2.4.4 Assigned wakeup phase

The Assigned Wakeup Phase field is set to the sequence number of the next beacon period in which the recipient node needs to wake up for frame reception and transmission. The field in

the C-Ass frame supersedes the Requested Wakeup Phase field in the connection request frame previously exchanged between the sender and the recipient.

6.2.4.5 Assigned wakeup period

The Assigned Wakeup Period field is set to the length, in units of beacon periods, between the start of successive wakeup beacon periods in which the recipient needs to wake up for reception and transmission, starting from the one indicated in the preceding Assigned Wakeup Phase field.

6.2.4.6 Uplink assignment

The Uplink Assignment field shall be structured as an Information Unit as described in 5.6. The Information Unit shall consist of at least 1 IM with elements listed in Table 12.

Table 12 – IM field for allocation assignment IU

Type	Number of bits	Subfields	Number of bits
Allocation assignment	32	User Priority	2
		Reserved	2
		Allocation Start	10
		Allocation End	10
		Allocation Period	8

The User Priority subfield shall denote the user priority level assigned to the current assignment.

The Allocation Start subfield shall denote the time slot number from which the allocation shall start.

The Allocation End subfield shall denote the time slot number at which the allocation shall end.

The Allocation Period subfield shall denote the sequence number of the D-Beacon from which the allocation shall start.

6.2.4.7 Downlink assignment

The Downlink Assignment field shall be structured in the same way as the Uplink Allocation Assignment field described as listed in Table 12.

6.2.5 S-Ras

The Slot Reassignment frame shall be formatted as an Information Unit as described in 5.6. The Information Unit shall consist of at least one Information Module with the elements listed in Table 13.

Table 13 – IM field for S-Ras IU

Type	Number of bits	Subfields	Number of bits
Slot reassignment	32	Node ID	8
		Start Slot	10
		End Slot	10
		Reserved	4

The Node ID subfield shall denote the Node ID of the node for which the slot reassignment parameters in the IU are for.

The Start Slot subfield shall denote the reassigned starting time slot for the node.

The End Slot subfield shall denote the reassigned ending time slot for the node.

6.2.6 D-Req

6.2.6.1 D-Req command

The D-Req command either allows a device to request disconnection from a hub or a hub to terminate the connections of specific nodes.

- 1) This command is sent by a connected node that wishes to disconnect from a hub. The frame is a null frame. Nodes can be capable of transmitting this command, but not required to be capable of receiving it.
- 2) This command is sent by a hub. The frame format is shown in Figure 15. The length of the command frame is variable and dependent on the number of disconnections to invoke.

6.2.6.2 Length

The Length field indicates the number of nodes whose links will be terminated. If the Length field is '00000,' it indicates that all nodes will be disconnected, and no Recipient ID fields will follow the Length field.

6.2.6.3 Recipient ID

The Recipient ID field denotes the previously assigned Node ID of the nodes whose links will be terminated.

6.2.7 D-Res

The disconnection response is either sent by a hub to a node requesting disconnection or a node to a hub requesting disconnection.

The D-Res frame shall have a 1-bit MAC Frame Body consisting of a single Disconnection Information field. The field shall be set to '0' if the receiving hub/node allows disconnection. If this field is set to '1,' the receiving hub/node denies the disconnection request (see Figure 15).

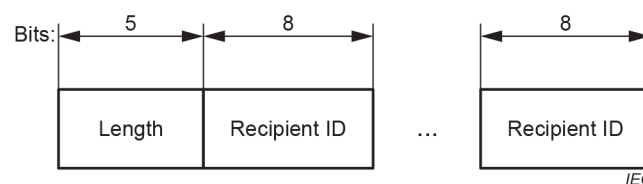


Figure 15 – D-Req frame structure (hub to node)

6.3 C-Frame

The ACK/NACK frames shall have zero length MAC Frame Bodies. The Acknowledgement and Negative Acknowledgement MPDU shall consist only of the MAC Header and the Frame Parity.

6.4 D-Frame

The D-Frame shall be of a maximum of $T_{F,max}$ bits. For data blocks that are greater than $T_{F,max}$ bits, the block shall be fragmented into multiple data frames. The calculation of $T_{F,max}$ can be found in IEC 63203-801-1.

7 MAC functions

7.1 General

Clause 7 describes the essential operations that are required for the functioning of a SmartBAN.

7.2 SmartBAN creation and connection initialization

7.2.1 SmartBAN creation

A hub shall initiate the creation of a SmartBAN through the following steps:

- a) the hub chooses an 8-bit BAN ID which is not currently in use by neighbouring SmartBANs;
- b) the hub chooses a Control Channel to transmit C-Beacon;
- c) the hub chooses a Data Channel;
- d) the hub commences periodic C-Beacon transmission with the Initial State field set to '1';
- e) the C-Beacon provides the Data Channel Number, Slot Length, and the number of time slots in each Inter-beacon Interval;
- f) a hub commences periodic D-Beacon transmission to mark the beginning and end of each Inter-beacon Interval, as well as provide the reference for the timing of the time slots;
- g) the hub shall set the Initial State field to '0' at a time when it decides not to allow any more nodes to join;
- h) a SmartBAN operates in the Scheduled and Slotted Aloha Channel Access modes, until a time deemed appropriate by the hub to switch to another Channel Access mode.

7.2.2 Connection initialization

An unconnected node wishing to make a connection to the hub can follow the following procedure to join the SmartBAN:

- the node can monitor the Control Channels to acquire a C-Beacon with the Initial State field set to '1';
- the node can acquire the BAN ID, Data Channel Number, Slot Length, and the number of time slots in each Inter-beacon Interval from the C-Beacon.

Using the acquired parameters from C-Beacon, the node can monitor the Data Channel and initiate connection according to the following procedure which is also shown in Figure 16:

- 1) acquire Data Channel parameters (e.g. Scheduled Access Period start, Control and Management Period start) from the D-Beacon;
- 2) transmit a C-Req frame during the Control and Management Period using the Slotted Aloha Channel Access procedure described in 7.3.2.

On successful reception of the C-Req frame, the hub shall transmit an Acknowledgement frame, followed by a C-Ass frame in the next available time slot, according to 7.3.2. The C-Ass frame shall contain details of allocated resources to the node, including the node's allocated Node ID.

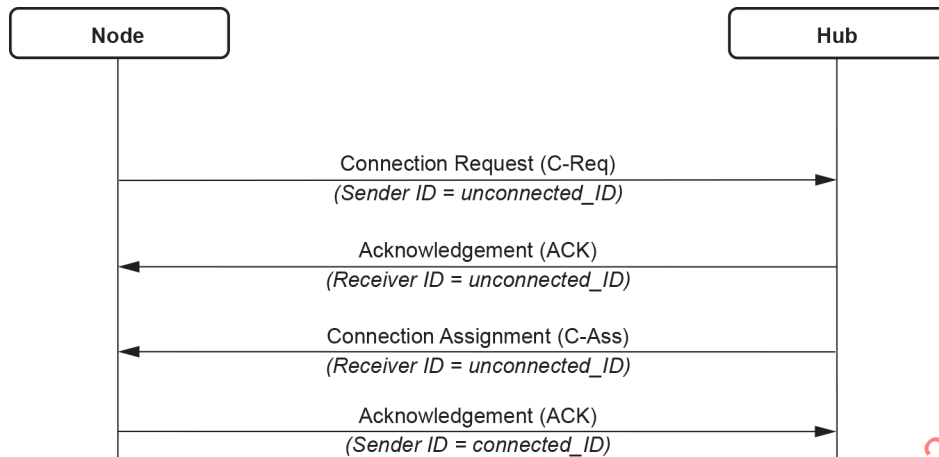


Figure 16 – Connection procedure

7.3 Channel access

7.3.1 Scheduled channel access

7.3.1.1 Scheduled channel access

A node and a hub by default shall employ the Scheduled Channel Access in the Scheduled Access Period.

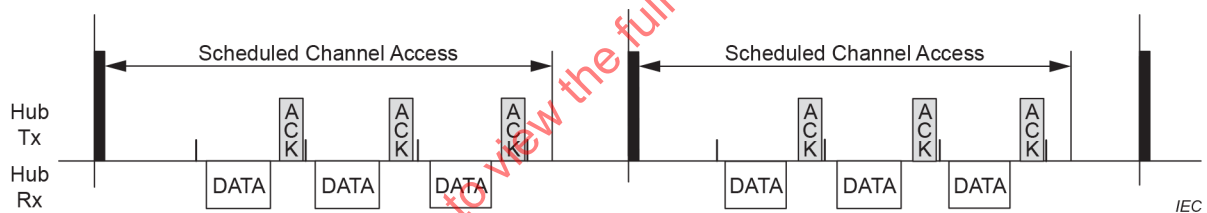


Figure 17 – Scheduled channel access

7.3.1.2 Starting scheduled access

To obtain one or more new scheduled allocation, a node shall send a C-Req frame in the Control and Management Period using Slotted Aloha Channel Access to the hub, setting the Requested Wakeup Period field in the frame to 1.

To grant scheduled access, requested by the node, a hub shall send a C-Ass frame in the Control and Management Period using Slotted Aloha Channel Access to the node.

7.3.1.3 Using scheduled access

Upon receiving the C-Ass frame granting it scheduled access intervals, the node may transmit to or receive from the hub depending on the allocation assignment.

Scheduled Channel Access shall use the slot structure described in 5.3.2.2 and illustrated in Figure 4.

The transmitting device shall ensure that the MAC Frame Body has a length of less than or equal to $L_{F,max}$, such that there will be sufficient time left in the time slot to accommodate the transmission of an ACK or NACK frame (depending on ACK policy) and at least two IFS.

The receiving device shall transmit an ACK frame upon the successful reception of the frame, or a NACK frame upon failure to receive the frame, depending on ACK policy. An example of scheduled channel access is illustrated in Figure 17.

7.3.1.4 Modifying scheduled access

A node may modify the existing allocation assignment by sending another C-Req frame specifying the new requirements for the allocations.

A hub may modify allocation assignments of a node by sending the node a S-Ras frame as described in 7.5.

7.3.1.5 Ending scheduled access

A node may at any time end Scheduled Channel Access by sending a C-Req frame that contains Allocation Request fields with the corresponding Allocation Length field set to 0.

A hub may at any time end any scheduled access of a node by signaling downlink data in the D-Beacon, and sending a C-Ass frame that contains Allocation Assignment fields with Interval End field set to 0.

7.3.2 Slotted aloha channel access

7.3.2.1 Description

A hub or a node may employ Slotted Aloha Channel Access to transmit management frames or data frames when it has not been allocated sufficient time slots in the Scheduled Access Period for its purpose. A node shall maintain a CP to facilitate channel access as described in 7.3.2.2.

7.3.2.2 Starting slotted aloha channel access

A node shall start a Slotted Aloha Channel Access session by transmitting in a time slot in the Control and Management Period with a probability of CP. At the beginning of each time slot in the Control and Management Period, a device shall choose its CP according to the following rules:

- determine the User Priority of its traffic according to Table 2;
- obtain the range of its CP based on the User Priority of its traffic according to Table 3;
- if the node did not begin a Slotted Aloha Channel Access session previously, its CP shall be set to CP_{max} ;
- if the node successfully completed a Slotted Aloha Channel Access session previously, its CP shall be set to CP_{max} ;
- if the node did not successfully complete a Slotted Aloha Channel Access in the last attempt:
 - if it failed m times consecutively, where m is an odd number, it shall keep its CP unchanged;
 - if it failed n times consecutively, where n is an even number, it shall halve its CP if the CP is greater than or equal to $2 \times CP_{min}$, or keep its CP unchanged otherwise.

7.3.2.3 Using slotted aloha channel access

Slotted Aloha Channel Access shall use the slot structure described in 5.3.2.3 and illustrated in Figure 5.

The transmitting device shall ensure that the MAC Frame Body has a length of less than or equal to $L_{F,max}$, such that there will be sufficient time left in the time slot to accommodate the transmission of an ACK or NACK frame (depending on ACK policy) and at least two IFS.

The receiving device shall transmit an ACK frame upon the successful reception of the frame, or a NACK frame upon failure to receive the frame, depending on ACK policy.

7.3.2.4 Ending slotted aloha channel access

Each session of Slotted Aloha Channel Access shall end with the end of each time slot in the Control and Management Period. A node may start a new session using the procedure in 7.3.2.2.

7.3.3 Multi-use channel access

7.3.3.1 Description

The node and hub may support Multi-use Channel Access to access the channel. The node and hub may employ Multi-use Channel Access if the Multi-use Channel Access bit is set to '1' in the D-Beacon. A flowchart describing the Multi-use Channel Access algorithm is presented in Annex A.

7.3.3.2 Starting multi-use channel access

7.3.3.2.1 Description

A device may start a Multi-use Channel Access session by sensing for channel use in a time slot in either the Scheduled Access Period or Control and Management Period. The sensing period, T_{MUA} , is dependent on the type of traffic and the Access Phase the time slot belongs to, and is listed in Table 1. At the beginning of each transmission, other than a beacon transmission by the hub, transmission of an acknowledgement frame or transmission of a data frame during Scheduled Access Period by the user allocated to the slot, a device may use the backoff algorithm described in 7.3.3.2.2.

7.3.3.2.2 Backoff algorithm

The device may use the following procedure to obtain channel access in the Multi-use Channel Access mode. At the beginning of each transmission attempt of a new packet a device shall set its backoff exponent (BE) to BE_{min} . If BE_{min} is set to 0, backoff will be disabled during the first transmission attempt. The device shall also maintain a Backoff Counter (BC), indicating the number of slots to the next transmission attempt, which is initialised to a random integer value between 0 and $2^{BE} - 1$ before the start of each transmission attempt. A re-transmission (RT) counter is also maintained to keep track of the number of retransmission attempts. The device may transmit if the channel is sensed to be idle. However, if the channel is sensed to be busy, the device may:

- Increment the BE by 1 if BE is less than BE_{max} .
- Wait for the number of time slots equaling the value of the BC before attempting to start an MCA session again.

If the channel is sensed to be idle, but the transmission is unsuccessful:

- Increment the BE by 1 if BE is less than BE_{max} , otherwise, keep BE as it is.
- Increment the RT counter by 1 if RT is less than RT_{max} , otherwise, discard the packet and abandon the MCA attempt for the packet.
- Wait for the number of time slots equaling the value of the BC counter before attempting to retransmit the packet.

7.3.3.2.3 Re-use channel access

Re-use Channel Access allows the use of an allocated slot in the Scheduled Access Period by other users when the allocated user is not using the slot. For Re-use Channel Access, the device maintains a Re-use Backoff (RBC) counter, which indicates the number of slots to the

next transmission attempt. The RBC counter is initialized to a random value between 0 and $2^{BE} - 1$ before the start of each Reuse Channel Access transmission attempt.

If RCA is supported by a device, the device may apply the backoff algorithm described in 7.3.3.2.2 to obtain access to the channel. The sensing time, T_{MUA} , to apply in this case is $2 \times T_{sch}$ as stated in Table 1. In addition to the procedure in 7.3.3.2, the device shall compare the RBC counter to the number of slots till its next allocated slot. If the RBC counter's value is larger than the number of slots till its next allocated slot, it stops the use of Re-use Channel Access.

If Re-use Channel Access is not supported the device shall wait for its allocated slot and follow the procedure in 7.3.3.2 to transmit.

7.3.3.2.4 Priority channel access

A device may use Priority Channel Access to send User Priority 3 packets in both Scheduled Access and Control and Management Periods. In order to transmit using Priority Channel Access, a device supporting Priority Channel Access initializes its BE to 0 for the first transmission attempt of a new User Priority 3 packet. In addition, the device maintains a separate Priority Backoff BE counter (PBC), which indicates the number of slots to the next transmission attempt, and a separate Re-Transmission counter, RTP, when using Priority Channel Access. The PBC counter is initialised to a random value between 0 and $2^{BE} - 1$ before the start of each Priority Channel Access transmission attempt. The maximum number of re-transmissions allowed for User Priority 3 packets is denoted by $RT_{max,PCA}$.

The device may transmit a User Priority 3 packet at the start of a time slot. If the transmission is not successful:

- Set the BE to BE_{min} , if it was the first transmission attempt.
- Keep the BE unchanged, if this was the n^{th} consecutive transmission failure, where n is an even number.
- Increment the BE by 1, if this was the m^{th} consecutive transmission failure, where m is an odd number, and if BE is less than BE_{max} .
- Increment the RTP counter by 1 if RTP is less than $RT_{max,PCA}$, otherwise, discard the packet and restart PCA if there is another User Priority 3 packet to send.
- Wait for the number of time slots equaling the value of the PBC counter before attempting to retransmit the packet.

7.3.3.3 Using multi-use channel access

7.3.3.3.1 Description

Multi-use Channel Access may use the Multi-use Access slot structure described in 5.3.2.4 and illustrated in Figure 6.

The transmitting device may ensure that the MAC Frame Body has a length of less than or equal to $L_{F,max}$, such that there will be sufficient time left in the time slot to accommodate the transmission of an ACK or NACK frame (depending on ACK policy) and at least two IFS.

7.3.3.3.2 Scheduled access period

In the Scheduled Access Period, three types of transmission may take place.

For devices with packets of User Priority 3 to send, the device may use PCA to access the channel if it supports it.

For other transmissions, the device senses the channel for activity for a duration of T_{MUA} , which depends on the user type and the traffic type, according to Table 1. In slots which are allocated to the device, the device shall sense the channel for a period of T_{sch} for any PCA. If no PCA is detected, it may transmit in the slot.

For slots which are not allocated to the device, the device may employ RCA in 7.3.3.2.3 to obtain access to the channel.

7.3.3.3.3 Control and management period

In the Control and Management Period, two types of transmissions may take place.

For devices with packets of User Priority 3 to send, the device may use PCA to access the channel if it supports it.

For other devices, it may use the backoff algorithm in 7.3.3.2.2 to access the channel.

7.3.3.4 Ending multi-use channel access

Each session of MCA may end with the end of each time slot. A node may start a new session using the procedure in 7.3.3.2.

7.4 Supplementary downlink data transmission

A hub may employ supplementary downlink data transmission to transmit data, control or management traffic to a node.

Supplementary Downlink Data Transmission is initiated by the following steps:

- The hub shall indicate Downlink Data Transmission in the Downlink Data Indicator field of the D-Beacon.
- The hub shall also indicate the list of nodes marked for downlink data transfer in the accompanying D/SR List field.

The hub shall begin Supplementary Downlink Data Transmission in the Control and Management Period once it has received acknowledgement from the marked nodes. The nodes shall acknowledge the receipt of the command by setting the Command Acknowledgement field in the MAC header to '1' when transmitting a frame to the hub.

The hub shall employ the Slotted Aloha Channel Access mechanism described in 7.3.2.2 with the appropriate User Priority levels for the frames to be transmitted. The hub shall also determine the range of contention probabilities corresponding to the User Priority levels as defined in 5.4.

All the listed nodes shall listen for downlink data transmission in the Control and Management Period. The nodes may acknowledge the successful receipt of the transmission depending on the ACK policy. An illustration of supplementary downlink data transmission is shown in Figure 18.

If the hub is unable to gain access or transmit successfully in the current Inter-beacon Interval, the hub shall attempt again in the next Inter-beacon Interval using the procedure described above.

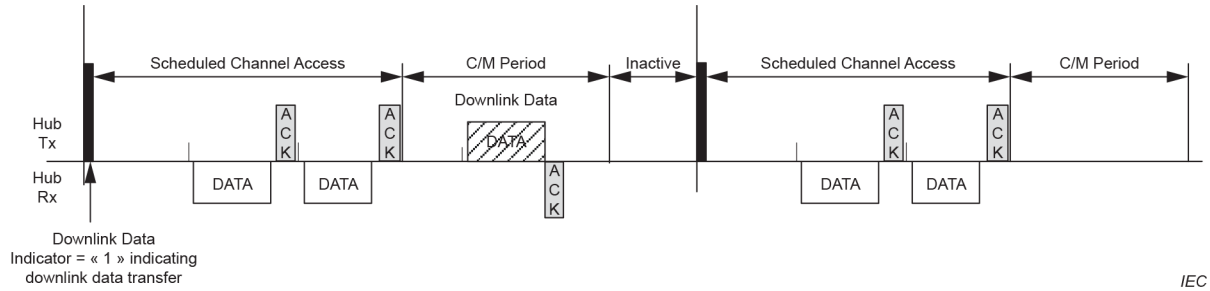


Figure 18 – Downlink data transmission illustration

7.5 Slot reassignment

A hub shall inform a node of the new scheduled slot reassignment through the following steps.

- A value of '1' in the Slot Reassignment field indicates some of the nodes in the BAN will be allocated new slots, and that an accompanying D/SR List will be sent in the same D-Beacon frame.
- The hub shall indicate the list of nodes and timing due for reassignment in the D-Beacon using the D/SR List field and Slot Reassignment Timing field respectively.
- The hub shall send the S-Ras frame in the Control and Management Period.
- The hub shall employ the Slotted Aloha Channel Access mechanism with a User Priority level of 3. The hub shall also determine the range of contention probabilities corresponding to the User Priority levels as defined in 5.4.
- If the hub is unable to gain access or transmit in the current Inter-beacon Interval, the hub shall attempt again in the next Inter-beacon Interval using the procedure above.

The Start Slot and End Slot subfields of the S-Ras frame denote the slot reassignment timing information specifying starting and ending time slot for the node.

The nodes that received the slot re-assignment frame successfully during the Control and Management Period shall set the Command Acknowledgement field in the MAC header of the Data frame to '1' in the following Inter-beacon Interval.

The nodes shall transmit data in the newly re-assigned slots from the timing information provided in the S-Ras frame.

The hub shall clear the D/SR field if the node(s) acknowledged the receipt of the slot reassignments through the Command Acknowledgement field in the MAC header. An example of slot reassignment is shown in Figure 19. Figure 20 illustrates the scheduled period slot reassignment procedure.

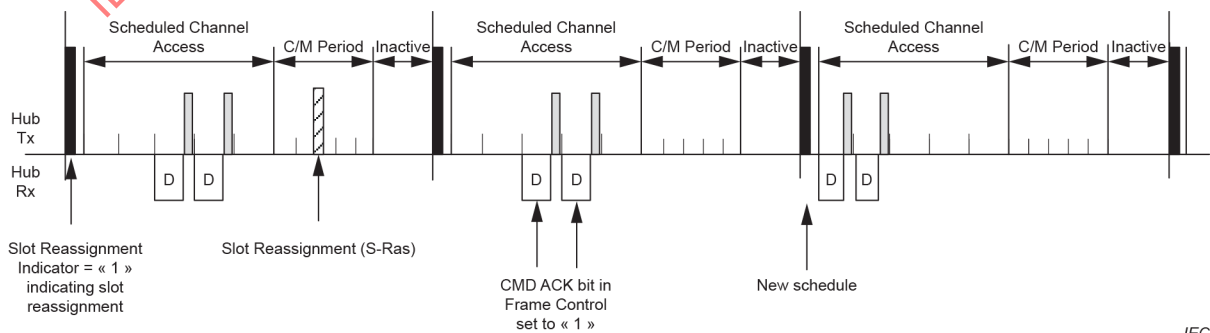


Figure 19 – Slot reassignment illustration

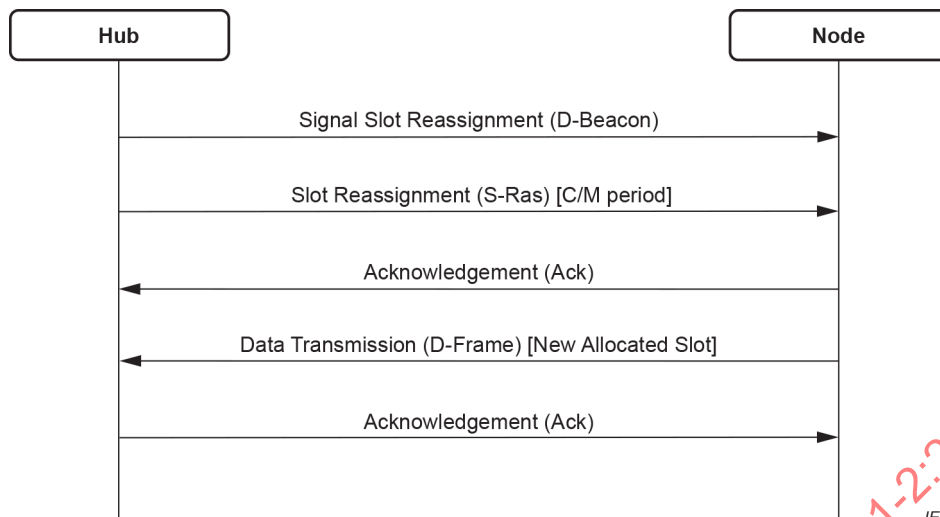


Figure 20 – Scheduled period slot reassignment procedure

7.6 Data channel migration

A hub may switch the Data Channel to a new channel. The hub shall commence the following procedure to switch the Data Channel to a new channel:

- Indicate the Data Channel migration through the Channel Migration field in the D-Beacon, with the new channel number and sequence number of the D-Beacon at which the change will occur.
- C-Beacon will advertise the new Data Channel number after the change has occurred.

An example of Data Channel Migration is illustrated in Figure 21.

Regarding long sleeping nodes, upon wake up, they will:

- 1) monitor the Control Channel last known to them;
- 2) acquire the C-Beacon of their hub, and if they fail to do so:
 - cycle between the three Control Channels until they acquire the appropriate C-Beacon;
 - read the current Data Channel number from the C-Beacon.

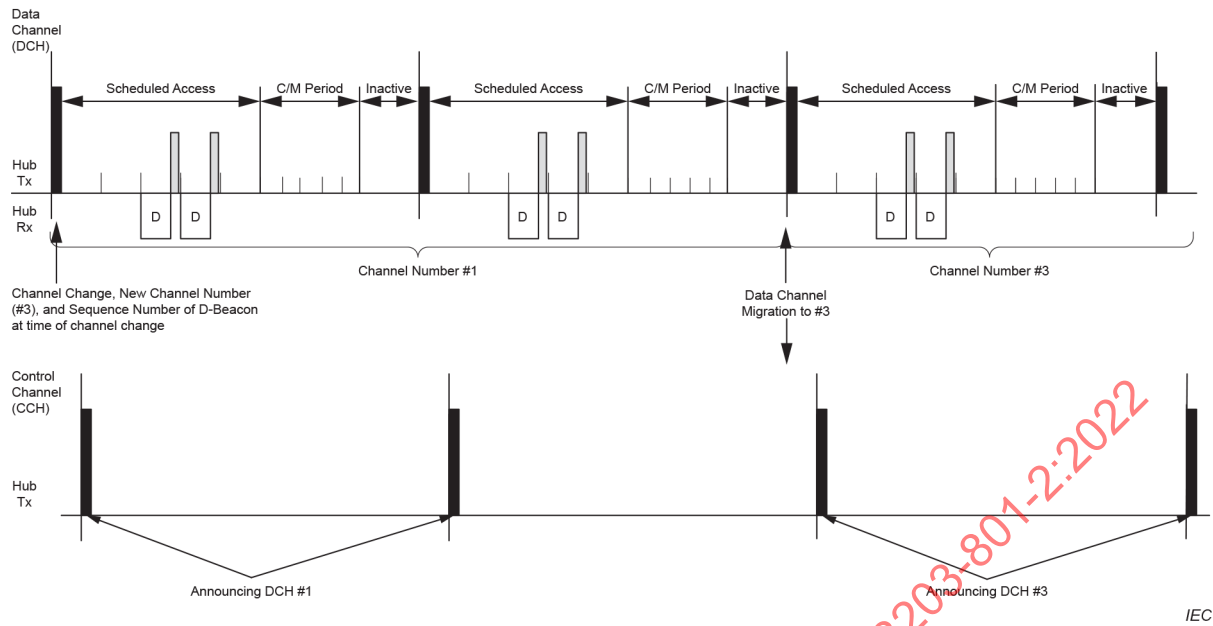


Figure 21 – Example of Data Channel Migration (from #1 to #3)

8 MAC parameters

The values of MAC parameters are listed in Table 14.

Table 14 – MAC parameters

Parameter	Value
$T_{\min}$	625 μs
T_{sch}	16/symbol rate
T_{IFS}	150 μs

Annex A (informative)

Multi-use channel access

Figure A.1 illustrates the flowchart for the operation of the Multi-use Channel Access algorithm.

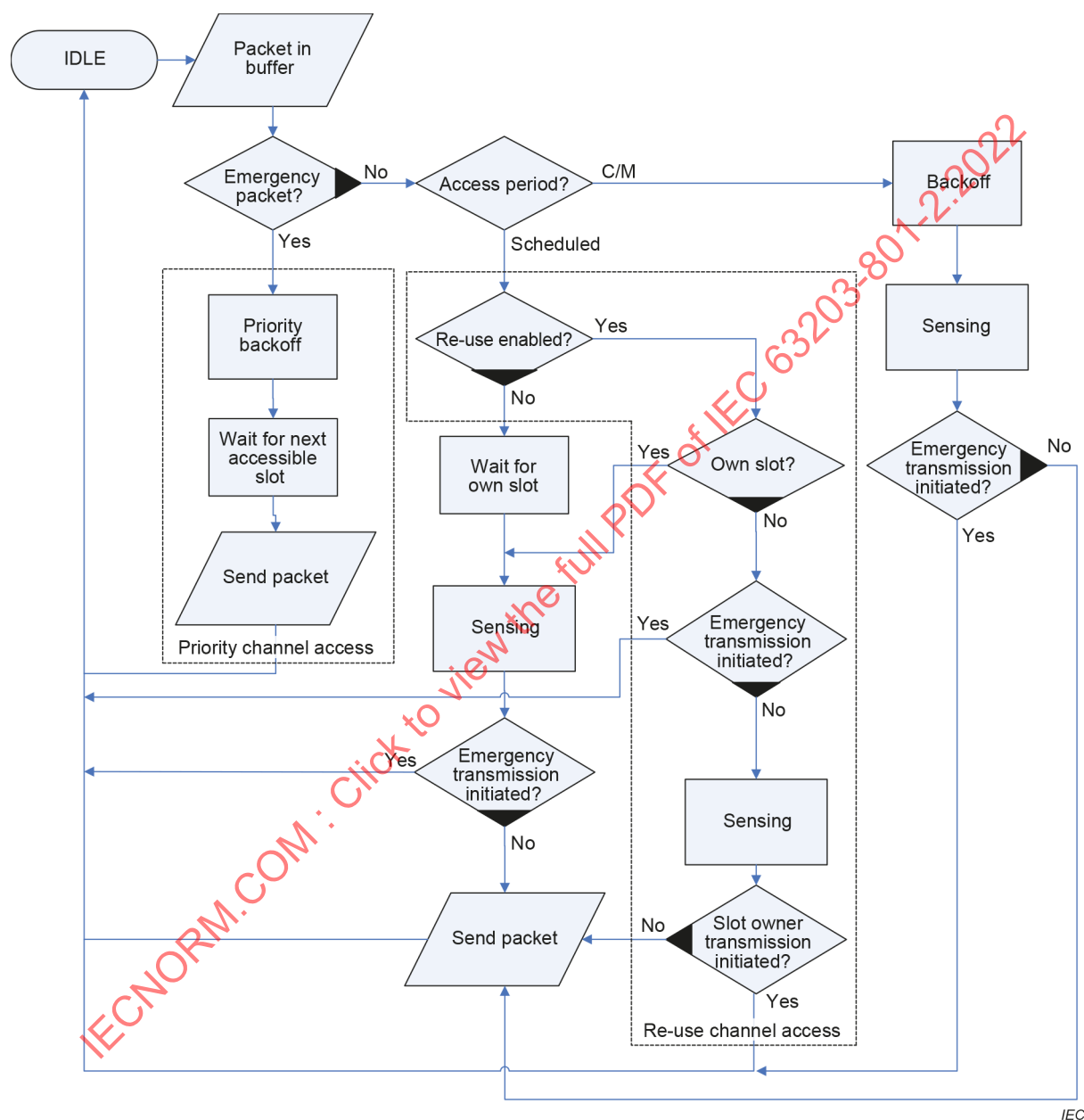


Figure A.1 – Flowchart of multi-use channel access

Bibliography

ETSI TS 103 325, *Smart Body Area Network (SmartBAN)*; Low Complexity Medium Access Control (MAC) for SmartBAN, V1.1.1 (2015-04)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63203-801-2:2022

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63203-801-2:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	42
INTRODUCTION.....	44
1 Domaine d'application	45
2 Références normatives	45
3 Termes et définitions	45
4 Abréviations	46
5 Cadre général de MAC	47
5.1 Différents types de dispositifs	47
5.2 Spectre de fréquence.....	48
5.3 Format du canal.....	48
5.3.1 Format du canal de commande.....	48
5.3.2 Format du canal de données.....	49
5.4 Priorités utilisateur	52
5.5 Node ID	52
5.6 IU	52
6 Formats de trame	53
6.1 Format général de la trame MAC	53
6.1.1 Description générale.....	53
6.1.2 MAC header	54
6.1.3 MAC Frame Body	57
6.1.4 Frame Parity.....	57
6.2 Trames de gestion	57
6.2.1 C-Beacon	57
6.2.2 D-Beacon	59
6.2.3 C-Req.....	62
6.2.4 C-Ass	64
6.2.5 S-Ras	66
6.2.6 D-Req.....	66
6.2.7 D-Res.....	66
6.3 C-Frame	67
6.4 D-Frame	67
7 Fonctions MAC	67
7.1 Généralités	67
7.2 Création et initialisation de la connexion d'un SmartBAN	67
7.2.1 Création d'un SmartBAN.....	67
7.2.2 Initialisation de la connexion.....	67
7.3 Accès au canal	68
7.3.1 Accès programmé au canal.....	68
7.3.2 Accès au canal Aloha à segmentation temporelle	69
7.3.3 Accès au canal multi-utilisateur	70
7.4 Transmission supplémentaire de données en liaison descendante	73
7.5 Réattribution de l'intervalle	73
7.6 Migration du canal de données	75
8 Paramètres MAC	75
Annexe A (informative) Accès au canal multi-utilisateur	76
Bibliographie.....	77

Figure 1 – Topologie SmartBAN.....	48
Figure 2 – Structure du canal de commande.....	49
Figure 3 – Périodes d'accès dans le canal de données.....	49
Figure 4 – Structure de l'intervalle à accès programmé.....	50
Figure 5 – Structure de l'intervalle de commande et de gestion.....	50
Figure 6 – Structure de l'intervalle à accès multi-utilisateur.....	51
Figure 7 – Structure d'une IU.....	53
Figure 8 – Format général de la trame MAC.....	54
Figure 9 – Structure de l'en-tête MAC.....	54
Figure 10 – Format de commande de la trame.....	54
Figure 11 – Format de la trame C-Beacon.....	58
Figure 12 – Format de la trame D-Beacon.....	60
Figure 13 – Format de la trame C-Req.....	62
Figure 14 – Format de la trame C-Ass.....	64
Figure 15 – Structure de la trame D-Req (du concentrateur au nœud).....	67
Figure 16 – Procédure de connexion.....	68
Figure 17 – Accès programmé au canal.....	68
Figure 18 – Représentation de la transmission de données en liaison descendante.....	73
Figure 19 – Représentation de la réattribution de l'intervalle.....	74
Figure 20 – Procédure de réattribution de l'intervalle de période programmée.....	74
Figure 21 – Exemple de migration de canal de données (de n°1 à n°3).....	75
Figure A.1 – Organigramme de l'accès au canal multi-utilisateur.....	76
Tableau 1 – Valeurs de T_{MUA}	51
Tableau 2 – Liste des priorités de l'utilisateur.....	52
Tableau 3 – Probabilités de contestation pour différentes priorités utilisateur.....	52
Tableau 4 – Tableau des identifiants de nœud.....	52
Tableau 5 – Element ID pour différentes opérations.....	53
Tableau 6 – Champs de type et de sous-type de trame.....	55
Tableau 7 – Tableau des identifiants.....	57
Tableau 8 – Codage du champ Slot Length.....	58
Tableau 9 – Valeurs du bit pour le champ Duty Cycling.....	59
Tableau 10 – Mapping du champ PHY Capability.....	63
Tableau 11 – Champ IM pour l'IU de demande d'allocation.....	64
Tableau 12 – Champ IM pour l'IU d'attribution des allocations.....	65
Tableau 13 – Champ IM pour l'IU S-Ras.....	66
Tableau 14 – Paramètres MAC.....	75

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNOLOGIES ET DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES PRÊTS-À-PORTER –

**Partie 801-2: Smart body area network (SmartBAN) –
Contrôle d'accès au support (MAC) à faible complexité pour SmartBAN**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 63203-801-2 été établie par le comité d'études 124 de l'IEC: Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
124/198/FDIS	124/206/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63203, publiées sous le titre général *Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63203-801-2:2022

INTRODUCTION

Le CE 124 élabore des Normes internationales pour le réseau corporel (BAN, body area network) afin de définir la connectivité sans fil entre le coordinateur du concentrateur et les nœuds de détection. La série IEC 63203-801 est composée des parties suivantes, sous le titre général "Smart body area network (SmartBAN)":

IEC 63203-801-1: Couche physique améliorée à ultra-faible puissance

IEC 63203-801-2: Contrôle d'accès au support (MAC) à faible complexité pour SmartBAN

Le présent document décrit les spécifications relatives au contrôle d'accès au support (MAC, medium access control), notamment la structure des canaux, les formats de trame MAC et les fonctions MAC.

Le présent document est issu de la spécification technique correspondante (ETSI TS 103 325) normalisée par l'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI) et rend compte des résultats des travaux du groupe de travail 4 du CE 124 de l'IEC sur les dispositifs et les systèmes. Le présent document reflète les contributions et les discussions des experts du CE 124 de l'IEC, des comités miroirs, des membres de liaison et du groupe consultatif commun (JAG) entre le SyC AAL de l'IEC et les CE 100 et 124 de l'IEC. Le présent document contient du matériel recueilli à partir des rapports et des productions des groupes lors des réunions du CE 124 de l'IEC en mai 2018 (Manchester), octobre 2018 (Busan), mai 2019 (San Francisco), septembre 2019 (Shanghai), novembre 2020 (en ligne) ainsi que des informations obtenues lors de plusieurs réunions en ligne.

Des experts des comités nationaux et des organismes de liaison suivants ont apporté leur contribution: BE, CN, DE, FI, FR, GB, IN, JP, KR, MY, NL, US et ETSI TC SmartBAN.

Le présent document se positionne également comme un résultat des activités du JAG. Lors de l'assemblée générale de l'IEC à Busan en 2018, trois comités liés aux systèmes et technologies prêts-à-porter, le SyC AAL et les CE 100 et 124 de l'IEC, ont organisé un atelier commun et ont convenu de collaborer à l'élaboration de normes pertinentes et de partager leurs rôles. Cet accord de collaboration a abouti sur un groupe consultatif commun (JAG, Joint Advisory Group), qui a été créé et géré par le SyC. AAL en 2019.

Le public cible du présent document comprend les parties prenantes suivantes qui s'intéressent aux systèmes et services utilisant des dispositifs prêts-à-porter:

- les fabricants de dispositifs électroniques grand public (EGP) et de technologies de l'information et de la communication (TIC);
- les intégrateurs de systèmes qui souhaitent utiliser les dispositifs et technologies prêts-à-porter;
- les opérateurs de services qui sont intéressés par les systèmes et services AAL;
- les parties prenantes qui souhaitent comprendre les technologies et les exigences en matière de connectivité sans fil entre les nœuds de détection prêts-à-porter et les coordinateurs du concentrateur.

TECHNOLOGIES ET DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES PRÊTS-À-PORTER –

Partie 801-2: Smart body area network (SmartBAN) – Contrôle d'accès au support (MAC) à faible complexité pour SmartBAN

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63203-801 spécifie un contrôle d'accès au support (MAC) à faible complexité pour SmartBAN.

Alors que l'utilisation des dispositifs de capteurs corporels prêts-à-porter et connectés s'accroît rapidement dans l'Internet des objets (IoT, Internet of Things), les réseaux corporels sans fil (BAN) facilitent le partage des données dans les environnements intelligents tels que les maisons intelligentes, la vie intelligente, etc. Dans des domaines spécifiques des soins de santé numériques, la connectivité sans fil entre le dispositif informatique périphérique ou le coordinateur du concentrateur et les nœuds de détection exige une interface et des protocoles de communication normalisés.

Le présent document décrit les spécifications relatives au contrôle d'accès au support (MAC) suivantes:

- structure du canal ;
- formats de trame MAC ;
- fonctions MAC.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 63203-801-1:2022, *Wearable electronic devices and technologies – Part 801-1: Smart body area network (SmartBAN) – Enhanced ultra-low power physical layer (disponible en anglais seulement)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1

balise

trame transmise par un concentrateur pour faciliter la gestion du réseau, telle que la coordination de l'accès au support et la gestion de l'alimentation des nœuds dans le SmartBAN, et pour faciliter la synchronisation de l'horloge avec le concentrateur

3.2

période de balise

durée pendant laquelle une balise est transmise

3.3

liaison descendante

liaison de communication pour le transfert du trafic de gestion et de données d'un concentrateur à un nœud

3.4

concentrateur

entité qui possède la fonctionnalité d'un nœud et coordonne l'accès au support et la gestion de l'alimentation des nœuds dans le SmartBAN

3.5

période d'inactivité

période suivant une séquence de transmission active pendant laquelle l'équipement ne transmet pas ou ne reçoit pas

3.6

nœud

toute entité se conformant au contrôle d'accès au support et à l'interface physique du support sans fil du SmartBAN

3.7

accès prioritaire au canal

accès le plus prioritaire pendant l'accès au canal multi-utilisateur

3.8

accès au canal de réutilisation

accès prioritaire pendant l'accès au canal multi-utilisateur qui permet de réutiliser les intervalles de temps programmés mais non utilisés

3.9

accès programmé

un ou plusieurs intervalles de temps récurrents programmés qu'un nœud et un concentrateur obtiennent en utilisant un accès programmé pour initier des transactions de trame

Note 1 à l'article: Une allocation programmée est une allocation de liaison montante, une allocation de liaison descendante adaptée à la prise en charge d'un trafic périodique ou quasi périodique à cycle de service élevé ou faible selon une programmation déterminée

3.10

liaison montante

liaison de communication pour le transfert du trafic de gestion et de données d'un nœud à un concentrateur

4 Abréviations

ACK	(Acknowledgement) accusé de réception
BAN	(Body area network) réseau corporel
C-Ass	(Connection assignment) attribution de la connexion
C-Beacon	(Control channel beacon) balise de canal de commande
C-Frame	(Control frame) trame de commande
CRC	Contrôle de redondance cyclique
C-Req	(Connection request) demande de connexion

D/SR	(Downlink/slot reassignment) réattribution de la liaison descendante/de l'intervalle de temps
D-Beacon	(Data channel beacon) balise de canal de commande
D-Frame	(Data frame) trame de données
D-Req	(Disconnection request) demande de déconnexion
D-Res	(Disconnection response) réponse de déconnexion
EUI-48™	(Extended Unique Identifier-48 bits) identifiant unique étendu-48 bits
FCS	(Frame check sequence) séquence de contrôle de trame
FEC	(Forward error correction) correction d'erreurs sans voie de retour
IFS	(Inter-frame spacing) espacement entre trames
IM	(Information module) module d'information
ISM	Industriel, scientifique et médical
IU	(Information unit) unité d'information
MAC	(Medium access control) contrôle d'accès au support
NACK	(Negative acknowledgement) accusé de réception négatif
NID	(Node ID) identifiant de nœud
PHY	(Physical layer) couche physique
REP	(Repetition coding) codage de répétition
Rx	(Receive) réception
S-Ras	(Réattribution de l'intervalle) réattribution de l'intervalle de temps
Tx	(Transmit) transmission
UL	(Uplink) liaison montante

5 Cadre général de MAC

5.1 Différents types de dispositifs

L'Article 5 fournit le cadre MAC principal pour les nœuds et les concentrateurs.

Deux types de dispositifs différents peuvent participer au SmartBAN:

- 1) dispositif de détection (nœud); et
- 2) dispositif de coordination (concentrateur).

Un concentrateur est un dispositif qui joue le rôle de coordinateur SmartBAN. Un nœud est un dispositif qui agit comme une source d'information ou un puits d'information. Un concentrateur et au moins un nœud constituent un SmartBAN.

Un SmartBAN doit être organisé selon une topologie en étoile représentée à la Figure 1. Elle doit être constituée d'au moins un nœud communiquant directement avec le concentrateur.

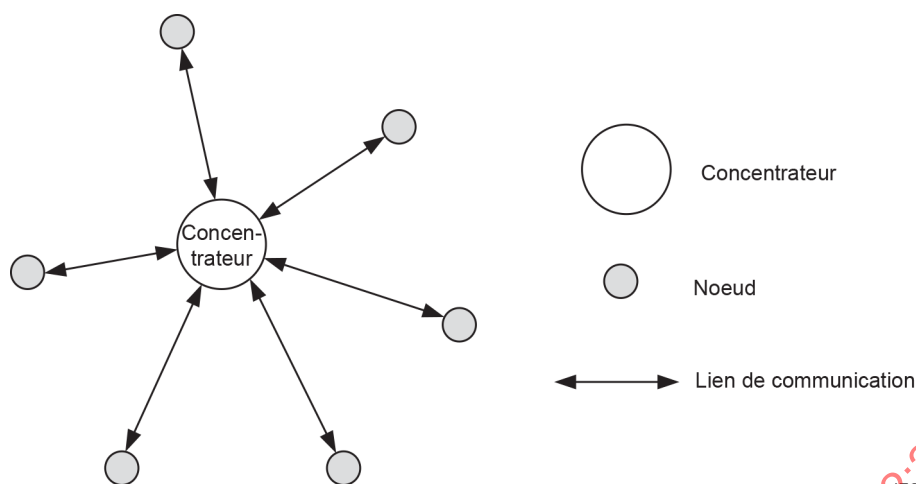


Figure 1 – Topologie SmartBAN

Le concentrateur et les nœuds doivent communiquer à l'aide de moyens de communication appelés "canaux". Un SmartBAN doit utiliser deux entités de canal différentes pour permettre la communication entre le concentrateur et les nœuds. Les entités du canal se voient attribuer les noms suivants:

- canal de données (Data Channel) ;
- canal de commande (Control Channel).

Chaque SmartBAN doit utiliser un canal de commande et un canal de données à tout moment.

5.2 Spectre de fréquence

La fréquence de fonctionnement doit être comprise entre 2 401 MHz et 2 481 MHz. Les canaux doivent être disposés en blocs de 2 MHz avec les fréquences centrales suivantes:

$$f_c = 2\,402 + 2 \times n \text{ MHz, où } n = 0 \text{ à } 39.$$

Les canaux sont classés en canaux de données et canaux de commande avec:

- 3 canaux de commande, dans lesquels sont transmises les trames de commande du concentrateur (sous forme de C-Beacon);
- 37 canaux de données, dans lesquels sont transmises les trames de données, de commande et de gestion.

La liste des canaux se trouve dans l'IEC 63203-801-1.

5.3 Format du canal

5.3.1 Format du canal de commande

Seuls les concentrateurs doivent transmettre sur les canaux de commande indiqués à la Figure 2. Un concentrateur doit sélectionner un canal de commande dans la liste des canaux de commande de l'IEC 63203-801-1:2022, Tableau 1 et transmettre une trame de balise de commande (C-Beacon) sur le canal de commande choisi toutes les T_C s. Le format de C-Beacon est défini en 6.2.1.

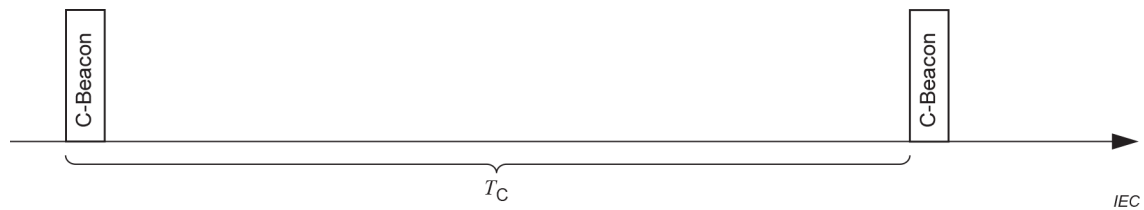


Figure 2 – Structure du canal de commande

5.3.2 Format du canal de données

5.3.2.1 Description du canal de données

Les dispositifs du concentrateur et des nœuds peuvent tous deux transmettre sur les canaux de données. Un concentrateur doit sélectionner un canal de données dans la liste des canaux de données de l'IEC 63203-801-1:2022, Tableau 1, sur lequel les dispositifs du concentrateur et des nœuds du SmartBAN associé peuvent transmettre. Le format du canal de données est représenté à la Figure 3. Pour tout SmartBAN, le canal de données est divisé en intervalles de temps de T_D s, connus sous le nom d'intervalle interbalises (Inter-beacon Interval). Les limites de chaque intervalle interbalises doivent être marquées par la transmission d'une balise de canal de données (D-Beacon). Un concentrateur doit transmettre une D-Beacon au début de chaque intervalle interbalises.

Chaque intervalle interbalises doit être divisé en L_D époques distinctes appelées intervalles de temps. La durée de chaque intervalle de temps est T_S . La durée de chaque intervalle interbalises doit être de $(L_D \times T_S)$ s. Tout dispositif transmettant dans un intervalle de temps doit vérifier que la transmission a lieu pendant la durée de cet intervalle de temps.

Chaque intervalle interbalises doit être composé de quatre périodes distinctes:

- 1) période de balise, consistant en un seul intervalle de temps, pendant laquelle la trame de D-Beacon doit être transmise par le concentrateur. Aucun nœud ne doit transmettre pendant cette période;
- 2) période programmée, composée de N_S intervalles de temps, pendant laquelle se produisent des transmissions et des accusés de réception programmés;
- 3) période de commande et de gestion, constituée de N_{CM} intervalles de temps, pendant laquelle se produisent l'accès non programmé et la signalisation de commande et de gestion;
- 4) période d'inactivité, pendant laquelle aucune transmission n'a lieu.

Les intervalles de temps doivent être identifiés par une séquence de 10 bits indiquant la position de l'intervalle de temps dans un intervalle interbalises. La période de balise, qui consiste en un intervalle de temps, doit avoir le numéro de séquence 0000000000. Les intervalles de temps ultérieurs doivent avoir des numéros de séquence incrémentés du nombre d'intervalles de temps suivant la période de balise.

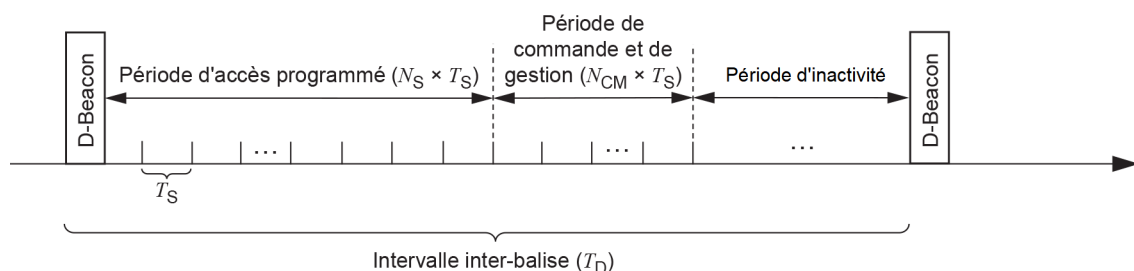


Figure 3 – Périodes d'accès dans le canal de données

La période d'accès programmé doit commencer à la limite de l'intervalle de temps qui suit immédiatement la balise. La période d'accès programmé peut être de longueur nulle, auquel cas la période de commande et de gestion doit commencer immédiatement après la période de balise. La période de commande et de gestion doit commencer à la limite de l'intervalle de temps qui suit immédiatement la période d'accès programmé. La période d'inactivité doit commencer à la limite de l'intervalle de temps qui suit immédiatement la période de commande et de gestion.

Trois types de mécanismes d'accès au canal peuvent être utilisés dans les périodes d'accès:

- accès programmé au canal, pendant la période d'accès programmé;
- accès au canal Aloha à segmentation temporelle, pendant la période de commande et de gestion;
- accès au canal multi-utilisateur, pendant la période d'accès programmé et la période de commande et de gestion.

Le concentrateur et les nœuds doivent toujours prendre en charge l'accès programmé au canal et l'accès au canal Aloha à segmentation temporelle, et peuvent prendre en charge l'accès au canal multi-utilisateur. L'accès au canal multi-utilisateur ne peut être utilisé que si chaque nœud du SmartBAN le prend en charge. Chaque mécanisme d'accès au canal doit respecter sa structure de l'intervalle respective, comme cela est décrit en 5.3.2.2.

5.3.2.2 Structure de l'intervalle à accès programmé

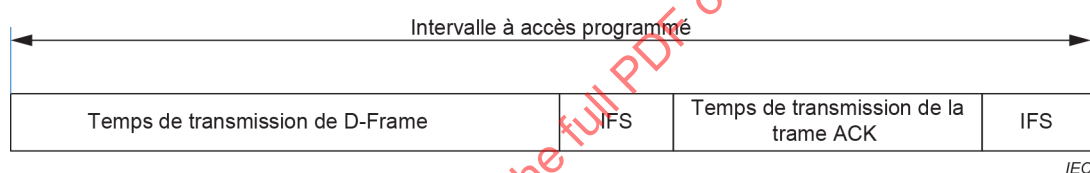


Figure 4 – Structure de l'intervalle à accès programmé

Les intervalles de temps à accès programmé doivent suivre la structure représentée à la Figure 4. Tous les intervalles de temps à accès programmé attribués par le concentrateur doivent se situer dans la période d'accès programmé.

L'intervalle de temps à accès programmé doit être composé de deux périodes de transmission au plus:

- 1) transmission de D-Frame: le dispositif qui est attribué à l'intervalle de temps doit transmettre;
- 2) transmission de la trame ACK: si la politique ACK de la trame reçue définie en 6.1.2.2.3 est '0' et que la transmission est réussie, le dispositif récepteur doit transmettre une trame d'accusé de réception. Si la politique ACK est '1' et que la transmission n'est pas réussie, le dispositif récepteur doit transmettre une trame d'accusé de réception négatif (NACK). La période de transmission de la trame ACK doit commencer un IFS après la fin de la période de transmission des données et se terminer au moins un IFS avant la fin de l'intervalle de temps.

5.3.2.3 Structure de l'intervalle de temps de commande et de gestion

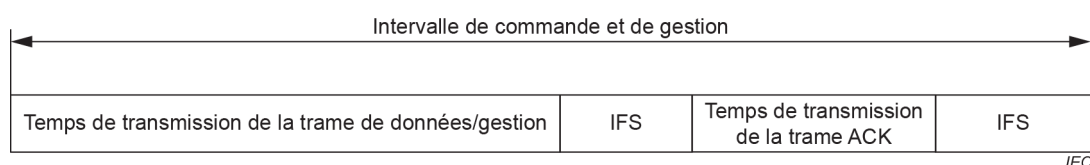


Figure 5 – Structure de l'intervalle de commande et de gestion

Les intervalles de temps de commande et de gestion doivent suivre la structure représentée à la Figure 5.

L'intervalle de temps de commande et de gestion doit être composé de deux périodes de transmission:

- 1) transmission de la trame de données/gestion: tout dispositif souhaitant transmettre des trames de données ou de gestion peut le faire;
- 2) transmission de la trame ACK: si la politique ACK de la trame reçue définie en 6.1.2.2.3 est '0' et que la transmission est réussie, le dispositif récepteur doit transmettre une trame d'accusé de réception. Si la politique ACK est '1' et que la transmission n'est pas réussie, le dispositif récepteur doit transmettre une trame d'accusé de réception négatif (NACK). La période de transmission de la trame ACK doit commencer un IFS après la fin de la période de transmission des données et se terminer au moins un IFS avant la fin de l'intervalle de temps.

5.3.2.4 Structure de l'intervalle à accès multi-utilisateur

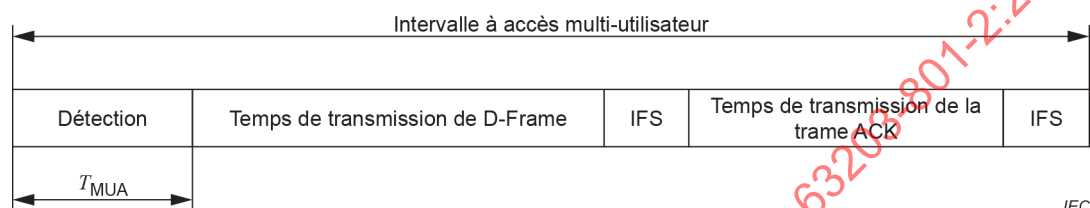


Figure 6 – Structure de l'intervalle à accès multi-utilisateur

Il convient que les intervalles de temps à accès multi-utilisateur suivent la structure représentée à la Figure 6. La prise en charge de l'intervalle de temps à accès multi-utilisateur est facultative. Il convient d'utiliser les intervalles de temps à accès multi-utilisateur lorsque l'accès multi-utilisateur est en service.

Il convient que l'intervalle à accès multi-utilisateur comprenne une période de détection et deux périodes de transmission au plus:

- détection; il convient que la période de détection, T_{MUA} , dépende du type de trafic. Les valeurs de T_{MUA} sont définies dans le Tableau 1, où T_{sch} est la période de détection minimale comme cela est défini à l'Article 8. Il convient que tout dispositif souhaitant transmettre détecte le canal pendant une période de T_{MUA} . Si le canal est occupé, il convient que le dispositif attende le prochain intervalle à accès multi-utilisateur disponible avant de faire une nouvelle tentative. Si le canal est considéré comme inoccupé, le dispositif peut commencer à transmettre des données ;
- transmission de D-Frame: tout dispositif qui a détecté le canal pendant la période de détection ci-dessus peut transmettre si le canal est considéré comme inoccupé ;
- période d'accusé de réception; le dispositif de réception peut transmettre une trame d'accusé de réception si la transmission est réussie, selon la politique d'accusé de réception.

Tableau 1 – Valeurs de T_{MUA}

Type d'utilisateur	Type de trafic	Période d'accès	T_{MUA}
Tout utilisateur	Trafic de très haute priorité (priorité utilisateur 3)	Accès programmé	0
Propriétaire de l'intervalle	Tout trafic	Accès programmé	T_{sch}
Non-propriétaire de l'intervalle	Tout trafic	Accès programmé	$2 \times T_{sch}$
Tout utilisateur	Trafic de très haute priorité (priorité utilisateur 3)	Accès de commande et de gestion	0
Tout utilisateur	Tout trafic	Accès de commande et de gestion	T_{sch}

5.4 Priorités utilisateur

Quatre niveaux de priorité utilisateur doivent être définis dans le cadre de l'exploitation d'un SmartBAN. Les priorités utilisateur sont définies dans le Tableau 2. La priorité utilisateur doit déterminer la probabilité de contention du nœud dans l'accès au canal Aloha à segmentation temporelle. La plage des probabilités de contention pour les différents niveaux de priorité de l'utilisateur est indiquée dans le Tableau 3.

Tableau 2 – Liste des priorités de l'utilisateur

Priorité utilisateur	Type de données
0	Priorité faible
1	Priorité moyenne
2	Priorité élevée
3	Priorité très élevée

Tableau 3 – Probabilités de contestation pour différentes priorités utilisateur

Priorité utilisateur	Probabilité de contention	
	$CP_{\max}$	$CP_{\min}$
0	1/8	1/16
1	1/4	1/16
2	1/2	1/8
3	1	1/2

5.5 Node ID

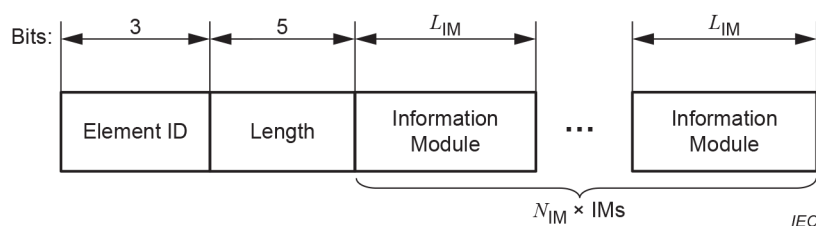
Le Node ID (identifiant de nœud) des dispositifs d'un SmartBAN doit être attribué conformément au Tableau 4.

Tableau 4 – Tableau des identifiants de nœud

Valeur NID	Sous-total NID	Notation NID	Utilisation du NID
00000000	1	NID non connecté	Pour la monodiffusion de/vers des nœuds non connectés dans un BAN
00000001-00010000	16	NID connecté	Pour la monodiffusion de/vers des nœuds connectés dans un BAN
00010101	1	NID du concentrateur	Pour les concentrateurs
11111111	1	NID de diffusion	Pour la diffusion à tous les nœuds

5.6 IU

Les IU (unité d'information) encapsulent les informations exigées pour des opérations spécifiques. Les opérations qui exigent des IU doivent utiliser l'identifiant d'élément approprié qui figure dans le Tableau 5 doit être formatée comme cela est représenté à la Figure 7.

**Figure 7 – Structure d'une IU**

Une IU comprend un champ Element ID (identification de l'élément), un champ Length (longueur) et plusieurs champs Information Module (IM, module d'information).

Le champ Element ID indique le type d'opération pour lequel l'IU est utilisée. Le champ doit être défini conformément au Tableau 5.

Le champ Length indique le nombre de champs IM que comporte l'IU. Chaque IU peut avoir jusqu'à 32 champs IM.

Le champ Information Module est spécifique à l'opération et a une longueur de L_{IM} .

Tableau 5 – Element ID pour différentes opérations

Element ID	Opération	Description
000	Demande de liaison montante	Spécifie les exigences de la liaison montante pour les transmissions programmées en liaison montante
001	Demande de liaison descendante	Spécifie les exigences de la liaison descendante pour les transmissions programmées en liaison descendante
010	Attribution de la liaison montante	Spécifie les paramètres d'attribution de la liaison montante pour les transmissions programmées
011	Attribution de la demande de liaison descendante	Spécifie les paramètres d'attribution de la liaison descendante pour les transmissions programmées
100	Réattribution de l'intervalle de liaison montante	Spécifie les nouvelles attributions d'intervalles dans la période d'accès programmée pour les différents nœuds de la liaison montante
101	Réattribution de l'intervalle de liaison descendante	Spécifie les nouvelles attributions d'intervalles dans la période d'accès programmée pour les différents nœuds de la liaison descendante

6 Formats de trame

6.1 Format général de la trame MAC

6.1.1 Description générale

Toutes les trames MAC doivent être formées par la concaténation d'un en-tête MAC de 56 bits, d'un corps de trame MAC de L_F bits et d'une parité de trame de 16 bits, comme le représente la Figure 8. Le corps de la trame MAC a une longueur de L_F bits et n'est présent que s'il a une longueur non nulle. La trame MAC doit également être appelée MPDU.

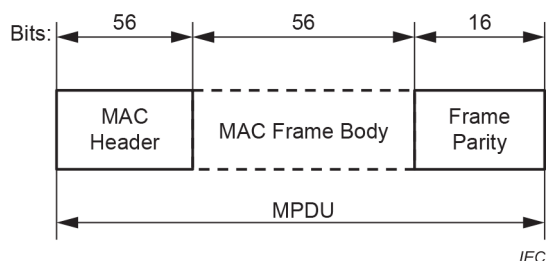


Figure 8 – Format général de la trame MAC

6.1.2 MAC header

6.1.2.1 Format de MAC Header

La Figure 9 représente le format de MAC Header (en-tête MAC). L'en-tête MAC doit être composé de:

- un champ Frame Control (contrôle de trame) ;
- un champ Recipient ID (identifiant du destinataire) ;
- un champ Sender ID (identifiant de l'expéditeur) ;
- un champ BAN ID (identifiant du BAN) ; et
- une FCS.

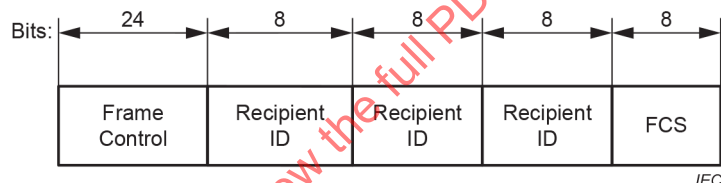


Figure 9 – Structure de l'en-tête MAC

6.1.2.2 Frame Control

6.1.2.2.1 Format de Frame Control

Le champ Frame Control (commande de la trame) de 24 bits doit être formaté comme cela est représenté à la Figure 10.

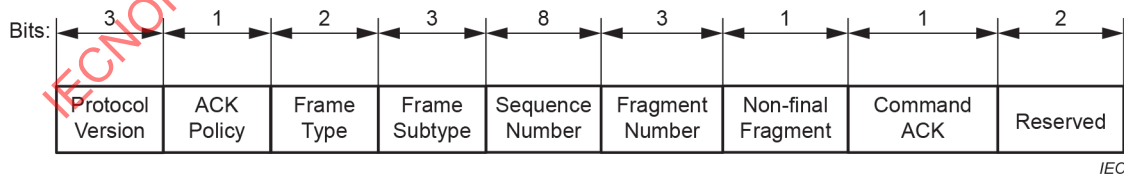


Figure 10 – Format de commande de la trame

6.1.2.2.2 Protocol Version

Le champ Protocol Version (version du protocole) a pour valeur '000'. Toutes les autres valeurs sont réservées.

6.1.2.2.3 ACK policy

Le champ ACK Policy (politique ACK) indique le type d'accusé de réception utilisé par la trame actuelle. Le champ est défini sur "0" pour indiquer qu'une trame ACK doit être envoyée.

lorsqu'une transmission est réussie. Le champ est défini sur "1" pour indiquer qu'aucune trame ACK ne doit être envoyée lorsqu'une transmission est réussie, mais qu'un NACK doit être envoyé lorsqu'une transmission échoue. Lorsque NID est défini sur "11111111" (Diffusion), la politique ACK n'est pas appliquée.

6.1.2.2.4 Frame Type

Le champ Frame Type (type de trame) est défini pour indiquer le type de la trame actuelle. Les trois types de trames définis sont: Gestion, commande et données. Le sous-type de trame et le type de trame sont donnés dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Champs de type et de sous-type de trame

Valeur du champ	Type de trame	Valeur du champ	Sous-type de trame
00	Gestion	000	Balise
00	Gestion	001	Demande de connexion
00	Gestion	010	Attribution des connexions
00	Gestion	011	Réattribution de l'intervalle
00	Gestion	100	Demande de déconnexion
00	Gestion	101	Réponse à la déconnexion
00	Gestion	110	Interconcentrateur
00	Gestion	111	Réservé
01	Commande	000	ACK
01	Commande	001	NACK
10	Données	000	Priorité utilisateur 0
10	Données	001	Priorité utilisateur 1
10	Données	010	Priorité utilisateur 2
10	Données	011	Priorité utilisateur 3
10	Données	100	Interconcentrateur
11	Réservé	101-111	Réservé

6.1.2.2.5 Frame Subtype

Le champ Frame subtype (sous-type de trame) doit être défini comme cela est indiqué dans le Tableau 6.

6.1.2.2.6 Sequence Number

Le champ Sequence Number (numéro de séquence) spécifie l'identifiant de séquence de la trame.

Sequence Number s'applique à la fois aux trames de balises et de données. Les valeurs du champ Sequence Number sont définies comme suit:

- Le champ est défini sur zéro si la trame est la première trame de ce sous-type de trame destinée à un destinataire ;
- Le champ est incrémenté de un, modulo 256, par rapport à sa valeur dans la trame qui était du même type de trame que ce sous-type de trame et adressée à un destinataire ;
- Pour les trames de type données, le champ est conservé avec la même valeur si les trames contiennent des fragments du même corps de trame MAC ou sont retransmises au même destinataire.

6.1.2.2.7 Fragment Number

Le champ Fragment Number (numéro de fragment) de 3 bits est applicable aux trames de type données. Les valeurs de Fragment Number sont définies comme suit:

- Le champ Fragment Number est défini sur zéro si la trame actuelle ne contient aucun corps de trame MAC, un corps de trame MAC non fragmenté ou le premier fragment d'un corps de trame MAC. ;
- La valeur de ce champ est incrémentée de un par rapport à sa valeur dans la trame qui contient le fragment précédent du corps de trame MAC si la trame actuelle contient un fragment qui n'est pas le premier d'un corps de trame MAC fragmenté ou elle est conservée avec la même valeur si la trame est retransmise au même destinataire.

Dans toutes les autres trames, il est réservé.

6.1.2.2.8 Non-final Fragment

Le champ Non-final Fragment (fragment non final) de 1 bit est uniquement applicable aux trames de type données.

Le champ Non-final Fragment est défini comme suit:

- sur 0 (zéro) si la trame actuelle ne contient aucun corps de trame MAC, un corps de trame MAC non fragmenté ou le fragment final d'un corps de trame MAC; ou
- sur 1 (un) si la trame contient un fragment non final d'un corps de trame MAC fragmenté.

Dans toutes les autres trames, il est réservé.

6.1.2.2.9 Command Acknowledgement

Le champ Command Acknowledgement (accusé de réception de commande) de 1 bit doit être défini comme suit:

- sur 1 (un) si le nœud accuse réception de la commande de réattribution de l'intervalle ou de demande de données en liaison descendante du concentrateur;
- sinon, la valeur est définie sur 0 (zéro).

6.1.2.3 Recipient ID

Recipient ID (identifiant du destinataire) est un ID de 8 bits identifiant le destinataire de la trame, attribué précédemment par le concentrateur conformément au Tableau 4. L'identifiant du destinataire spécifique de chaque trame est défini dans le Tableau 7.

6.1.2.4 Sender ID

Sender ID (identifiant de l'expéditeur) est une séquence de 8 bits identifiant l'expéditeur de la trame. L'identifiant de l'expéditeur spécifique de chaque trame est défini dans le Tableau 7.

6.1.2.5 BAN ID

BAN ID (identifiant du BAN) est une adresse abrégée de 8 bits identifiant le SmartBAN de l'expéditeur et du destinataire. Le BAN ID spécifique de chaque trame est défini dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Tableau des identifiants

Type	Sous-type	Sender ID	Recipient ID	BAN ID
Gestion	Balise	Hub ID	Diffusion	Hub ID
Gestion	Demande de connexion	ID non connecté	Hub ID	Hub ID
Gestion	Attribution des connexions	Hub ID	ID non connecté	Hub ID
Gestion	Réattribution de l'intervalle	Hub ID	Diffusion	Hub ID
Gestion	Demande de déconnexion	Node ID	Hub ID	Hub ID
Gestion	Réponse à la déconnexion	Hub ID	Node ID	Hub ID
Gestion	Interconcentrateur	Hub ID	Recipient BAN Hub ID	Hub ID
Données	Priorité utilisateur (0 -3)	Hub ID/Node ID	Node ID/Hub ID	Hub ID
Données	Interconcentrateur	Hub ID	Recipient BAN Hub ID	Hub ID

6.1.2.6 FCS

La FCS de 8 bits de l'en-tête MAC est générée à l'aide du polynôme générateur $x^8 + x^7 + x^3 + x^2 + 1$.

6.1.3 MAC Frame Body

MAC frame body (corps de la trame MAC) a L_F bits. La longueur minimale admissible du corps de la trame MAC est de 0. La longueur maximale admissible du corps de la trame MAC est $L_{F,max}$, et elle est définie dans l'IEC 63203-801-1.

Le corps de trame MAC doit être constitué de l'un des types de structures de données suivants:

- trames de gestion: Ces trames concernent le contrôle de l'accès au support et les informations du système de communication. Les formats de ces champs sont définis en 6.2 ;
- C-Frame: Ce sont des trames essentielles pour le bon transfert des paquets entre les nœuds. Les formats de ces champs sont définis en 6.3 ;
- D-Frames: Ces trames sont des modules porteurs d'informations réelles (le champ est défini sur une séquence d'octets transmise comme corps de trame MAC, sans modifier l'ordre de la séquence.) Les formats de ces champs sont définis en 6.4.

6.1.4 Frame Parity

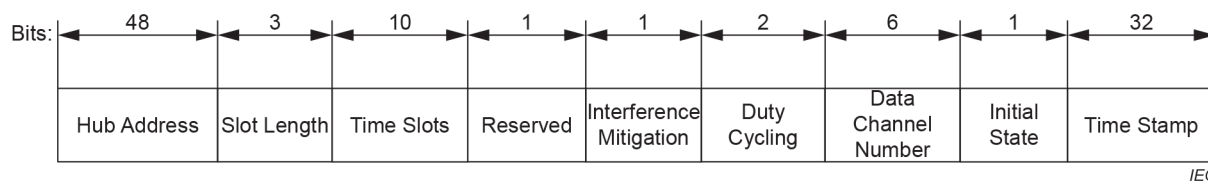
Le champ Frame Parity (parité de trame) doit contenir une séquence CRC de 16 bits du corps de la trame MAC générée à l'aide du polynôme générateur $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$.

6.2 Trames de gestion

6.2.1 C-Beacon

6.2.1.1 Format de la trame C-Beacon

Le corps de la trame MAC d'une C-Beacon doit être formaté comme cela est représenté à la Figure 11.



IEC

Figure 11 – Format de la trame C-Beacon

La trame de C-Beacon est formatée comme cela est représenté à la Figure 11. Le concentrateur transmet C-Beacon sur le canal de commande préalablement sélectionné. Le concentrateur doit transmettre une balise toutes les T_C s.

La trame de C-Beacon est constituée de neuf champs. Il s'agit de:

- hub Address (adresse du concentrateur) ;
- slot Length (longueur de l'intervalle) ;
- time Slots (intervalles de temps) ;
- reserved (réservé) ;
- interference Mitigation (atténuation des interférences) ;
- duty Cycling (cycle de service) ;
- data Channel Number (numéro du canal de données) ;
- initial State (état initial) ;
- time Stamp (datation).

6.2.1.2 Hub Address

Le champ de 48 bits contient l'adresse du concentrateur de transmission de la trame de balise du canal de données.

6.2.1.3 Slot Length

Le champ Slot Length (longueur de l'intervalle) doit être défini conformément au Tableau 8 pour indiquer la durée de chaque intervalle temporel, qui est égale à $T_S = L_{\text{SLOT}} \times T_{\text{min}}$.

Tableau 8 – Codage du champ Slot Length

Valeur du champ	L_{SLOT}
000	1
001	2
010	4
011	8
100	16
101	32
110	Reserved
111	Reserved

6.2.1.4 Time Slot

Ce champ indique le nombre total d'intervalles de temps dans la période d'accès programmé, de commande et de gestion et la période d'inactivité de chaque intervalle interbalises. La longueur de chaque intervalle est indiquée en 6.2.1.3.

6.2.1.5 Interference Mitigation

Le bit d'atténuation des interférences indique si le SmartBAN exécute actuellement des procédures d'atténuation des interférences.

6.2.1.6 Duty Cycling

Le champ Duty Cycling (cycle de service) indique le cycle de service actuel du SmartBAN. Les valeurs du champ doivent être définies conformément au Tableau 9.

Tableau 9 – Valeurs du bit pour le champ Duty Cycling

Valeur du bit	Duty Cycling (%)
00	0 à < 25
01	25 à < 50
10	50 à < 75
11	75 à 100

6.2.1.7 Data Channel Number

Le champ Data Channel Number (numéro du canal de données) doit indiquer le numéro du canal de données qui est actuellement actif. Les numéros des canaux de données sont énumérés dans l'IEC 63203-801-1.

6.2.1.8 Initial State

Le champ Initial State (état initial) indique l'état du concentrateur. Ce champ est défini sur '1' lorsqu'il permet aux nœuds de rejoindre le BAN, et à '0' lorsque le SmartBAN est fermé aux nouveaux nœuds.

6.2.1.9 Time Stamp

Le champ Time Stamp (datation) de 32 bits contient la valeur de l'horloge locale du dispositif au moment du début de l'intervalle de temps. La datation est destinée à être un mesurage de temps relatif qui peut ou non être rendu absolu, à la discrétion de la personne chargée de la mise en œuvre.

6.2.2 D-Beacon

6.2.2.1 Format de la trame D-Beacon

Le corps de la trame MAC de D-Beacon doit être formaté comme cela est représenté à la Figure 12. Les champs en pointillés indiquent qu'ils ne sont pas envoyés avec tous les paquets D-Beacon, mais seulement avec ceux dont le champ Function Indicator (indicateur de fonction) n'est pas nul.

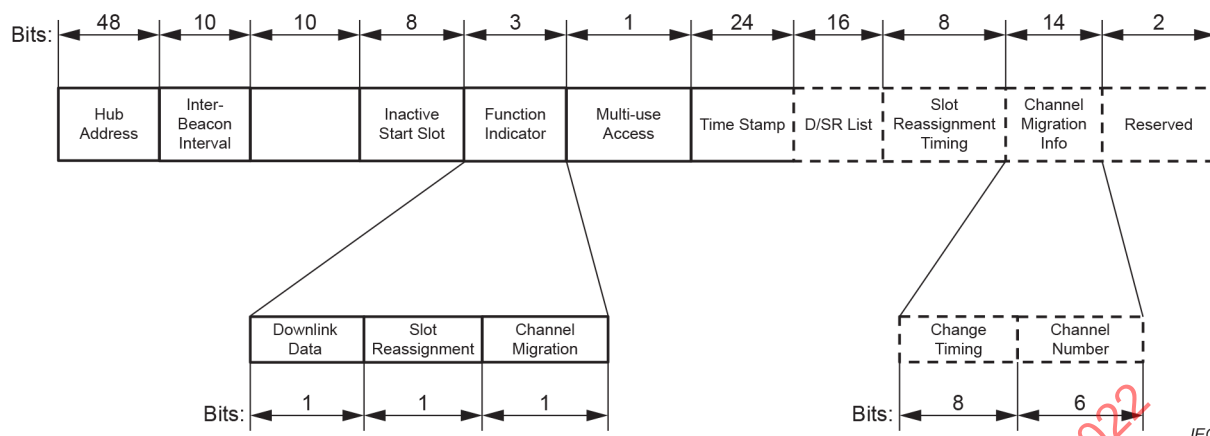


Figure 12 – Format de la trame D-Beacon

La trame D-Beacon est formatée comme cela est représenté à la Figure 12. Le concentrateur transmet D-Beacon sur le canal de données sélectionné précédemment. Le concentrateur doit transmettre une balise toutes les T_D s.

La trame C-Beacon est constituée de 11 champs. Il s'agit de:

- hub Address (adresse du concentrateur) ;
- inter-Beacon Interval (intervalle interbalises) ;
- control and Management Period Start Slot (intervalle de début de la période de commande et de gestion) ;
- inactive Period Start Slot (intervalle de début de la période d'inactivité) ;
- function Indicator (indicateur de fonction) ;
- multi-use Access Indicator (indicateur d'accès multi-utilisateur) ;
- time Stamp (datation) ;
- D/SR List (liste D/SR) ;
- slot Reassignment Timing (temps de réattribution de l'intervalle) ;
- channel Migration Information (information sur la migration du canal) ;
- reserved (réservé).

6.2.2.2 Hub Address

Le champ de 48 bits contient l'adresse du concentrateur.

6.2.2.3 Inter-beacon Interval

Ce champ indique le nombre d'intervalles dans chaque intervalle interbalises. La longueur de chaque intervalle est indiquée en 6.1.3.

6.2.2.4 Control and Management Period Start Slot

Le champ Control and Management Period Start Slot (intervalle de début de la période de commande et de gestion) contient le numéro de l'intervalle à partir duquel la période de commande et de gestion doit commencer.

6.2.2.5 Inactive period start slot

Le champ Inactive Period Start Slot (intervalle de début de la période d'inactivité) contient le numéro de l'intervalle à partir duquel la période d'inactivité doit commencer.

6.2.2.6 Function Indicator

6.2.2.6.1 Champ Function Indicator

Le champ Function Indicator (indicateur de fonction) se compose de trois sous-champs de 1 bit. Lorsque tous les sous-champs sont à '0', les champs marqués avec des pointillés à la Figure 12 ne sont pas envoyés. Lorsque l'un des sous-champs indique un '1', les champs marqués avec des pointillés à la Figure 12 sont envoyés pour fournir des informations supplémentaires.

6.2.2.6.2 Downlink Data Indicator

Downlink Data Indicator (indicateur de données de liaison descendante) doit indiquer si des données de liaison descendante sont disponibles pour l'un des nœuds. Si la valeur de l'indicateur est '1', une liste D/SR d'accompagnement, qui marque les nœuds à écouter la liaison descendante, est envoyée dans la même trame D-Beacon. Les nœuds marqués doivent suivre la procédure de 7.4 pour acquérir leurs données de liaison descendante.

6.2.2.6.3 Slot Reassignment Indicator

Slot Reassignment Indicator (indicateur de réattribution d'intervalles) doit indiquer si des nœuds voient leurs intervalles réattribués. Si la valeur de l'indicateur est '1', une liste D/SR d'accompagnement, qui indique les nœuds dont les intervalles sont réattribués, est envoyée dans la même trame D-Beacon. Un champ Slot Reassignment Timing est également envoyé dans la même trame D-Beacon pour indiquer le moment auquel les nouvelles attributions d'intervalles prennent effet. Les nœuds marqués doivent suivre la procédure de 7.5 pour obtenir leur nouvelle attribution d'intervalle.

6.2.2.6.4 Channel Migration Indicator

Channel Migration Indicator (indicateur de migration de canal) doit indiquer si le canal de données passe à un nouveau canal. La valeur du bit "0" indique qu'il n'y a pas de changement de canal de données, tandis que la valeur du bit "1" indique que le canal de données passe à un autre canal. Un champ d'accompagnement Channel Migration Information (information de migration du canal) est envoyé dans la même trame D-Beacon si la valeur de l'indicateur est '1'.

6.2.2.7 Multi-use Access

Le champ Multi-use Access (accès multi-utilisateur) indique si le SmartBAN fonctionne en mode d'accès multi-utilisateur. La valeur du bit '0' indique que le SmartBAN ne fonctionne pas en mode d'accès multi-utilisateur, tandis que la valeur du bit '1' indique que le SmartBAN fonctionne en mode d'accès multi-utilisateur.

6.2.2.8 Time Stamp

Le champ Time Stamp (datation) doit contenir la valeur de l'horloge locale du dispositif au moment de chaque intervalle interbalises. La datation est destinée à être un mesurage de temps relatif qui peut ou non être rendu absolu, à la discrétion de la personne chargée de la mise en œuvre.

6.2.2.9 D/SR list

Ce champ doit indiquer les nœuds qui reçoivent des données en liaison descendante ou qui se voient réattribuer de nouveaux intervalles. Le nombre de bits indique le nombre total de nœuds pris en charge. Chaque bit représente un nœud, en commençant par le nœud qui a le plus petit numéro d'identification (00000001) sur la gauche. Le bit voisin de droite doit représenter le nœud dont le numéro d'identification est incrémenté de 1 par rapport au nœud actuellement représenté. Le nœud qui a le plus grand numéro d'identification (00010000) doit être représenté par le bit le plus à droite. La valeur du bit 0 indique qu'il n'y a pas de données/réattribution de la liaison descendante, tandis que la valeur du bit 1 indique la liaison descendante ou la réattribution de l'intervalle en fonction de la valeur de l'indicateur D/SR.

Si aucune réattribution de liaison descendante ou d'intervalle n'est prévue, le champ D/SR List doit avoir la valeur '0000000000000000'.

6.2.2.10 Slot Reassignment Timing

Le champ Slot Reassignment Timing (temps de réattribution de l'intervalle) doit indiquer le numéro de séquence de la D-Beacon à laquelle la nouvelle réattribution de l'intervalle a lieu.

6.2.2.11 Channel Migration Information

6.2.2.11.1 Migration Timing

Le champ Migration Timing (datation de la migration) doit indiquer le numéro de séquence de la D-Beacon à laquelle le changement de canal de données a lieu.

6.2.2.11.2 Numéro de canal

Le champ Channel Number (numéro de canal) doit indiquer le numéro du canal sur lequel le canal de données bascule.

6.2.3 C-Req

6.2.3.1 Format de la trame C-Req

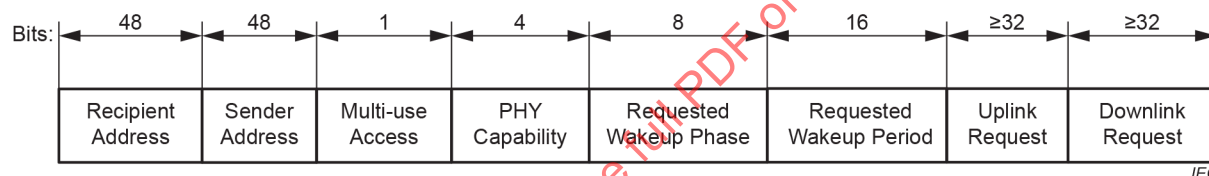


Figure 13 – Format de la trame C-Req

La commande C-Req permet à un dispositif de demander une connexion avec un concentrateur. Cette commande ne doit être envoyée que par un dispositif non connecté qui souhaite se connecter à un concentrateur. Tous les nœuds doivent être capables de transmettre cette commande (mais il n'est pas exigé qu'ils soient capables de la recevoir).

Une trame de demande de connexion doit être formatée comme cela est représenté à la Figure 13.

La trame C-Req est composée de huit champs. Il s'agit de:

- recipient Address (adresse du destinataire) ;
- sender Address (adresse de l'expéditeur) ;
- multi-use Access Capability (capacité d'accès multi-utilisateur) ;
- PHY Capability (capacité de la couche physique) ;
- requested Wakeup Phase (phase d'activation demandée) ;
- requested Wakeup Period (période d'activation demandée) ;
- uplink Request (demande de liaison montante) ;
- downlink Request (demande de liaison descendante).

6.2.3.2 Recipient Address

Le champ Recipient Address (adresse du destinataire) est défini sur l'EUI-48 du destinataire de la trame actuelle.

6.2.3.3 Sender Address

Le champ Sender Address (adresse de l'expéditeur) est défini sur l'EUI-48 de l'expéditeur de la trame actuelle.

6.2.3.4 Multi-use Access Capability

Un champ Multi-use Access Capability (capacité d'accès multi-utilisateur) doit indiquer si le nœud qui envoie la demande de connexion a un accès multi-utilisateur activé.

6.2.3.5 PHY Capability

Le champ PHY Capability (capacité de la couche physique) indique la capacité de la couche physique du nœud. Le mapping du champ est comme suit (voir Tableau 10):

Tableau 10 – Mapping du champ PHY Capability

Valeur du champ b0 b1	Type de FEC	Valeur du champ b2 b3	Type de REP
00	Aucun	00	Aucun
01	BCH(127,113,2)	01	2
10	Reserved	10	4
11	Reserved	11	Reserved

Le champ est divisé en deux parties:

- FEC Type indique le type de correction d'erreurs sans voie de retour dont le nœud est capable;
- REP Type indique le codage de répétition que le nœud utilise (nombre de PPDU répétés).

6.2.3.6 Requested Wakeup Phase

Le champ Requested Wakeup Phase (phase d'activation demandée) est défini comme étant le numéro de séquence du prochain intervalle interbalises dans lequel le nœud expéditeur prévoit de s'activer pour la réception et la transmission de trames, le numéro de séquence d'une balise étant traité comme étant incrémenté d'un modulo 2^8 par rapport à celui de la période de balise précédente.

6.2.3.7 Requested Wakeup Period

Le champ Requested Wakeup Period (période d'activation demandée) est défini comme la durée, en unités de périodes de balise, entre le début de périodes d'activation de balise successives dans lesquelles le nœud expéditeur prévoit de se s'activer pour la réception et la transmission, à partir de celle indiquée dans le champ Requested Wakeup Phase (phase d'activation demandée) précédent.

6.2.3.8 Uplink Allocation Request

Le champ Uplink Allocation Request (demande d'allocation de la liaison montante) doit être structuré comme une unité d'information comme cela est décrit en 5.6. L'unité d'information doit être constituée d'un ou de plusieurs IM qui doivent être formatés comme dans le Tableau 11.