



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

INSO
19606-2
1st. Edition
2016

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۶۰۶-۲

چاپ اول

۱۳۹۴

فناوری اطلاعات - مخابرات و تبادل
اطلاعات بین سامانه‌ها - شبکه محدوده
میدان مغناطیسی (MFAN)
قسمت ۲:
پروتکل کنترل (واپایش) درون باند برای
انتقال توان به صورت بی‌سیم

Information technology—
Telecommunications and information
exchange between systems— Magnetic field
area network (MFAN)— Part 2:
In-band Control Protocol for Wireless
Power Transfer

ICS:35.040

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: (۰۲۶) ۳۲۸۰۶۰۳۱ - ۸

دورنگار: (۰۲۶) ۳۲۸۰۸۱۱۴

ایمیل: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرفکنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکترونیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرفکنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیستمحیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیستمحیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسائل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاه، واسنجی وسائل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبهای و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«فناوری اطلاعات - مخابرات و تبادل اطلاعات بین سامانه‌ها - شبکه محدوده میدان مغناطیسی - قسمت ۲: پروتکل کنترل (واپایش) درون باند برای انتقال توان به صورت بی‌سیم» (MFAN)

سمت و / یا نمایندگی

رئیس:

تربابی، مهرنوش
کارشناس تجزیه و تحلیل سیستم
شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان
(فوق لیسانس فناوری اطلاعات- تجارت الکترونیک)

دبیر:

مشرف، بهنوش
کارشناس پایگاه داده‌ها
شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان
(فوق لیسانس فناوری اطلاعات- شبکه‌های کامپیووتری)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ابراهیم نژاد، پوریا
کارشناس شبکه‌های بی‌سیم
شرکت ایرانسل
(فوق لیسانس مهندسی برق- مخابرات)

احمدی، محمد

(فوق لیسانس مهندسی برق- مخابرات)

اشرفی، رضا

(فوق لیسانس مهندسی برق- ICT)
کارشناس ict
شرکت تامین تله کام

قاسمی زاده، صدیقه

(فوق لیسانس فناوری اطلاعات- مدیریت)
مدیر دفتر فناوری اطلاعات
شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان

مهرف، فاطمه

(لیسانس زبان انگلیسی)
کارشناس روابط بین‌الملل
دانشگاه زابل

فهرست مدرجات

| صفحه | عنوان |
|------|--------------------------------|
| ب | آشنایی با سازمان ملی استاندارد |
| ج | کمیسیون فنی تدوین استاندارد |
| ۱ | ۱ هدف و دامنه کاربرد |
| ۱ | ۲ مراجع الزامی |
| ۲ | ۳ اصطلاحات و تعاریف |
| ۲ | ۴ اختصارات و نمادها |
| ۴ | ۵ مرور کلی |
| ۶ | ۶ عناصر شبکه |
| ۱۰ | ۷ وضعیت شبکه |
| ۱۶ | ۸ قالب قاب لایه فیزیکی |
| ۱۷ | ۹ قالب قاب لایه MAC |
| ۲۵ | ۱۰ عملکرد لایه MAC |
| ۲۸ | ۱۱ واسط هو |

پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری اطلاعات - مخابرات و تبادل اطلاعات بین سامانه‌ها - شبکه محدوده میدان مغناطیسی (MFAN) - قسمت ۲: پروتکل کنترل (واپایش) درون باند برای انتقال توان به صورت بی‌سیم»، که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در سیصد و نود و چهارمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد فناوری اطلاعات مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۰۲ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در موقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO/IEC 15149-2:2015: Information technology— Telecommunications and information exchange between systems— Magnetic field area network (MFAN)— Part 2: In-band Control Protocol for Wireless Power Transfer.

فناوری اطلاعات - مخابرات و تبادل اطلاعات بین سامانه‌ها - شبکه محدوده میدان مغناطیسی (MFAN) - قسمت ۲: پروتکل کنترل (واپایش) درون باند برای انتقال توان به صورت بی‌سیم

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین یک سامانه برای یک شبکه درون باند است، که هم انتقال توان و هم انتقال داده‌ها به صورت بی‌سیم از آن به طور همزمان در یک باند بسامد انجام می‌شوند. این سامانه یک راه حل فنی برای منبع تغذیه از راه دور و سازگار، در یک شبکه پایدار فراهم می‌کند.

به منظور اهداف این استاندارد، سامانه بر اساس اصول شرح داده در استاندارد IEC 60806 (شبکه محدوده میدان مغناطیسی) طراحی شده است. به این روش، انتظار می‌رود در حالی که انتقال توان به صورت بی‌سیم به افزارهای متعدد مورد درخواست، مدیریت می‌شود، در واپایش افزارهای به برتری دست یافت. مرکز بر روی پروتکل لایه واپایش دسترسی به رسانه (MAC)^۱ و پروتکل لایه فیزیکی (PHY)^۲ است؛ و مسائل پروتکل‌های لایه فوقانی را مورد بحث قرار نمی‌دهیم. لایه‌های فیزیکی PHY و MAC با هم قادر به انجام وظایف انتقال داده‌ها، واپایش سیگنال، و انتقال توان به صورت بی‌سیم هستند.

این استاندارد در شرایط و محیط‌های مختلف قابل اجرا است، اما انتظار می‌رود که در موارد استفاده خاص زیر بسیار خوب عمل کند:

- تلفن‌های سیار: ارائه محیط‌های شارژ موجود در همه جا برای افزارهای قابل حمل؛
- لوازم خانگی: امکان جدادن بدون محدودیت لوازم با از بین بردن کابل‌های سیم، و دو شاخه منبع تغذیه.
- پروتکل لایه واپایش دسترسی به رسانه‌ها برای دامنه کاربرد زیر طراحی شده است:
 - ساختار متغیر ابرقاب برای انتقال توان به صورت بی‌سیم به افزارهای مختلف؛
 - همبندی ساده و موثر شبکه برای انتقال کارآمد توان بی‌سیم؛
 - تخصیص نشانی پویا برای اشتراک زمانی کارآمد در میان افزارهای مختلف.
- پروتکل لایه فیزیکی برای دامنه کاربرد زیر طراحی شده است:
 - یک باند بسامد برای انتقال توان به صورت بی‌سیم و ارتباطات میدان مغناطیسی؛
 - مدوله‌سازی ساده و قوی برای اجرای کم هزینه و حاشیه خطای به کمینه رسیده؛
 - کدگذاری متغیر و پهنای باند برای محیط شارژ پویا.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر شامل مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر

تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ INSO 19606-۱، فناوری اطلاعات - مخابرات و تبادل اطلاعات بین سامانه‌ها - شبکه محدوده میدان مغناطیسی (MFAN) - قسمت ۱: واسط هوا

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌روند.

۱-۳

انتقال توان به صورت بی‌سیم^۱
WPT

روش تامین برق مداوم و همزمان به افزارهای مختلف در یک محدوده، بدون تماس فیزیکی است.

۲-۳

شبکه محدوده میدان مغناطیسی^۲
MFAN

شبکه بی‌سیم که ارتباطات قابل اعتمادی در محیط‌های خشنی که از میدان مغناطیسی استفاده می‌کنند، فراهم می‌کند.

۳-۳

شبکه توان مغناطیسی^۳
MPAN

شبکه انتقال توان به صورت بی‌سیم درون باند، که شبکه محدوده میدان مغناطیسی (MFAN) در ارتباط با آن و انتقال توان به صورت بی‌سیم را در یک باند بسامد با هم ترکیب می‌کند.

۴-۳

شبکه محدوده توان مغناطیسی - هماهنگ کننده^۴
MPAN-C

افزارهای که تمام عملیات‌ها در شبکه توان مغناطیسی؛ انتقال توان به صورت بی‌سیم، اتصال و قطع افزارهای زمان بندی انتقال توان و داده‌ها را انجام می‌دهد.

1-Wireless power transfer

2-Magnetic field area network

3-Magnetic power network

4-Magnetic power area network-coordinator

شبکه محدوده توان مغناطیسی - گره^۱**MPAN-N**

افزارهایی که دربرگیرنده شبکه توان مغناطیسی بوده و هماهنگ کننده نیستند.

۴ اختصارات و نمادها

كلمات اختصاری زیر در این استاندارد استفاده می‌شوند:

| | | |
|-------|---|-------------------------------|
| ARQ | Association Request | درخواست وابسته |
| ARS | Association Response | پاسخ وابسته |
| ARA | Association Response Acknowledgement | تایید پاسخ وابسته |
| ASC | Association Status Check | بررسی وضعیت وابسته |
| ASK | Amplitude Shift keying | کلید گذاری تغییر دامنه |
| ASRq | Association Status Request | درخواست وضعیت وابسته |
| ASRs | Association Status Response | پاسخ وضعیت وابسته |
| ASRA | Association Status Response Acknowledgement | تایید پاسخ وضعیت وابسته |
| BPSK | Binary Phase Shift Keying | کلیدزنی تغییر فاز دودویی |
| CRC | Cyclic Redundancy Check | بررسی افزونگی چرخشی |
| DA | Data Acknowledgement | تایید داده |
| DaRq | Disassociation Request | درخواست قطع وابسته |
| DaRs | Disassociation Response | پاسخ قطع وابسته |
| DaRA | Disassociation Response Acknowledgement | تایید پاسخ قطع وابسته |
| DRq | Data Request | درخواست اطلاعات |
| DRs | Data Response | پاسخ داده |
| DRA | Data Response Acknowledgement | تایید پاسخ داده |
| FCS | Frame Check Sequence | توالی بررسی قاب |
| GSRq | Group ID Set-up Request | درخواست تنظیم شناسانه گروه |
| GSRs | Group ID set-up Response | پاسخ تنظیم شناسانه گروه |
| GSRA | Group ID Set-up Response Acknowledgement | تایید پاسخ تنظیم شناسانه گروه |
| LSB | Least Significant Bit | بیت با کمترین ارزش |
| MAC | Media Access Control | واپایش دسترسی به رسانه |
| NRZ-L | non-return-to-zero level | بدون بازگشت به سطح صفر |
| PHY | physical layer protocol | پروتکل لایه فیزیکی |

| | | |
|-------|--|-------------------------------|
| PLRC | Power Level Request Command | فرمان درخواست سطح توان |
| PLRCA | Power Level Request Command Acknowledgement | تایید فرمان درخواست سطح توان |
| PS | Power Status | وضعیت توان |
| PSF | Power Status Feedback | بازخورد وضعیت توان |
| PSFI | Power Status Feedback Interval | فواصل بازخورد وضعیت توان |
| PT | Power Transfer | انتقال توان |
| PTBRq | Power Transfer Beacon Request | درخواست نشان‌فرست انتقال توان |
| PTEC | Power Transfer Execution Command | فرمان اجرای انتقال توان |
| PTECA | Power Transfer Execution Command Acknowledgement | تایید فرمان اجرای انتقال توان |
| PTPC | Power Transfer Permission Command | فرمان اجازه انتقال توان |
| PTRC | Power Transfer Request Command | فرمان درخواست انتقال توان |
| PTRq | Power Transfer Request | درخواست انتقال توان |
| PTRs | Power Transfer Response | پاسخ انتقال توان |
| RA | response acknowledgement | تایید پاسخ |
| RR | response request | درخواست پاسخ |
| SIFS | short interframe space | فضای داخل قاب کوتاه |
| TDMA | time division multiple access | دسترسی چندگانه تقسیم زمان |
| UID | unique identifier | شناسانه منحصر به فرد |

۵ مرور کلی

MPAN یک سامانه شبکه بی‌سیم درون باند است که امکان ارتباط بی‌سیم و انتقال توان به صورت بی‌سیم در یک باند بسامد را فراهم می‌کند. فرمان‌های داده و واپایش بر اساس سامانه MFAN ابلاغ می‌شوند؛ توان به صورت بی‌سیم بر اساس سامانه WPT سازگار منتقل می‌شود، هر دو در یک باند بسامد. به دلیل مشخصه‌های میدان مغناطیسی و مقررات قانونی سطح توان، فیلد MFAN گسترده‌تر از فیلد WPT است. در MPAN، بیشترین کارآیی WPT با یک MPAN-C حاصل می‌شود که مسئول زمان‌بندی افزارهای در موثرترین ترتیب حاصل است.

MFAN دارای پهنه‌ای باند بسامد حامل کم ۳۰۰ کیلو هرتز تا ۳ کیلو هرتز است؛ از همین باند بسامد برای WPT استفاده می‌شود. WPT از یک روش مذوله‌سازی ساده و قوی مانند BPSK برای اجرای کم هزینه و احتمال خطای کم استفاده می‌کند. همچنین روش‌های کدگذاری پویا مانند منچستر و NRZ-L به طور خاص در برابر نویه‌ها^۱ در نظر گرفته می‌شوند. این روش‌ها می‌توانند سرعت انتقال داده چندین کیلوبیت در ثانیه را در فاصله چند متری فراهم کنند. در WPT، از سیگنال سینوسی مدوله نشده برای افزایش کارآیی

WPT استفاده می‌شود. MPAN از یک هم‌بندی شبکه ساده و کارآمد مانند هم‌بندی ستاره‌ای برای مصرف کم توان استفاده می‌کند. MPAN از تخصیص نشانی پویا برای اندازه بسته کوچک و همچنین مدیریت نشانی موثر استفاده می‌کند. همچنین یک واپیش کیفیت لینک تطبیقی با استفاده از سرعت‌های مختلف انتقال و روش‌های کدگذاری مناسب برای محیط‌های مختلف MPAN ارائه می‌دهد.

دو نوع افزاره وجود دارد که با توجه به عملکرد آن‌ها در MPAN شرکت دارند: MPAN-N و MPAN-C. فقط یک MPAN-C ممکن است در MPAN وجود داشته باشد، که در آن تعدادی MPAN-N ممکن است ثبت شده باشند. MPAN-C، به عنوان ایستگاه پایه، اتصال را واپیش کرده و زمانی که پاسخ به درخواست آن وجود دارد MPAN-N را انتشار می‌دهد. برای انتقال داده‌ها، MPAN از روش TDMA استفاده می‌کند؛ هنگامی که یک MPAN-N به MPAN واپیش شده با MPAN-C می‌پیوندد، بازه‌های زمانی به MPAN-N اختصاص می‌دهد. WPT و انتقال داده به محض درخواست‌های MPAN-C برای پاسخ‌های MPAN-N ها شروع می‌شود.

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، MPAN-N و MPAN-C در جای دیگری در داخل شبکه قرار می‌گیرند. اگر MPAN-C داده‌های مربوط به WPT – شناسانه (ID)^۱، اطلاعات باتری و غیره- را از MPAN-N‌ها دریافت کند، به بررسی عواملی مانند توالی‌های انتقال توان یا تعداد بازه‌های زمانی برای یک MPAN-N مناسب می‌برد. سپس MPAN-C داده‌های واپیش را برای واپیش عملکرد کلی WPT به MPAN-N می‌فرستد.

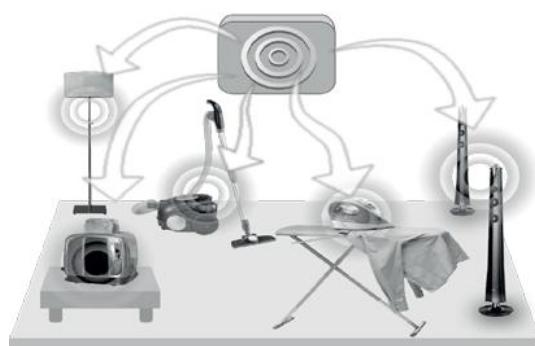


شکل ۱ - سامانه انتقال توان به صورت بی‌سیم

از MPAN می‌توان در صنایع مختلف استفاده کرد. MPAN ممکن است در وضعیتی به کار گرفته شود که در افراوهای الکتریکی برای عملکرد درست به یک منبع توان دائم نیاز دارند. در برخی صنایع، بهبود قابل توجه در بهرهوری فقط با فراهم کردن توان بی‌سیم امکان پذیر است. در هر حالت، مدت زمان عمر باتری دیگر مشکل به شمار نمی‌رود و نیازی به دادن فضای گسترده به باتری بزرگ و تجهیزات شارژ نیست. همانطور که در مثال مشاهده می‌شود، موضوع باتری به دلیل زمان کوتاه آن هنگام استفاده از افزارهای سیار، یک مشکل است (شکل ۲). MPAN قادر به فراهم کردن یک محیط شارژ موجود در همه جا، بر روی یک خدمت شبکه پایدار است. همچنین در لوازم خانگی (شکل ۳)، کابل‌های سیم و دو شاخه‌های پیچیده را می‌توان حذف کرد؛ قرار دادن لوازم خانگی به دلخواه با MPAN امکان‌پذیر است.



شکل ۲ - افزارهای سیار



شکل ۳ - لوازم برقی خانگی

۶ عناصر شبکه

۱-۶ کلیات

عناصر MPAN، بر اساس عناصر MFAN، به دو طبقه تقسیم می‌شوند: عنصر زمان و عنصر فیزیکی. عنصر زمان به ساختار ابرقاب اشاره دارد که از بازه درخواست، بازه پاسخ و بازه خود-تولید^۱ تشکیل شده است. عنصر فیزیکی به افزارهای MPAN اشاره دارد: MPAN-C و MPAN-N ها. اساسی‌ترین واحد در عنصر فیزیکی، افزاره است. افزاره را می‌توان بر اساس نقش آن به عنوان یک MPAN-C که شبکه را مدیریت می‌کند، و یا یک MPAN-N که با MPAN-C در ارتباط است، تعریف کرد.

هنگامی که MPAN تنظیم می‌شود، یک گره به عنوان MPAN-C اختصاص داده می‌شود: افزاره مسئول واپایش کامل وابستگی، قطع وابستگی، انتشار، و زمان‌بندی MPAN-N ها است. ابرقاب زمانی آغاز می‌شود که افزاره به عنوان MPAN-C تنظیم شود، و شروع به انتقال بسته‌های درخواست در طول بازه درخواست کند. در MPAN، فقط یک کانال منفرد توسط MPAN-C مجاز است؛ بقیه افزارهای در MPAN به MPAN-N تبدیل می‌شوند. توجه داشته باشید که یک افزاره بسته به نقش آن، در MPAN می‌تواند به عنوان MPAN-N یا MPAN-C عمل کند. برای اتصال بین MPAN-C و MPAN-N، از اتصال نظری به نظری^۲ استفاده می‌شود.

۲-۶ عنصر زمان

۱-۲-۶ کلیات

عناصر زمان مشابه آنچه مورد استفاده در MFAN، استاندارد IEC 619606-1 INSO است را به ارث می‌برد، که بسیار شبیه به روش مورد استفاده در بازه زمانی TDMA است؛ MPAN-C بازه‌های زمانی را برای MPAN-N های منفرد تنظیم می‌کند. MPAN-C داده‌های گروه MPAN-N را در طول بازه پاسخ مدیریت می‌کند. ویژگی‌های جدیدی وجود دارند که به تازگی از این استاندارد در رابطه با WPT معرفی شده‌اند.

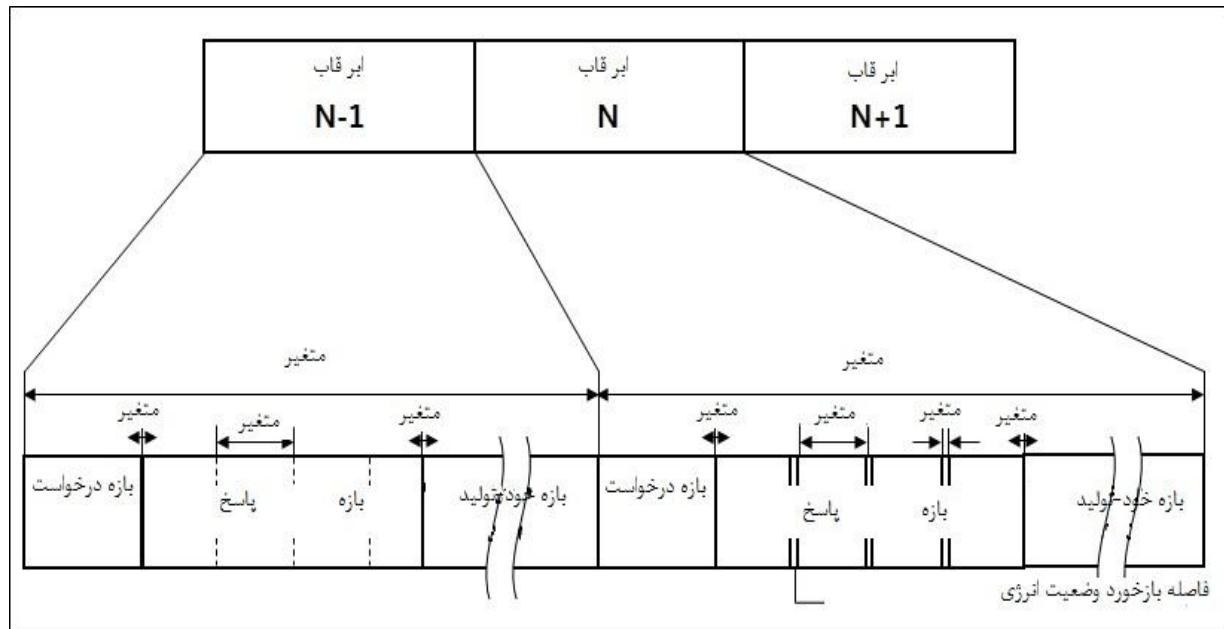
۲-۲-۶ عنصر زمان در MPAN

همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده، عنصر زمان MPAN، از بازه درخواست، بازه پاسخ و بازه خود-تولید تشکیل شده است. طول بازه درخواست و پاسخ متفاوت است؛ طول بازه خود-تولید تحت تاثیر طول بازه درخواست و پاسخ است.

ابرقاب زمانی آغاز می‌شود که MPAN-C را به PTRq در طول بازه درخواست انتقال دهد. هنگامی که MPAN-N این بسته را دریافت کرد، بسته PTR را به عنوان پاسخ باز می‌گرداند. با توجه به بسته‌های PTR دریافت شده، MPAN-C بسته PTBRq را با اطلاعاتی در مورد زمان بندی WPT ارسال می‌کند. در این صورت، MPAN-N های مربوطه می‌توانند WPT را در طول بازه‌های پاسخ زیر دریافت کنند.

1-Spontaneous period
1-Peer-to-peer

در طول فاصله بازخورد وضعیت توان، MPAN-Nها بسته PSF را به عنوان پاسخ به علامت PS از MPAN-N منقول می‌کنند.



شکل ۴ – ساختار ابرقاب MPAN

۱-۲-۲-۶ بازه درخواست

در طول بازه درخواست، PTRq بسته MPAN-N را برای دعوت WPT به برنامه زمانی WPT انتقال می‌دهد. پس از دریافت بسته MPAN-N، PTRq، MPAN-C را آماده گرفتن WPT از MPAN-C هستند.

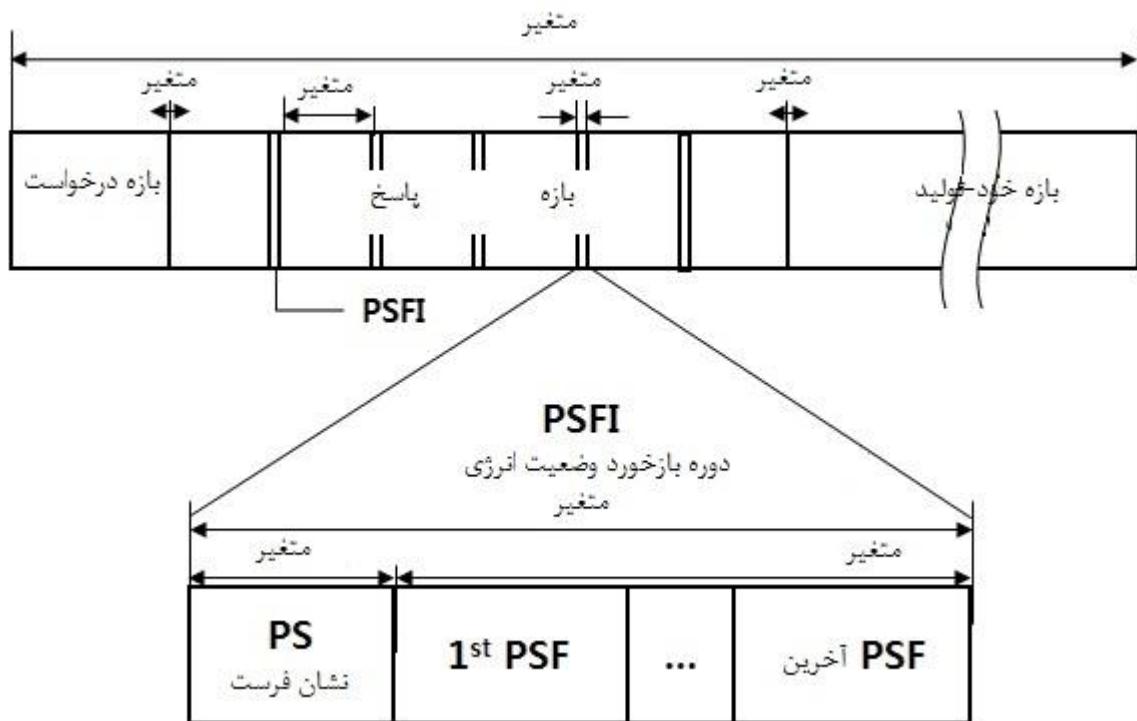
۲-۲-۶ بازه پاسخ

بازه پاسخ را می‌توان توسط تعدادی WPT برای MPAN-N به چند بازه زمانی تقسیم کرد. طول هر بازه زمانی بر اساس طول کل WPT متفاوت است. زمانی که MPAN-C برای بازه پاسخ برنامه‌ریزی می‌شود، MPAN-C اعداد بازه را به ترتیب عددی به هر بازه زمانی اختصاص می‌دهد؛ اگر MPAN-N وجود نداشته باشد، عدد بازه صفر است. MPAN-C می‌تواند هر بازه زمانی را به یک MPAN-N جدایانه و یا به گروهی از MPAN-Nها اختصاص دهد. با توجه به توالی برنامه، یک MPAN-N و یا همه MPAN-Nها در یک گروه می‌توانند توان بی‌سیم را به طور همزمان دریافت کنند.

در طول بازه پاسخ MPAN-N، MPAN-C، اگر گره نیاز به WPT داشته باشند، PTRq را به MPAN-C ارسال می‌کنند. MPAN-N های برنامه‌ریزی شده با MPAN-C می‌توانند WPT را در طول بازه پاسخ دریافت کنند. MPAN-C، با اطلاعات دریافت شده، فاصله تا MPAN-Nها را محاسبه می‌کند. سپس C، MPAN-C، PTBRq را برای ارائه برنامه زمانی دقیق به MPAN-Nها باز می‌گرداند و WPT را در سطح توان مناسب با فاصله شروع می‌کند.

بازه پاسخ PSFI، MPAN دارد که در بازه پاسخ MFAN قابل تشخیص است. پس از هر بازه زمانی، یک PSFI برای به روز رسانی سریع وضعیت توان و وضعیت غیر طبیعی وجود دارد. در طول WPT، هنگامی که علامت PSFI در PSFI دریافت می‌کند، بسته PSF را برای اطلاع از وضعیت توان به روز رسانی MPAN-N

شده به عنوان پاسخی برای علامت PS در MPAN-C انتقال می‌دهد. هنگامی که وضعیت غیر طبیعی توسط MPAN-C تشخیص داده می‌شود، در همه MPAN-N های PSFI توسط MPAN-C اطلاع داده شود. زمانی که MPAN-N PSFI را با دریافت علامت PS تشخیص می‌دهند، تا زمان دریافت درخواست از MPAN-C منتظر می‌مانند.



شکل ۵- PSFI در بازه پاسخ

۳-۲-۶ بازه خود-تولید

بازه خود-تولید زمانی شروع می‌شود که همه بسته‌های MPAN-N از MPAN-C را در آخرین بازه زمانی بازه پاسخ تایید کرده و PTPC را همچو پخش^۱ کند. این کار تا زمان انتقال دوباره بسته RR توسط MPAN-C طول می‌کشد. در این مدت، افراوهای کم توان می‌توانند انتقال توان را بدون درخواست MPAN-C درخواست کنند. زمانی که MPAN-C بسته PTRC را دریافت می‌کند، بسته PTEC را باز می‌گرداند. هنگامی که MPAN-C، MPAN-N و MPAN-C، MPAN-C، MPAN-N و PLRCA را به توان برای زمان مشخصی فراهم می‌کند. پس از آن، WPT را برای افراوهای کم طور متناظر برای بررسی سطح توان دریافت شده ارسال می‌کند. این بازه تا زمانی طول می‌کشد که MPAN-C یک بسته درخواست انتقال دهد، یا یک بازه درخواست به کار گرفته شود.

۳-۶ عنصر فیزیکی

دو نوع عنصر فیزیکی در MPAN وجود دارد، که MPAN-C و MPAN-N هستند. واحد پایه، یعنی افزاره را می‌توان با توجه به نقش آن به عنوان MPAN-C یا MPAN-N طبقه بندی کرد. MPAN-C کل MPAN-N ها با بسته‌های RR است. MPAN-C قادر به واپاپیش MPAN-N ها برای ادامه را واپاپیش می‌کند.

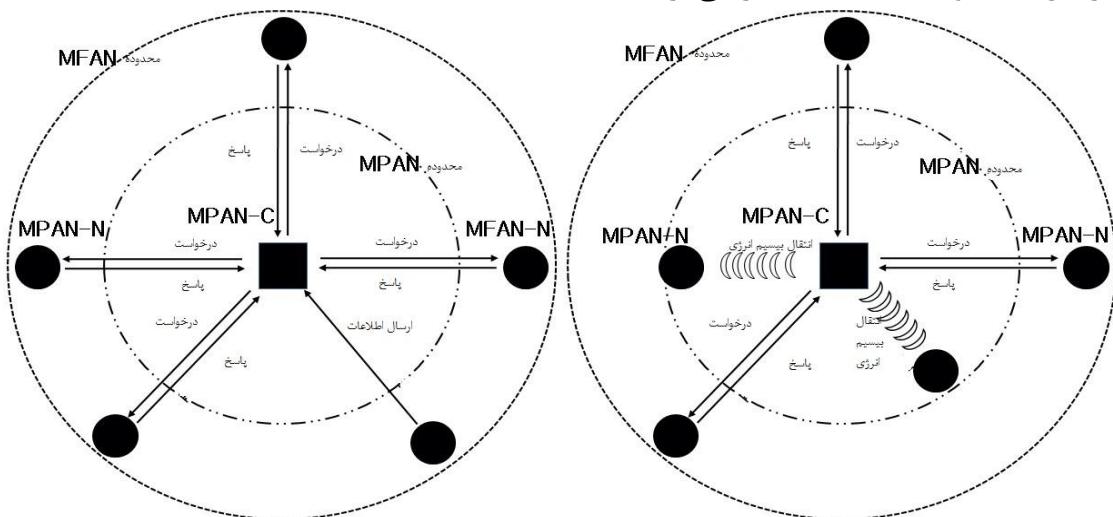
عملیات، باید بسته‌های پاسخ را طبق آن به MPAN بازگردانند. پیکربندی اولیه MPAN در شکل ۶ نشان داده شده است.

۶-۳-۱ هماهنگ کننده

یک گره است که MPAN را واپايش می‌کند؛ فقط یک MPAN-C در هر شبکه وجود دارد. با انتقال یک بسته RR مناسب، می‌توان MPAN‌ها را در MPAN مدیریت و واپايش کرد.

۶-۳-۲ گره

افزارهایی است که با یک MPAN همراه است، و یک MPAN-N نیست. تعداد ۶۵۵۱۹ عدد MPAN-N می‌توانند به طور همزمان به شبکه متصل شوند. MPAN-N بسته‌های پاسخ را بر اساس بسته ارسال شده MPAN-C باز می‌گرداند.



شکل ۶ - عنصر فیزیکی MPAN

۴-۶ عنصر نشانی

به منظور شناسایی MPAN‌ها، MPAN از یک سامانه نشانی‌دهی برای شناسانه UID، شناسانه گروه، شناسانه گره، و شناسانه شارژ استفاده می‌کند.

۱-۴-۱ شناسانه MFAN

در استاندارد IEC 62325-1-1 مشخص شده است.

۲-۴-۱ UID

در استاندارد IEC 62325-1-1 مشخص شده است.

۳-۴-۱ شناسانه گروه

در استاندارد IEC 62325-1-1 مشخص شده است.

۴-۴-۱ شناسانه گره

در استاندارد IEC 62325-1-1 مشخص شده است.

۵-۴-۶ شناسانه WPT

شناسانه WPT، شناسانه مورد استفاده در طول WPT است. این شناسانه دارای یک نشانی ۸ بیتی تخصیص داده شده توسط MPAN-C برای ارتباط سریع در طول WPT است. این شناسانه در طول بازه درخواست درست قبل از شروع MPAN-N به اختصاص داده می‌شود. برخی از شناسانه‌های WPT در جدول ۳ آمده‌اند.

جدول ۱ - شناسانه شارژ ذخیره شده

| شناسانه گره | محتوا | ملاحظات |
|-------------|---------------|----------------------------------|
| 0xFF | همه گرهها | هنگام انتشار یا انتقال همه گرهها |
| 0xFE | گره متصل نشده | شناسانه پیش فرض گره |
| 0xF0-0xFD | ذخیره شده | - |

۷ وضعیت شبکه

۱-۷ کلیات

MPAN همان وضعیت شبکه مورد استفاده در MFAN، استاندارد ۱-ISO19606 را به ارث می‌برد. علاوه بر آن، چند وضعیت تازه معرفی شده برای MPAN در رابطه با انتقال توان به صورت بی‌سیم وجود دارد: وضعیت تثبیت^۱، وضعیت تقویت^۲، و وضعیت احیا^۳.

۲-۷ وضعیت‌های شبکه در MPAN

۱-۲-۷ تثبیت

MPAN در تثبیت، انتقال توان به صورت بی‌سیم را در همه شرایط عادی انجام می‌دهد. همانطور که MPAN-C بسته PTRq را در طول بازه درخواست ارسال می‌کند، MPAN-N ها بسته را بررسی کرده و بسته PTR را طبق آن در طول بازه پاسخ انتقال می‌دهند. بر اساس اطلاعات موجود در بسته PTR، بازه‌های زمانی WPT را برنامه ریزی کرده و برنامه بسته PTBRq را انتقال می‌دهد. با انتقال MPAN-C علامت PTS توسط MPAN-C شروع می‌شود. WPT را از MPAN-N، MPAN-C، MPAN-C بسته PTS با اساس توالی برنامه ریزی در طول بازه پاسخ به MPAN-N در یک بازه زمانی دریافت می‌کند. پس از اتمام بازه زمان در PSFI، WPT وضعیت توان را به سرعت به روز رسانی می‌کند. هنگامی که MPAN-N ها علامت PS را از MPAN-C در طول PSFI دریافت می‌کنند، MPAN-N بسته PSF را پس از درخواست‌های MPAN-C ارسال می‌کند. پس از تایید بسته‌های PSF، MPAN-N، MPAN-C، MPAN-C ها از شروع WPT با علامت PTS مطلع کرده، و برای بازه زمانی بعدی در WPT بکار می‌برند. در طول MPAN-C، WPT اگر خطرا را تشخیص دهد، می‌تواند WPT را متوقف کند. در غیر این صورت، WPT زمانی تمام می‌شود که MPAN-C هر بسته PSF را از آخرین بازه زمانی دریافت کند.

1-Stabilization

2-Invigoration

3-Revitalization

۲-۲-۷ تقویت

MPAN در تقویت، افزارهای کم توان را در اولویت قرار داده، و توان را در طول بازه خود-تولید ذخیره می‌کند تا آن‌ها را متصل (برخط) نگه دارد. هنگامی که توان MPAN-N کم می‌شود، MPAN در حالت ذخیره نیرو کار می‌کند، و عملیات خود را به کمینه می‌رساند. MPAN-N برای جلوگیری از خاموش شدن می‌تواند برای MPAN-C منبع تغذیه درخواست کند. برای این کار، MPAN-N، پس از دریافت PTEC MPAN-C، MPAN-N می‌فرستد؛ سپس MPAN-C برگشتی را از PTRC دریافت می‌کند. WPT MPAN-N، MPAN-N را ارسال کرده و در WPT به کار گرفته می‌شود. در یک MPAN-N کم شارژ در کمینه نگه داشته می‌شود، و WPT تازه برنامه ریزی شده را قطع نمی‌کند. اگر MPAN-N توان تا سطح آستانه دریافت کند (از WPT جدا شود)، WPT متوقف خواهد شد. پس از انتقال توان در تقویت، PLRCA را برای بررسی سطح توان دریافت شده ارسال می‌کند. MPAN-N، MPAN-N را باز می‌گرداند و اگر سطح توان بالاتر از آستانه ۲ باشد، در این صورت وضعیت به حالت ثبیت تبدیل می‌شود.

۳-۲-۷ احیا

MPAN در احیا، انتقال توان به افزارهای قطع وابسته کاملاً بدون توان را فراهم می‌کند. سامانه MPAN شامل خلاصه برنامه متمایز WPT برای افزارهای کم توان است. هنگامی که توان MPAN-N تمام می‌شود، افزاره قادر به پردازش هر گونه عملیات سیگنالینگ است. بنابراین، MPAN-C قادر به واپایش MPAN-N بدون توان نیست؛ اگرچه به درستی برنامه ریزی نشده و ممکن است WPT جاری را قطع کند، MPAN-C بدون توان WPT را در طول بازه پاسخ دریافت خواهد کرد. با این حال، در بازه خود-تولید، PLRCA (بدون PTEC) را انتقال داده و توان را به طور منظم برای دریافت برای افزارهای MPAN-N کم توان احیا شده در اسرع وقت انتقال می‌دهد. سپس MPAN-C قادر به مدیریت و واپایش MPAN-N احیا شده خواهد بود و روش‌های توضیح داده شده در تقویت در بند ۲-۲-۷ را اجرا می‌کند.

۳-۷ MPAN حالت

حالت افزاره MPAN شامل حالت MPAN-C و حالت MPAN-N است که در استاندارد IEC 62056-1-1 تصدیق شده‌اند. به طور مفصل، حالت‌های MPAN-C به حالت آماده به کار^۱، حالت تجزیه و تحلیل بسته^۲، حالت تولید بسته^۳، حالت انتقال توان^۴، حالت آماده به کار انتقال توان، حالت تجزیه و تحلیل بسته وضعیت توان، و حالت تولید بسته وضع توان تقسیم می‌شوند. حالت‌های MPAN-N از حالت تشخیص سطح توان خواب زمستانی^۵، حالت خواب زمستانی پایدار، حالت فعالسازی کلی، حالت آماده به کار، حالت تجزیه و تحلیل بسته، حالت تولید بسته، حالت دریافت توان، حالت قرنطینه^۶ توان، حالت خواب زمستانی کاهش

1-Standby

2-Packet analysis

3-Packet generation

4-Power transfer

5-Hibernation

6-Isolation

توان، حالت خواب زمستانی کم توان، حالت تجزیه و تحلیل بسته کم توان، حالت فعالسازی PSF، تجزیه و تحلیل بسته وضع توان، تولید بسته وضع توان تشکیل می‌شود.

۷-۳-۱-۳-۷ حالت هماهنگ گننده

۷-۳-۱-۳-۷ روش ارتباط

زمانی که افزاره روشن است حالت MPAN-C در حالت آماده به کار، سامانه فرمان انتقال بسته RR را داده و ابرقاب آغاز می‌شود؛ MPAN-C وارد حالت تولید بسته می‌شود. هنگامی که انتقال بسته RR انجام شود، MPAN-C به حالت آماده به کار برمی‌گردد، و منتظر پاسخ می‌ماند. هنگامی که MPAN-C پاسخ (و یا هر یک از بسته‌ها) را از MPAN-NS دریافت می‌کند، در حالی که تشخیص حامل را در طول حالت آماده به کار انجام می‌دهد، MPAN-C وارد حالت تجزیه و تحلیل بسته می‌شود. اگر شناسانه مقصد بسته دریافت شده و شناسانه گره MPAN-C با هم مطابقت داشته باشند، MPAN-C وارد حالت تولید بسته می‌شود. در حالت تولید بسته، MPAN-C بسته RA و یا DA را بر اساس آن تولید کرده، و به MPAN-N‌ها ارسال می‌کند. پس از آن، حالت MPAN-C به حالت آماده به کار باز می‌گردد.

در صورت تشخیص خطا در بسته داده در هنگام تجزیه و تحلیل بسته، MPAN-C مستقیماً به حالت آماده به کار باز می‌گردد. اگر خطاهای در داخل بسته پاسخ دریافت شده تشخیص داده شوند و یا شناسانه مقصد بسته پاسخ دریافت شده با شناسانه گره MPAN-C در حالت تجزیه و تحلیل بسته مطابقت نداشته باشد، MPAN-C بسته RR را از وضعیت تولید بازسازی کرده و پس از مدت معینی زمان دوباره آن را به MPAN-N انتقال می‌دهد؛ MPAN-C به حالت آماده به کار باز می‌گردد. اگر شکست ادامه یابد، روند کار چند بار تکرار شده (حداکثر N بار)، تا پیکربندی شود. در تلاش (N + 1)ام، MPAN-C از حالت تجزیه و تحلیل بسته به حالت آماده به کار باز می‌گردد.

۷-۳-۱-۳-۷ رویه تثبیت

در WPT، با شروع ابرقاب، MPAN-C وارد حالت تولید بسته می‌شود (فرمانات سامانه)، و بسته PTRq را ارسال می‌کند. هنگامی که انتقال بسته PTRq انجام شد، MPAN-C به حالت آماده به کار باز می‌گردد. هنگامی که MPAN-C بسته PTRs را از MPAN-NS دریافت می‌کند، MPAN-C وارد حالت تجزیه و تحلیل بسته می‌شود. پس از تایید بسته، MPAN-C وارد حالت تولید بسته می‌شود تا بسته PTBRq با برنامه برای WPT ایجاد کند. با انتقال بسته PTBRq، MPAN-C وارد حالت تولید بسته وضع توان می‌شود. MPAN-C، پس از ارسال بسته PTBRq، دوباره PTS را به MPAN-N فرستد، و شروع WPT را طبق برنامه ارائه شده اطلاع می‌دهد؛ MPAN-C وارد حالت انتقال توان می‌شود.

هنگامی که PSFI شروع می‌شود، MPAN-C وارد حالت تولید بسته وضع توان می‌شود. همانطور که علامت PS را به تمام MPAN-N‌ها در طول PSFI انتقال می‌دهد، MPAN-C وارد حالت آماده به کار انتقال توان شده و بسته‌های PSF را از MPAN-NS دریافت می‌کند. پس از دریافت بسته‌های PSF، MPAN-C وارد حالت تجزیه و تحلیل بسته وضع توان می‌شود. از تجزیه و تحلیل بسته وضع توان، MPAN-C اعداد بسته‌های PSF و اعداد بازه‌های زمانی را می‌شمرد. اگر اعداد PSF با اعداد بسته‌های MPAN-C

کل دریافتی برابر نباشند، MPAN-C به حالت آماده به کار انتقال توان باز می‌گردد، و منظر بسته PSF بعدی می‌ماند. اگر اعداد بسته‌های PSF با اعداد کل بسته‌های MPAN-C برابر نباشند، عدد بازه MPAN-C را شمارش می‌کند. اگر عدد بازه با اعداد کل بازه‌ها (آخرین عدد بازه) برابر نباشد، C MPAN-C وارد حالت تولید بسته وضع توان می‌شود تا بسته علامت PTS را برای WPT در بازه زمانی بعدی ارسال کند. اگر عدد بازه با عدد کل بازه‌های زمانی برابر باشد، نشان می‌دهد که زمان بندی WPT در بازه پاسخ به پایان رسیده است؛ MPAN-C به حالت آماده به کار باز می‌گردد. برای تشخیص خطا در هنگام انتقال توان، C MPAN-C تا تمام شدن بازه زمانی جاری منتظر بلافاصله وارد حالت آماده به کار انتقال توان می‌شود. MPAN-C می‌ماند و وارد حالت تولید بسته وضع توان برای PSFI می‌شود.

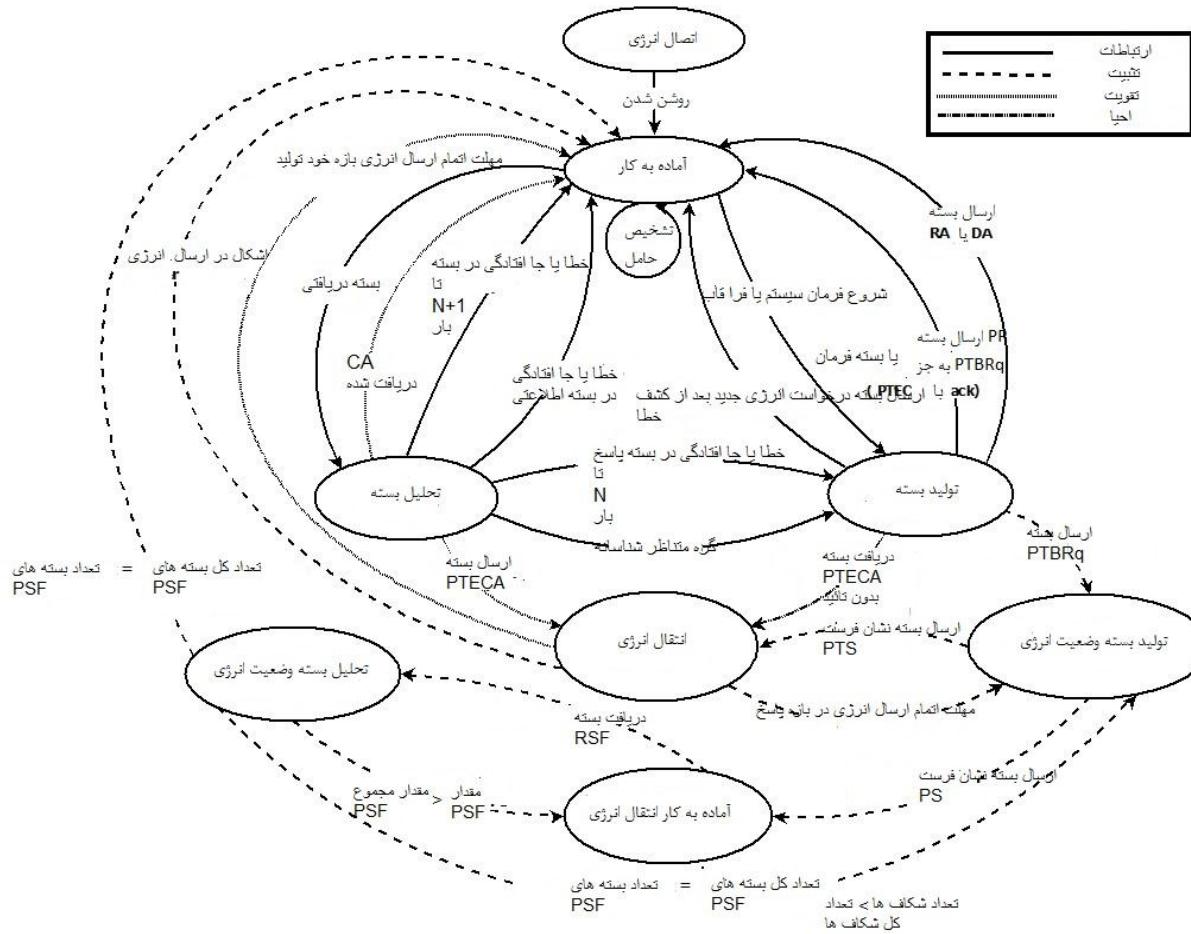
۳-۷ روش تقویت

در طول تقویت، هنگامی که سامانه برای نشان دادن شروع بازه خود-تولید فرمان‌ها را به PTPC می‌فرستد، MPAN-C وارد حالت تولید بسته می‌شود. MPAN به حالت آماده به کار برمی‌گردد تا منتظر PTRC بماند. هنگامی که MPAN-C را دریافت می‌کند، MPAN-C وارد حالت تجزیه و تحلیل بسته شده تا شناسانه گره را بررسی کند. اگر مطابقت داشته باشد، C MPAN-C برای ایجاد PTEC (همراه با تایید) وارد حالت تولید بسته می‌شود و به حالت آماده به کار باز می‌گردد. پس از دریافت PTECA، به حالت تجزیه و تحلیل بسته رفته، سپس برای انتقال توان به افزارهای کم توان به حالت انتقال توان می‌رود. هنگامی که زمان انتقال توان در بازه خود-تولید تمام شد، MPAN-C وارد حالت آماده به کار می‌شود. بعد از هر انتقال توان در بازه خود-تولید، MPAN-C سطح توان دریافت شده از MPAN-N هایی که توان دریافت کرده‌اند را بررسی می‌کند. MPAN-C برای ایجاد PLRC از حالت آماده به کار به حالت تولید بسته MPAN-C از حالت آماده به کار منتظر PLRCA می‌ماند. همانطور که MPAN-C را دریافت می‌کند، به حالت تجزیه و تحلیل بسته رفته، و سپس به حالت آماده به کار باز می‌گردد.

۴-۳-۷ روش احیا

در طول احیا، MPAN-C در آغاز بازه خود-تولید زمانی که سامانه فرمان می‌دهد، برای انتشار PTEC (بدون تایید)، وارد حالت تولید بسته می‌شود. هنگامی که MPAN-C PTEC را ارسال می‌کند، MPAN-N وارد حالت انتقال توان می‌شود؛ پس از آن MPAN-C به حالت آماده به کار باز می‌گردد. پس از انتقال توان، سامانه فرمان انتشار PLRC را می‌دهد. MPAN-C وارد حالت تولید بسته و پس از آن وارد حالت آماده به کار می‌شود. پس از دریافت PLRCA، MPAN-N، MPAN-C، PLRCAها را در توان کم تشخیص می‌دهد، و وارد حالت تقویت می‌شود.

حالتهای MPAN-C در شکل ۷ توضیح داده شده‌اند.



شکل ۷ - نمودار حالت C

۲-۳-۷ وضعیت گره

۲-۳-۷-۱ روش ارتباط

به محض روشن شدن MPAN-N وارد وضعیت تشخیص سطح توان خواب زمستانی می‌شود. بر اساس شرایط سطح توان، MPAN-N به حالت‌های خواب زمستانی کاهش توان، خواب زمستانی باتری کم، و خواب زمستانی پایدار منتقل می‌شود. زمانی که توالی بیداری ۱ تشخیص داده می‌شود (تعریف شده در بند ۱-۸)، در حالی که در حالت خواب زمستانی پایدار، MPAN-N وارد حالت فعالسازی کلی می‌شود. هنگامی که بسته RR را دریافت می‌کند، MPAN-N وارد حالت تجزیه و تحلیل بسته می‌شود تا بسته RR دریافت شده را بررسی کند. اگر شناسانه مقصد بسته RR و شناسانه MPAN-N (شناسانه گروه و یا شناسانه گره) با هم مطابقت داشته باشند، MPAN-N وارد حالت تولید بسته می‌شود. با ارسال بسته پاسخ مناسب به MPAN-N، MPAN-C وارد حالت آمده به کار می‌شود. اگر بسته MPAN-N مناسب بازگشت داده شده از MPAN-C را دریافت کند، از حالت آمده به کار وارد وضعیت پایدار خواب زمستانی می‌شود؛ اگر بسته RA گره‌های دیگر را دریافت کند، MPAN-N به حالت تولید بسته می‌رود تا بسته پاسخ را دوباره ارسال کند.

اگر MPAN-N خط را تشخیص دهد یا در طول تجزیه و تحلیل بسته مطابقت نداشته باشد (در صورتی که شناسانه ها مطابقت نداشته باشند)، MPAN-N وارد حالت تشخیص سطح توان خواب زمستانی می‌شود. هنگامی که عدد بازه قبل از فاصله زمانی اختصاص داده شود، MPAN-N ممکن است از حالت آماده به کار وارد حالت تشخیص توان خواب زمستانی شود؛ اگر عدد بازه به MPAN-N اختصاص داده شود، اما بسته RA را در طول مدت فاصله زمانی دریافت نکرده باشد، و یا اگر RA برای MPAN-N های MPAN-N دیگر دریافت نکرده باشد، MPAN-N وارد حالت تولید بسته می‌شود. ارسال مجدد بسته پاسخ دوباره پاسخ را به MPAN-C ارسال می‌کند و به حالت آماده به کار باز می‌گردد. ارسال مجدد بسته پاسخ می‌تواند N بار تکرار شود. در فاصله $1 + N$ ، MPAN-N وارد حالت تشخیص توان خواب زمستانی می‌شود. اگر بسته RR در حال تشخیص حامل در حالت آماده به کار به MPAN-N برسد، وارد حالت تجزیه و تحلیل بسته می‌شود. اگر وقفه سامانه حسگر در طول حالت خواب زمستانی پایدار رخ دهد، MPAN-N وارد حالت فعالسازی کلی می‌شود. بر اساس فرمان سامانه، MPAN-N وارد حالت تولید بسته می‌شود. اگر تولید خواهد شد و داده‌های مناسب را به MPAN-C می‌فرستد، و وارد حالت آماده به کار می‌شود. اگر بسته DA را دریافت کند، به حالت تشخیص سطح توان خواب زمستانی باز می‌گردد؛ اگر بسته DA را دریافت نکند، MPAN-N وارد حالت تولید بسته می‌شود تا داده‌های قبلی را دوباره انتقال دهد و وارد حالت آماده به کار شود، تا زمانی که بسته DA را دریافت کند. اگر DA دریافت شده برای MPAN-N های دیگر باشد، MPAN-N نیز به حالت تولید بسته باز می‌گردد. در وقفه $(N + 1)$ ام، MPAN-N وارد وضعیت تشخیص توان خواب زمستانی می‌شود.

۲-۳-۷ روش ثبیت

1 MPAN-N حالتهای کمی پیچیده‌تری برای WPT متحمل می‌شود. در ثبیت، بیداری (hemراه با PTRq) در طول بازه درخواست دریافت می‌کند، که MPAN-N را در حالت خواب زمستانی پایدار بیدار می‌کند. همانطور که MPAN-N بسته PTRq و در نتیجه حالت تجزیه و تحلیل بسته را دریافت می‌کند، MPAN-N وارد حالت فعالسازی کلی می‌شود. اگر شناسانه بسته با شناسانه گره مطابقت داشته باشد، MPAN-N برای ایجاد PTR ها به حالت تولید بسته می‌رود. در انتقال، MPAN-N وارد حالت تشخیص توان خواب زمستانی می‌شود. هنگامی که MPAN-N MPAN-C را از دریافت می‌کند، MPAN-N به حالت فعالسازی کلی بیدار شده، و برای دریافت WPT از حالت تجزیه و تحلیل بسته تجزیه و تحلیل می‌شود. اگر بسته PTBRq باشد، در این صورت MPAN-N در بسته بررسی شده و به وضعیت تشخیص سطح توان خواب زمستانی باز می‌گردد. هنگامی که MPAN-C بسته PTS را به همراه بیداری 3 ارسال می‌کند، MPAN-N وارد حالت فعالسازی PSF، و سپس وارد حالت تجزیه و تحلیل بسته وضع توان می‌شود. با توجه به برنامه زمانی در PTBRq قبلی، مسیر MPAN-N به دو سمت منحرف می‌شود. یک مسیر MPAN-N را به دریافت بلافاصله توان، و مسیر دیگر MPAN-N را به حالت قرنطینه توان برای به حداقل رساندن بازده کلی WPT هدایت می‌کند.

اگر MPAN-N علامت PTS را دریافت کرده باشد و برای بازه زمانی بعدی برنامه ریزی شده باشد، برای دریافت WPT وارد حالت دریافت توان می‌شود. هنگامی که انتقال توان اتمام شد، MPAN-N، قبل از ورود

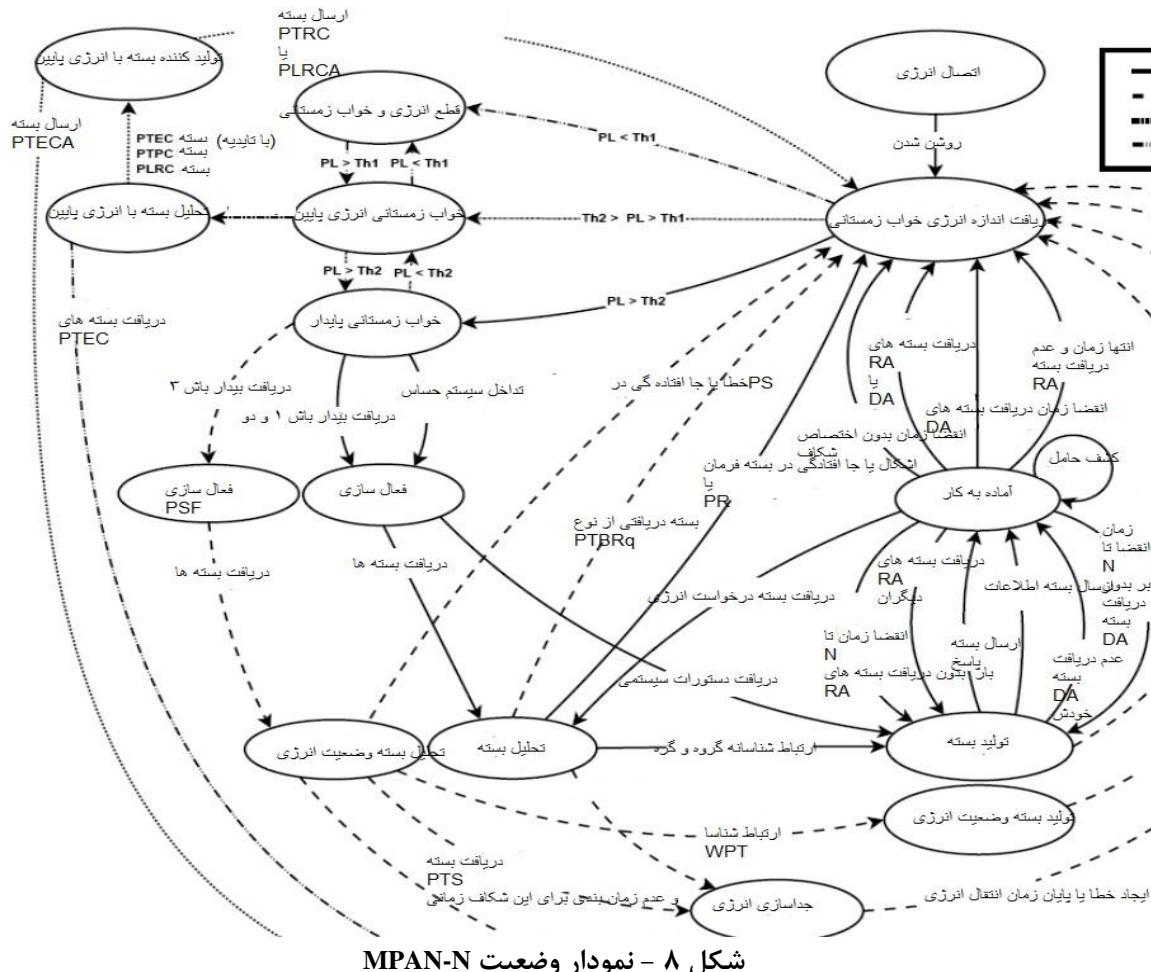
به حالت خواب زمستانی پایدار، وارد وضعیت تشخیص سطح توان خواب زمستانی می‌شود. از حالت خواب زمستانی پایدار، MPAN-N که علامت PS را دریافت کرده، از فعال سازی PSF به حالت تجزیه و تحلیل بسته توان و تولید بسته وضع توان برای ایجاد PSF می‌رود. پس از ارسال MPAN-N، PSF وارد وضعیت PTS تشخیص سطح توان خواب زمستانی به حالت خواب زمستانی مناسب می‌شود. اگر MPAN-N منظر PTS بعدی یا بسته‌های مربوط دیگر حالت‌های خواب زمستانی می‌ماند، اگر N علامت PTS را دریافت کرده باشد و برای بازه زمانی بعدی برنامه ریزی نشده باشد، MPAN-N وارد حالت قرنطینه توان می‌شود. هنگامی که PSFI شروع می‌شود، MPAN-N در حالت قرنطینه توان وارد حالت تشخیص سطح توان خواب زمستانی می‌شود. MPAN-N منظر علامت PS می‌ماند تا از روش‌های PSFI وارد شود. MPAN-N منظر PTS بعدی و یا بسته‌های مربوطه دیگر حالات خواب زمستانی می‌ماند.

۳-۲-۳ روش تقویت

MPAN-N در حالت خواب زمستانی کم توان می‌تواند درخواست انتقال توان در طول بازه خود-تولید کند: تقویت. در حالی که MPAN-N در حالت خواب زمستانی کم توان می‌تواند سیگنال بیداری ۲ را شناسایی کرده و وارد حالت تجزیه و تحلیل بسته کم توان شود. اگر بسته PTPC باشد، MPAN-N وارد حالت تولید بسته کم توان برای تولید PTRC به منظور درخواست انتقال توان می‌شود؛ N MPAN-N به حالت تشخیص سطح توان خواب زمستانی باز می‌گردد. هنگامی که MPAN-N PTEC را دریافت می‌کند، MPAN-N در حالت تجزیه و تحلیل بسته کم توان بیدار می‌شود، سپس PTECA را از حالت تولید بسته کم توان به منظور تایید انتقال توان ارسال می‌کند. پس از ارسال PTECA، MPAN-N وارد حالت دریافت توان می‌شود. هنگامی که انتقال توان تمام شد، MPAN-N وارد حالت تشخیص سطح توان خواب زمستانی شده، سپس به وضعیت مناسب خواب زمستانی می‌رود. PLRC بعدی MPAN-N را بسته به سطح توان N MPAN-N، در حالت تجزیه و تحلیل بسته کم توان و یا حالت تجزیه و تحلیل بسته بیدار می‌کند. MPAN-N برای ارسال PLRCA، وارد وضعیت مناسب تولید بسته شده، و وارد تشخیص سطح توان خواب زمستانی می‌شود. توان ذخیره شده در این زمان کم است، WPT کم اثر در اصل برای MPAN-N های دیگر در نظر گرفته می‌شود.

۴-۲-۳ روش احیا

هنگامی که MPAN-N در حالت احیا است، MPAN-N در حالت کاهش توان است. MPAN-N کاهش توان به دلیل ماهیت تشدید مغناطیسی، می‌تواند انتقال توان را به طور خودکار در محدوده MPAN دریافت کند. برای اینکه این روش موثرتر شود، MPAN-C به طور منظم PTEC را (بدون تایید) همراه با انتقال توان در طول بازه خود-تولید منتشر می‌کند. اگر افزاره کاهش توان روشن شود و وارد حالت خواب زمستانی کم باتری شود، MPAN-N پس از انتقال توان PLRC را به PLRCA پاسخ می‌دهد. از آن پس، در حالت تقویت بکار گرفته می‌شود. حالتهای MPAN-N در شکل ۸ توضیح داده شده‌اند.

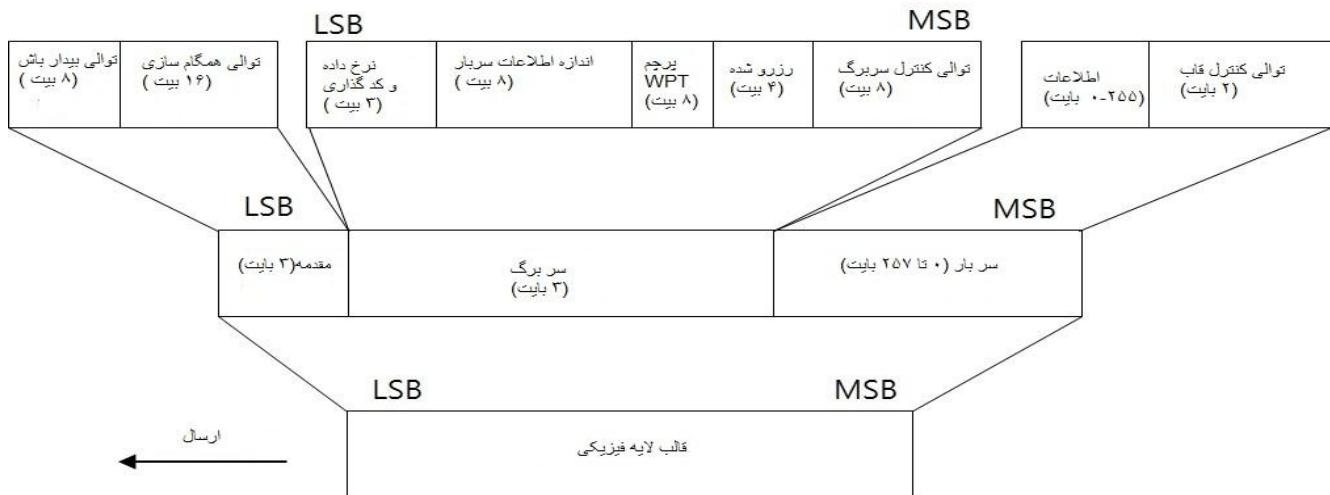


۸ قاب لایه فیزیکی

۱-۸ - کلیات

این قسمت، قالب قاب لایه فیزیکی MPAN، که از MFAN گرفته شده است را شرح می‌دهد. همانطور که در شکل ۹ نشان داده شده است قالب قاب لایه فیزیکی شامل سه جز است: مقدمه^۱، سرآیند^۲، و پایه بار^۳. هنگام انتقال بسته، ابتدا مقدمه فرستاده می‌شود، سپس سرآیند در ادامه می‌آید و در انتهای پایه بار خواهد آمد. یک LSB اولین بیت است که انتقال داده می‌شود.

- 1-Preamble
- 2-Header
- 3-Payload



شکل ۹- قالب قابلیه فیزیکی

۲-۸ مقدمه

همانطور که در شکل ۱۰ نشان داده شده است: توالی بیداری، توالی همگام سازی. یک توالی بیداری ۸ بیتی به دو نوع طبقه بندی می‌شود: یکی برای ارتباطات عمومی MFAN و دیگری برای WPT. توالی بیداری ۱ برای ارتباطات MFAN شامل [0000 0000] و توالی بیداری ۲ برای فرمان شامل [1111 1111] و توالی بیداری ۳ برای WPT شامل [1111 0000] است. توالی همگام سازی ۱۶ بیتی زیر شامل یک توالی ۱۲ بیتی [0000 0000] است. یک توالی ۴ بیتی [1010] پس از توالی همگام سازی می‌آید. توالی بیداری ۱ تنها در مقدمه بسته PR در بازه درخواست شامل می‌شود، توالی بیداری ۲ در مقدمه بسته PTEC در بازه خود-تولید شامل می‌شود، توالی بیداری ۳ در مقدمه نشان فرست PS در بازه واکنش می‌باشد. در توالی همگام سازی برای دستیابی به بسته، زمان‌بندی نمادین و برآورد بسامد حامل استفاده می‌شود.

مقدمه با TYPE ۰ کدبندی شده است و در بند ۳-۱-۸ تعریف شده است. توالی بیداری به وسیله ASK مدوله شده است ولی توالی همگام سازی با BPSK کدبندی شده است.



شکل ۱۰- قالب مقدمه

۳-۸ سرایند

قابل پرچم WPT سرایند بررسی می‌کند آیا کل قاب برای MFAN اکر قاب دارای مقدار ۱ باشد، بنابراین WPT است و اگر دارای مقدار ۰ باشد بنابراین MFAN است. در استاندارد INSO19606-1 بند ۳-۱-۷ مشخص شده است.

۴-۸ پایه بار

در استاندارد ۱-۷-۴ مشخص شده است.

۵-۸ توالی بررسی قاب

در استاندارد ۱-۷-۵ مشخص شده است.

۶ قالب قاب لایه MAC

۱-۹ کلیات

قاب MAC از MPAN شامل سرایند قاب و بدنه قاب می‌باشد که جانشین قالب قاب لایه MAC که در استاندارد ۱-۶-۱ تصدیق شده است، می‌شود. سرایند قاب دارای اطلاعاتی برای انتقال داده به افزارهای داده‌های واقعی انتقال داده شده است.

۲-۹ قالب قاب برای MPAN

قاب‌های لایه MAC شامل سرایند قاب و بدنه قاب است همانگونه که در شکل ۱۱ نشان داده شده است.

الف) سرایند قاب: شامل شناسانه^۱ MFAN ID، واپیش قاب، ID گره منبع، ID گره مقصد، و تعداد توالی.

سرایند قاب شامل اطلاعات برای انتقال است.

ب) بدنه قاب: شامل پایه بار که شامل داده‌های واقعی منتقل شده به وسایل MPAN و FCS است که برای بررسی خطاهای در پایه بار استفاده می‌شود.

Unit: b

| ۱ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | Variable | ۲ |
|--------------|---------------|----------------|---------------------|-----------------|------------|----------------------|
| MFAN ID | Frame control | Source node ID | Destination node ID | Sequence number | Payload | Frame check sequence |
| Frame header | | | | | Frame body | |

شکل ۱۱- قالب قاب لایه MAC مربوط به MPAN

۱-۲-۹ سرایند قاب

در استاندارد ۱-۲-۸ مشخص شده است.

۲-۲-۹ بدنه قاب

در استاندارد ۱-۲-۸ مشخص شده است.

۳-۲-۹ نوع قاب

چهار نوع قاب وجود دارد: قاب درخواست، قاب پاسخ، قاب داده‌ها، و قاب تایید

جدول ۲- نوع قاب

| نوع قاب | مقدار | محتوا | بازه |
|-------------|-------|--|-----------------|
| قاب درخواست | ... | درخواست برای پاسخ وابسته (ARq)، قطع وابسته (DaRq)، وضعیت وابسته (ASRq)، مخابره داده (DRq)، انتقال توان (PTRq)، نشان فرست انتقال توان (PTBRq)، وغیره. | پاسخ |
| قاب پاسخ | ۰۰۱ | پاسخ برای درخواست وابسته (ARs)، قطع وابسته (DaRs)، وضعیت وابسته (ASRs)، مخابره داده (DRs)، انتقال توان (PTRs)، وغیره. | پاسخ |
| قاب داده | ۰۱۰ | مخابره داده بدون درخواست هماهنگ کننده | خود-تولید |
| قاب تایید | ۰۱۱ | مخابره داده (CA) تایید پاسخ (RA)، و فرمان (CA) برای گرهها | پاسخ، خود-تولید |
| قاب فرمان | ۱۰۰ | فرمان برای مجوز انتقال توان (PTPC)، اجرای انتقال توان (PTEC)، درخواست سطح توان (PLRC) به افزارهای | خود-تولید |

۱-۳-۲-۹ قاب درخواست

در استاندارد IEC 60800-1 بند ۱-۳-۸ مشخص شده است.

۲-۳-۲-۹ قاب پاسخ

در استاندارد IEC 60800-1 بند ۲-۳-۸ مشخص شده است.

۳-۲-۹ قاب داده

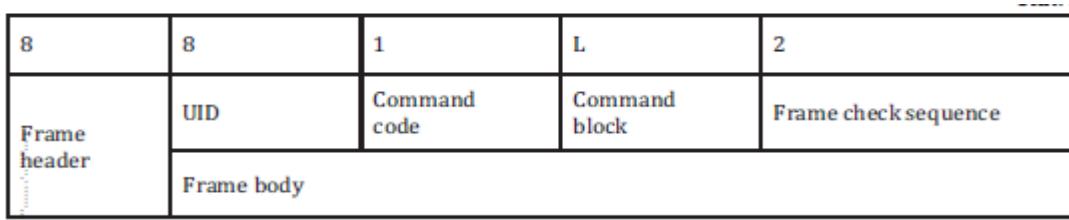
در استاندارد IEC 60800-1 بند ۳-۳-۸ مشخص شده است.

۴-۳-۲-۹ قاب تایید

در استاندارد IEC 60800-1 بند ۴-۳-۸ مشخص شده است.

۵-۳-۲-۹ قاب فرمان

قاب فرمان شامل UID، کد فرمان، بلوک فرمان و FCS می‌باشد. اگر مقدار کد واپايش ۰ باشد، بنابراین درخواست WPT است و اگر مقدار برابر ۱ باشد پاسخ WPT است.



شکل ۱۲- قالب قاب فرمان

۴-۲-۹ قالب پایه بار

قالب پایه بار شامل قاب درخواست، قاب پاسخ، قاب داده و قاب تایید است.

۱-۴-۲-۹ قاب درخواست

همانگونه که در شکل ۱۳ نشان داده شده است، پایه بار برای قاب درخواست شامل ID گروه، کد درخواست، طول و بیش از یک بلوک درخواست است. اگر ID گروه 0xFF باشد، درخواست‌های MPAN-C یک پاسخ از تمامی گروه‌های MPAN-N نشان می‌دهد.

| 1 | 1 | 1 | L1 | L2 | ... | Ln |
|----------|--------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|
| Group ID | Request code | Length ($= \sum L_n$) | Request block-1 | Request block-2 | ... | Request block-n |

شکل ۱۳- قالب پایه بار قاب درخواست

الف) ID گروه

فیلد ID گروه شامل ۱ بایت است و برای فرستادن بسته RR به گروه‌های اصلی استفاده می‌شود. برای جزئیات بیشتر ID گروه به بند ۳-۴-۶ مراجعه کنید.

ب) کد درخواست

کد درخواست در پایه بار قاب درخواست در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- کد درخواست پایه بار قاب درخواست

| دسته‌بندی | کد درخواست | محتوی | ملاحظات |
|--------------------|------------|--|--|
| شبکه | 0x01 | درخواست وابسته | درخواست برای پاسخ وابسته برای گره‌های غیرمتصل |
| | 0x02 | درخواست قطع وابسته | درخواست برای پاسخ قطع وابسته برای گره‌های غیرمتصل |
| | 0x03 | درخواست وضعیت وابسته | درخواست برای وضعیت وابسته برای گره‌های متصل |
| | 0x04-0xF | ذخیره شده | - |
| داده | 0x11 | درخواست داده | درخواست برای انتقال داده برای گره‌های متصل |
| | 0x12-0x1F | ذخیره شده | - |
| پیکربندی | 0x21 | درخواست تنظیم شناسانه گروه برای گره‌های متصل | درخواست برای تغییرات شناسانه گروه برای گره‌های متصل |
| | 0x22-0x2F | ذخیره شده | - |
| انتقال توان بی‌سیم | 0x31 | درخواست انتقال توان | درخواست برای پاسخ انتقال توان برای گره‌های متصل |
| | 0x32 | درخواست نشان‌فرست | درخواست برای نشان‌فرست انتقال توان برای گره‌های متصل |
| | 0x33-0x3F | ذخیره شده | - |
| | 0x40-0xFF | ذخیره شده | - |

پ) طول

فیلد طول شامل ۱ بایت است که طول کلی بلوک درخواست را نشان می‌دهد. مقدار فیلد طول نسبت به طول و تعداد بلوک‌های درخواست متغیر است.

د) بلوک درخواست

قالب داده بلوک درخواست ترکیب‌های متفاوت دارد براساس کدهای درخواست، بیش از یک بلوک درخواست می‌تواند شامل پایه بار قاب درخواست باشد.

جزئیات برای قالب داده هر بلوک درخواست در ادامه می‌آید:

۱) درخواست وابسته

در استاندارد INSO19606-1 بند ۸-۴-۱ مشخص شده است.

۲) درخواست قطع وابسته

در استاندارد INSO19606-1 بند ۸-۴-۱ مشخص شده است.

۳) درخواست وضعیت وابسته

در استاندارد INSO19606-1 بند ۸-۴-۱ مشخص شده است.

۴) درخواست داده

در استاندارد INSO19606-1 بند ۸-۴-۱ مشخص شده است.

۵) درخواست راه اندازی ID گروه

در استاندارد INSO19606-1 بند ۸-۴-۱ مشخص شده است.

۶) درخواست انتقال توان

قالب بلوک PTRq در شکل ۱۴ نشان داده شده است. دو بایت اول برای گره ID از MPAN-N برای PTRq می‌باشد. اگر گره ID ۰xFFFF باشد برای تمامی MPAN-N ها تحت ID گروههای PTRq درخواست داده می‌شود. ۱ بایت بعدی برای تعداد شیار است. آخرین بایت برای قدرت سیگنال درانتقال از MPAN-C است و در dB اندازه گیری می‌شود.

| | | |
|---------|-------------|-------------------------------------|
| ۲ | ۱ | ۱ |
| Node ID | Slot number | Signal strength sent at coordinator |

شکل ۱۴- قالب بلوک درخواست انتقال توان

۷) درخواست نشان فرست انتقال قدرت

قالب بلوک PTBRq در شکل ۱۵ نشان داده شده است. اولین بایت برای WPT ID از MPAn-N برای PTBRq است. اگر WPT ID برابر ۰xFF باشد، برای تمامی MPAN-n ها PSBRq درخواست می‌شود. بایت بعدی برای تعداد شیار و دو بایت بعدی برای طول قاب انتقال قدرت و دو بایت آخر برای انتقال سطح قدرت است. فیلد آخر، سطح انتقال قدرت، شامل شکل‌های مهم و توان $(n-2)$ است. با جایگذاری ساده در معادله، سطح انتقال قدرت برابر $(\text{شکل اصلی}) * W^{(n-2)}$ است.

| | | | | |
|--------|-------------|------------------|--------------------------|---|
| 1 | 1 | 2 | 2 | |
| | | | 1 | 1 |
| WPT ID | Slot number | Time Length (ms) | Power Transfer Level (W) | |
| | | | Significant figure | n |

شکل ۱۵- قالب بلوك درخواست نشان فرست انتقال توان

۲-۴-۲-۹ قاب پاسخ

قالب پایه بار قاب پاسخ دارای اطلاعات پاسخ به درخواست MPAN-C است. پایه بار قاب پاسخ در شکل ۱۶ نشان داده شده است. بایت اول برای ID گروه و بایت دوم برای کد پاسخ و بایت سوم برای طول پاسخ داده(L) و L بایت بعدی برای داده های پاسخ است.

| | | | | | | |
|----------|---------------|-------------|------------------|------------------|-----|------------------|
| 1 | 1 | 1 | L1 | L2 | ... | Ln |
| Group ID | Response code | Length (=L) | Response block-1 | Response block-2 | ... | Response block-n |

شکل ۱۶- قالب پایه بار قالب پاسخ

الف) ID گروه

فیلد نشانی گروه شامل یک بایت است و برای فرستادن بسته های RR به گروه اصلی استفاده می شود. برای جزئیات ID گروه به بند ۳-۴-۶ مراجعه کنید.

ب) کد پاسخ

انواع کد پاسخ در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴- کد پاسخ پایه بار قاب پاسخ

| دسته بندی | کد پاسخ | محظوظ | ملاحظات |
|--------------------|-----------|--------------------|--|
| شبکه | 0x01 | پاسخ وابسته | انتقال UID گره |
| | 0x02 | پاسخ قطع وابسته | انتقال UID گره |
| | 0x03 | پاسخ وضعیت وابسته | انتقال UID گره |
| | 0x04-0x0F | ذخیره شده | - |
| | 0x11 | پاسخ داده | انتقال داده درخواست شده |
| | 0x12-0x1F | ذخیره شده | - |
| داده | 0x11 | پاسخ تنظیم ID گروه | انتقال UID و ID گروه بعد از تغییرات در ID گروه |
| | 0x12-0x1F | ذخیره شده | - |
| تنظیم | 0x21 | پاسخ تنظیم ID گروه | انتقال UID و ID گروه بعد از تغییرات در ID گروه |
| | 0x22-0x2F | ذخیره شده | - |
| انتقال توان بی سیم | 0x31 | پاسخ انتقال توان | انتقال UID و ID گروه بعد از تغییرات در ID گروه |
| | 0x31-0x3F | ذخیره شده | - |
| ذخیره شده | 0x40-0xFF | ذخیره شده | - |

پ) طول

فیلد طول شامل یک بایت است و طول داده‌های پاسخ را نشان می‌دهد، که با توجه به داده‌های پاسخ در دسترس است
ت) داده پاسخ

داده‌های پاسخ به ARها، Rها، DaRها، ASRها و PTRها می‌باشد. قالب داده‌های پاسخ در ادامه می‌آید:

(۱) پاسخ وابسته

در استاندارد ۱-ISO19606 بند ۸-۲-۲-۴ مشخص شده است.

(۲) پاسخ قطع وابسته

در استاندارد ۱-ISO19606 بند ۸-۲-۲-۴ مشخص شده است.

(۳) پاسخ وضعیت وابسته

در استاندارد ۱-ISO19606 بند ۸-۲-۲-۴ مشخص شده است.

(۴) پاسخ داده

در استاندارد ۱-ISO19606 بند ۸-۲-۲-۴ مشخص شده است.

(۵) پاسخ راه اندازی ID گروه

در استاندارد ۱-ISO19606 بند ۸-۲-۲-۴ مشخص شده است.

(۶) پاسخ انتقال توان

قالب بلوک PTRها در شکل ۱۷ نشان داده شده است. داده‌های PTRها شامل دو بایت برای باقی مانده توان باتری است، دو بایت برای سطح توان مورد نیاز گره است. ۴ بایت بعدی برای سطح سیگنال: دو بایت برای پذیرش در گره، و دو بایت برای انتقال در هماهنگ کننده می‌باشد. کاوش سطوح توان و سطح سینگال، MPAN-C فواصل به MPAN-N محاسبه می‌کند، سطح موثر توان ممکن است منتقل شود.

| ۲ | ۲ | ۲ | ۲ |
|--|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| The remaining amount of power in battery | Required power level by node | Signal level received at node | Signal level sent at coordinator |

شکل ۱۷- قالب بلوک پاسخ انتقال توان

۳-۴-۲-۹ قاب داده

در استاندارد ۱-ISO19606 بند ۸-۴-۳ مشخص شده است.

۴-۴-۲-۹ قاب تایید

پایه بار قاب RA دارای داده مربوط به بسته پاسخ های دریافت شده ، است. قالب پایه بار RA در شکل ۱۸ نشان داده شده است. بایت اول برای ID گروه است بایت دوم برای کد تائید پاسخ، بایت سوم برای طول (L) است و بایت بعدی برای بلوک های تائید پاسخ است.

| 1 | 1 | 1 | L1 | L2 | ... | Ln |
|----------|----------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| Group ID | Response confirmation code | Length (=L) | Response confirmation block-1 | Response confirmation block-2 | ... | Response confirmation block-n |

شکل ۱۸- قالب بلوک پاسخ انتقال توان

الف) ID گروہ

فیلد ID گروه شامل ۱ بایت است که برای فرستادن بسته‌های RR به یک گروه اصلی استفاده می‌شود. برای جزئیات ID گروه به ۴-۶-۳-۴ مراجعه کنید.

ب) کد تائید یاسخ

انواع کد تائید پاسخ در جدول ۵ نشان داده می‌شود.

ب) طول

فیلد طول شامل ۱ بایت است که طول داده تائید پاسخ را نشان می‌دهد و بر اساس داده تائید پاسخ متغیر است.

جدول ٥ = کد انتباق یاسخ

| دسته‌بندی | دریافت کد انطباق | محتوی | ملاحظات |
|--------------------|------------------|-------------------------------|---|
| شبکه | 0x01 | انطباق پاسخ وابسته | مخابره ID گره تخصیص داده شده و UID گره‌ها |
| | 0x02 | انطباق پاسخ قطع وابسته | مخابره ID گره و UID گره‌ها |
| | 0x03 | انطباق پاسخ وضعیت وابسته | مخابره UID گره‌ها |
| | 0x04-0x0F | ذخیره شده | - |
| | 0x11 | انطباق پاسخ داده | انطباق مخابره داده به یک گره متصل |
| | 0x12-0x1F | ذخیره شده | - |
| | 0x21 | انطباق تنظیم ID گروه | مخابره ID گروه بعد از تغییر ID گروه |
| | 0x21 | ذخیره شده | - |
| | 0x31 | انطباق پاسخ انتقال توان | انطباق پاسخ انتقال توان |
| | Ox32 | انطباق فرمان اجرای انتقال | انطباق فرمان اجرای انتقال توان |
| انتقال توان بی‌سیم | Ox33 | انطباق فرمان درخواست سطح توان | انطباق فرمان درخواست انتقال توان |
| | 0x34-ox3F | ذخیره شده | - |
| | 0x41-0xFF | ذخیره شده | - |
| ذخیره شده | | | |

ت) بلوک تائید پاسخ

بلوک تائید پاسخ به تائید ARها، تائید DaRها، تائید ASRها، تائید DRها، و تائید GSRها تقسیم می‌شود. قالب‌های بلوک تائید پاسخ در ادامه می‌آید:

۱) تأیید پاسخ وابسته

در استاندارد ۱-ISO19606 بند ۸-۴-۴ مشخص شده است.

۲) تأیید پاسخ قطع وابسته

در استاندارد ۱-ISO19606 بند ۸-۴-۴ مشخص شده است.

۳) تأیید پاسخ وضعیت وابسته

در استاندارد ۱-ISO19606 بند ۸-۴-۴ مشخص شده است.

۴) تأیید پاسخ داده

در استاندارد ۱-ISO19606 بند ۸-۴-۴ مشخص شده است.

۵) تأیید پاسخ راه اندازی ID گروه

۶) در استاندارد ۱-ISO19606 بند ۸-۴-۴ مشخص شده است.

| | |
|---------|-----------------|
| 2 | 1 |
| Node ID | Assigned WPT ID |

شکل ۱۹- قالب بلوک تایید پاسخ انتقال توان

۷) تأیید پاسخ انتقال توان

قالب بلوک برای تأیید پاسخ انتقال توان در شکل ۱۹ نشان داده شده است. دو بایت اول برای مقصد

ID گره و آخرین بایت برای WPT ID اختصاص داده شده است.

| | |
|--------|---------------------|
| 1 | 1 |
| WPT ID | Current Power Level |

شکل ۲۰- قالب بلوک تایید پاسخ انتقال توان

۸) تأیید فرمان درخواست انتقال توان

قالب بلوک برای تأیید فرمان درخواست انتقال توان در شکل ۲۰ نشان داده شده است. دو بایت

اول برای مقصد ID گره است. بایت بعدی برای خط مشی فرمان(اگر ۰ باشد پذیرفته می‌شود و اگر

۱ باشد رد می‌شود) آخرین یک بایت برای WPT ID اختصاص داده می‌شود.

شکل ۲۱- قالب بلوک تایید پاسخ انتقال توان

۹) تأیید فرمان اجرای انتقال توان

قالب بلوک تایید فرمان اجرای انتقال توان در شکل ۲۱ نشان داده شده است. دو بایت اول برای

مقصد ID گره است آخرین بایت برای قدرت توان دریافتی است.

| | |
|--------|---------------------|
| 1 | 1 |
| WPT ID | Current Power Level |

شکل ۲۲- قالب بلوک تایید پاسخ انتقال توان

۱۰) تأیید فرمان سطح انتقال توان

قالب بلوک برای تأیید فرمان درخواست سطح توان در شکل ۲۲ نشان داده شده است. دو بایت

اول برای مقصد WPT ID است، آخرین بایت برای قدرت توان دریافتی می‌باشد.

۹-۲-۴-۵ قاب فرمان

قالب بلوک قاب فرماندر شکل ۲۳ نشان داده شده است. ۸ بایت اول برای UID است، بایت بعدی برای کد فرمان است. L بعدی برای بلوک فرمان است.

| | |
|----------|---------------------|
| 1 | 1 |
| WPT ID | Current Power Level |

شکل ۲۳- قالب بلوک تایید پاسخ انتقال توان

الف) UID

فیلد UID دارای ۸ بایت در طول است.

ب) کد فرمان

کد فرمان استفاده از بلوک های فرمان را تعیین می کند. تنها مقادیر کد برای WPT در این نقطه از زمان تعریف می شود ، سایر مقادیر تا ۳۰ تابع در آینده دریافت می شود.

جدول ۶- کد فرمان پایه بار قاب فرمان

| دسته بندی | کد فرمان | محظوظ | محتوا | ملاحظات |
|-------------|-----------|---------------------------|---------------------------|--|
| انتقال توان | 0x01 | فرمان درخواست انتقال توان | فرمان درخواست انتقال توان | درخواست انتقال توان بی سیم از گره در تقویت |
| | 0x02 | فرمان اجرای انتقال توان | فرمان اجرای انتقال توان | اجرای انتقال توان بی سیم از هماهنگ کننده |
| | 0x03 | فرمان مجوز انتقال توان | فرمان مجوز انتقال توان | مجوز انتقال بسته در بازه خود-تولید |
| | 0x04 | فرمان درخواست سطح | فرمان درخواست سطح | درخواست برای وضعیت سطح توان گره |
| | 0x05-0x0F | ذخیره شده | ذخیره شده | - |
| ذخیره شده | 0x10-0xFF | ذخیره شده | ذخیره شده | - |

پ) بلوک فرمان

قالب بلوک فرمان با توجه به کد فرمان استفاده شده متغیر است. تنها یک بلوک فرمان ممکن است به طور مناسبی استفاده شود: یا یک بلوک درخواست یا یک بلوک تائید. جزئیات بلوک فرمان در ادامه می آید:

۱) فرمان درخواست انتقال توان

بلوک فرمان درخواست انتقال توان شامل دو بایت است. یک بایت بعدی برای سطح توان است و بایت بعدی برای زمان است. قالب بلوک در شکل ۲۴ نشان داده شده است.

| | |
|-------------|----------|
| 1 | 1 |
| Power Level | Time |

شکل ۲۴- قالب بلوک تایید پاسخ انتقال توان

۲) فرمان اجرای انتقال توان

بلوک فرمان اجرای انتقال توان شامل دو بایت است که دارای اطلاعات طول زمان WPT است. قالب بلوک در شکل ۲۵ نشان داده شده است.

| | |
|-------------|----------|
| 1 | 1 |
| Power Level | Time |

شکل ۲۵ - قالب بلوک تایید پاسخ انتقال توان

۳) فرمان اجازه انتقال توان

بلوک فرمان اجازه انتقال توان حذف می‌شود، که از سرایند با قرار دادن مقدار مناسب آن نوع قابل شناسایی است.

۴) فرمان درخواست سطح توان

بلوک فرمان درخواست سطح توان شامل یک بایت است. که از سرایند قابل شناسایی است اما مقصد آن با قرار دادن WPT ID مشخص می‌شود. قالب بلوک در شکل ۲۶ نشان داده شده است.

| |
|----------|
| 1 |
| WPT ID |

شکل ۲۶ - قالب بلوک فرمان درخواست سطح توان

۳-۹ قالب قاب در باز خورد وضعیت توان

همه قاب های WPT از سرایند قاب و بدنه قاب تشکیل شده‌اند که در شکل ۲۷ نشان داده شده است.

الف) سرایند قاب: از عدد بازه، واپاپیش قاب، سرایند قاب حاوی اطلاعات برای انتقال تشکیل شده است.

ب) بدنه قاب: از پایه باری تشکیل شده که حاوی اطلاعات PSF است که به افزارهای MPAN انتقال داده می‌شود، و FCS که برای بررسی خطاهای درون پایه بار استفاده می‌شود.

| | | | | |
|-----------------|----------|-------------|----------|-------------|
| ۲ | متغیر | ۱ | ۱ | ۱ |
| توالی بررسی قاب | پایه بار | واپاپیش قاب | عدد بازه | عدد کل بازه |
| | بدنه قاب | | | سرایند قاب |

شکل ۲۷ - قالب قاب باز خورد وضعیت توان

۱-۳-۹ سرایند قاب

سرایند قاب حاوی اطلاعاتی برای باز خورد وضعیت توان است.

۱-۳-۹-۱ عدد کل بازه

شامل اعداد کل بازه است؛ ۱ بایت دارد.

۱-۳-۹-۲ عدد بازه

نشان دهنده عدد فعلی بازه زمانی است؛ ۱ بایت دارد.

۱-۳-۹-۳ واپاپیش قاب

فیلد های واپاپیش قاب از نوع قاب، خط مشی قاب تشکیل شده‌اند؛ قالب آن در شکل ۲۸ نشان داده شده‌اند.

| | | |
|-----------|------------|---------|
| ۵-۷ | ۳-۴ | ۰-۲ |
| ذخیره شده | خط مشی قاب | نوع قاب |

شکل ۲۸ - فیلد واپایش قاب

هر فیلد به صورت زیر توضیح داده می‌شود:

الف) نوع قاب

فیلد نوع قاب متشکل از ۳ بیت است؛ برای جزئیات بیشتر در مورد انواع قاب به ۳-۹ مراجعه کنید.

ب) خط مشی قاب

فیلد خط مشی قاب متشکل از ۲ بیت است؛ مقدار آن در شکل ۲۹ نشان داده شده است.

جدول ۷ - خط مشی قاب

| محتوا | مقدار | نوع خط مشی |
|-----------------------|-------|------------------------|
| درخواست برای پاسخ | ۰۰ | خط مشی انتقال قاب پاسخ |
| درخواست برای عدم پاسخ | ۰۱ | بدون خط مشی انتقال |

۲-۳-۹ بدنه قاب

بدنه قاب دارای طول متغیر بوده و حاوی پایه بار و FCS است. هر پایه بار بر اساس نوع قاب در فیلد واپایش قاب، یک قالب متفاوت دارد؛ از FCS برای بررسی خطا در قاب استفاده می‌شود.

۱-۲-۳-۹ پایه بار

اندازه پایه بار برای WPT بین ۰ تا ۲۵۶ متغیر است.

۲-۳-۹ توالی بررسی قاب

طول FCS ۸ بیت است، و به منظور بررسی اینکه آیا بدنه قاب بدون خطا دریافت شده است یا خیر استفاده می‌شود. این توالی با استفاده از چند جمله‌ای مولد استاندارد هشتم زیر ایجاد می‌شود:

$$G(x) = x^8 + x^2 + x^1 + 1$$

۳-۳-۹ نوع قاب

فیلد نوع قاب از ۳ بیت تشکیل شده است. سه نوع قاب وجود دارد؛ قاب علامت وضعیت توان، قاب علامت شروع انتقال توان، و قاب بازخورد وضعیت توان.

جدول ۸ - نوع قاب

| نوع قاب | مقدار | محتوا | بازه |
|------------------------|---------|----------------------------|------|
| علامت وضعیت توان | ۰۰۱ | قاب علامت وضعیت توان | پاسخ |
| علامت شروع انتقال توان | ۰۱۰ | قاب علامت شروع انتقال توان | پاسخ |
| بازخورد وضعیت توان | ۰۱۱ | قاب بازخورد وضعیت توان | پاسخ |
| ذخیره شده | ۱۰۰-۱۱۱ | | |

۴-۳-۹ قالب پایه بار

۱-۴-۳-۹ PS علامت

طول بازه پاسخ PSFI در میان MPAN-C و وجود دارد. PSFI زمانی شروع می‌شود که بازه زمانی در WPT در یک MPAN-N خاص یا یک گروه به پایان برسد. قالب قاب در طول PSFI طول کوتاه و ساختار ساده دارد تا از اتلاف زمان در WPT جلوگیری شود. هنگامی که PSFI آغاز می‌شود، MPAN-C علامت PS را برای بروز رسانی سریع وضعیت توان و وضعیت غیر طبیعی انتقال می‌دهد. قالب قاب درخواست در شکل ۲۹ نشان داده شده است.

| | | | | |
|----------|---|-------|---------------------|-------------|
| ۱ | - | ۱ | ۱ | ۱ |
| WPT n | - | WPT ۱ | عدد شناسانه های WPT | گزارش وضعیت |
| پایه بار | | | | |

شکل ۲۹ - قالب پایه بار علامت PS

الف) گزارش وضعیت

گزارش وضعیت روند علامت PS را تعیین می‌کند. هدف علامت PS بر اساس استفاده از گزارش وضعیت متغیر است که در جدول ۹ نشان داده شده است.

جدول ۹- گزارش وضعیت

| مقدار | وضعیت قاب |
|-----------|-----------------|
| 0x00 | وضعیت طبیعی |
| 0x01 | وضعیت غیر طبیعی |
| 0x02-0xff | ذخیره شده |

ب) عدد شناسانه های WPT

عدد شناسانه های WPT در بدنه قاب شمرده می‌شود. این عدد نشان دهنده عدد MPAN-N های مجاز برای گرفتن WPT است.

ج) شناسانه WPT

MPAN-C یک MPAN-N خاص و یا یک گروه برای پاسخ به علامت PS انتخاب می‌کند. در علامت PS شناسانه WPT برای کوتاه کردن طول علامت و ساده کردن ساختار علامت بکار می‌رود. جزئیات مربوط به شناسانه WPT در ۴-۵ توضیح داده شده است.

۱-۴-۳-۹ نشان فرست شروع انتقال توان

بلوک علامت شروع انتقال توان حذف شده است؛ این علامت از سرایند، با قرار دادن مقدار مناسب برای نوع آن قابل تشخیص است.

۹-۳-۴-۳ بازخورد وضعیت توان

| | | |
|-----------------|------------------|-------------|
| ۱ | ۱ | ۱ |
| توان دریافت شده | باتری باقی مانده | شناسانه WPT |
| | | پایه بار |

شکل ۳۰ - قالب پایه بار بازخورد وضعیت توان

الف) شناسانه WPT

در بخش ۵-۴-۶ مشخص شده است.

ب) باتری باقی مانده

هنگامی که MPAN-C درخواست اطلاعات باتری می‌کند، MPAN-N اطلاعات مقدار باقی مانده از باتری را ارسال می‌کند. یک بایت برای اطلاعات باتری ذخیره می‌شود.

ج) توان دریافت شده

برای برنامه ریزی کارآمد WPT، MPAN-N اطلاعات توان دریافت شده را ارسال می‌کند.

۱۰ عملکرد لایه MAC

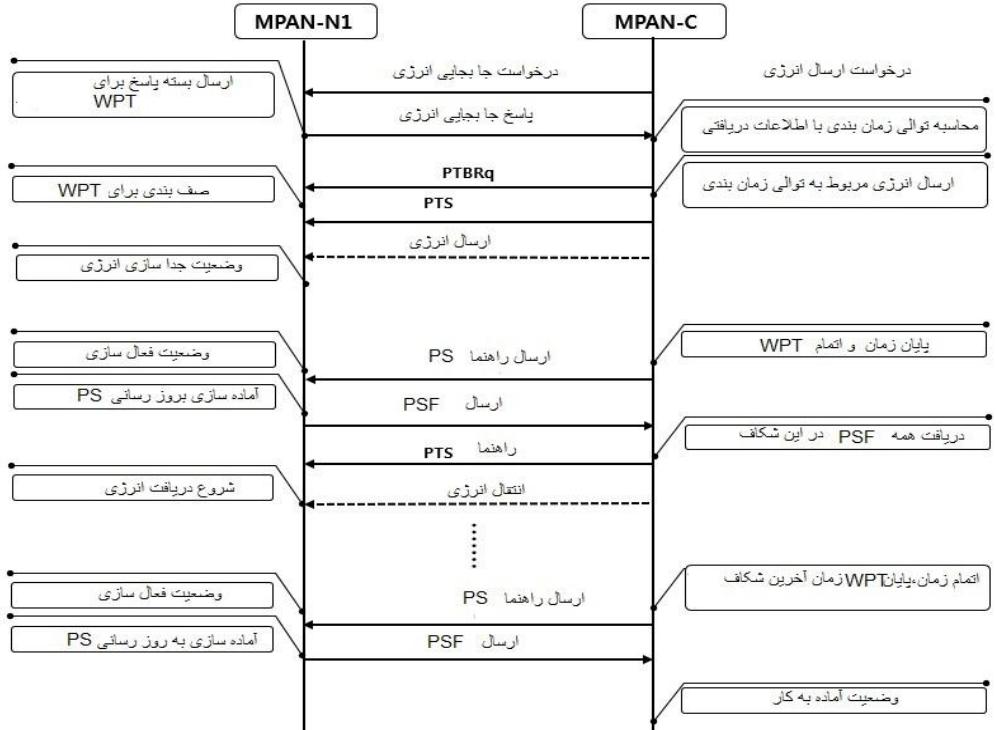
۱-۱۰ کلیات

در لایه MAC از MPAN، عملکردهای زیر MPAN را به طور موثری مدیریت می‌کنند: پیوستگی، قطع وابسته، روند ASC، انتقال داده‌ها، تنظیم شناسانه گروه، تثبیت، تقویت، و فرایند احیا. عملکردهای لایه MAC در WPT در تثبیت، تقویت، و احیا از MPAN پنهان می‌شوند؛ عملکردهای دیگر از ISO/IEC 15149-1:2014,9 توجیه می‌شوند.

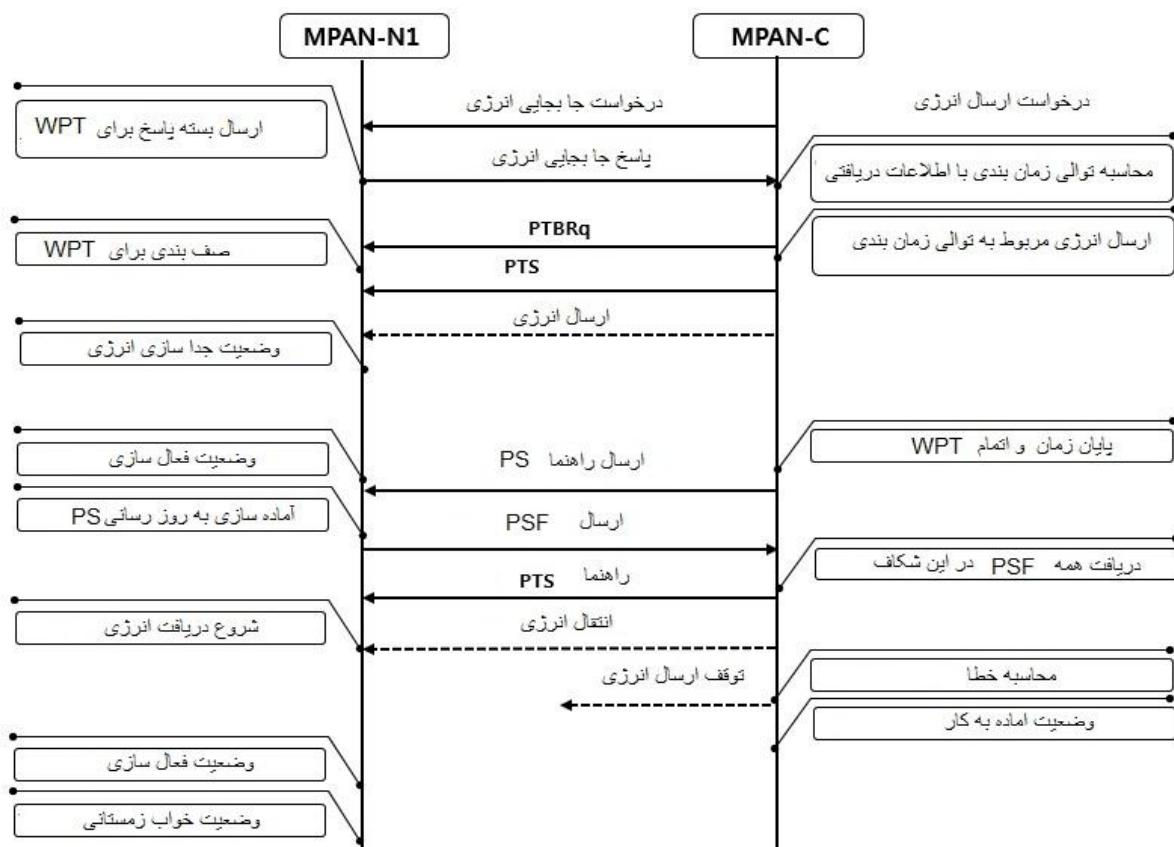
۲-۱۰ تثبیت

MPAN-C می‌تواند بسته PTRq را به MPAN-N های مایل به دریافت توان، بسته PTRs را به MPAN-C باز می‌گرداند. MPAN-C بر اساس بسته‌های PTRs دریافت شده، برنامه WPT را محاسبه می‌کند. هنگامی که برنامه تنظیم شد، PTBRq MPAN-C بسته PTRs را به همه MPAN-N ها با اطلاعات برنامه منتقل می‌کند. بلافصله پس از انتقال بسته PTBRq MPAN-C نیز علامت PTS را ارسال می‌کند، که نشان دهنده شروع انتقال توان است. بر اساس برنامه زمانی PTBRq MPAN-N وارد وضعیت قطع وابسته توان یا حالت دریافت توان می‌شود. هنگامی که زمان انتقال توان برنامه ریزی شده تمام می‌شود، MPAN-C علامت PS را برای به روز رسانی وضعیت توان ارسال می‌کند؛ MPAN-N با PSF پاسخ می‌دهد؛ هنگامی که همه قاب‌های PSF جمع آوری شدند، انتقال توان برای بازه زمانی بعد آغاز می‌شود.

اگر MPAN-C خطرا در WPT تشخیص دهد، MPAN-C، WPT را متوقف می‌کند. هنگامی که زمان انتقال توان برنامه ریزی شده تمام می‌شود، MPAN-N در WPT وارد حالت فعالسازی می‌شود. برای اطمینان بیشتر، بازه پاسخ برای ابرقاب پایان داده می‌شود. انتقال توان دوباره از ابرقاب بعد زمانی که MPAN-C درخواست PTBRq می‌کند شروع می‌شود.



شكل ٣١ - روش تثبيت (بدون خطأ)

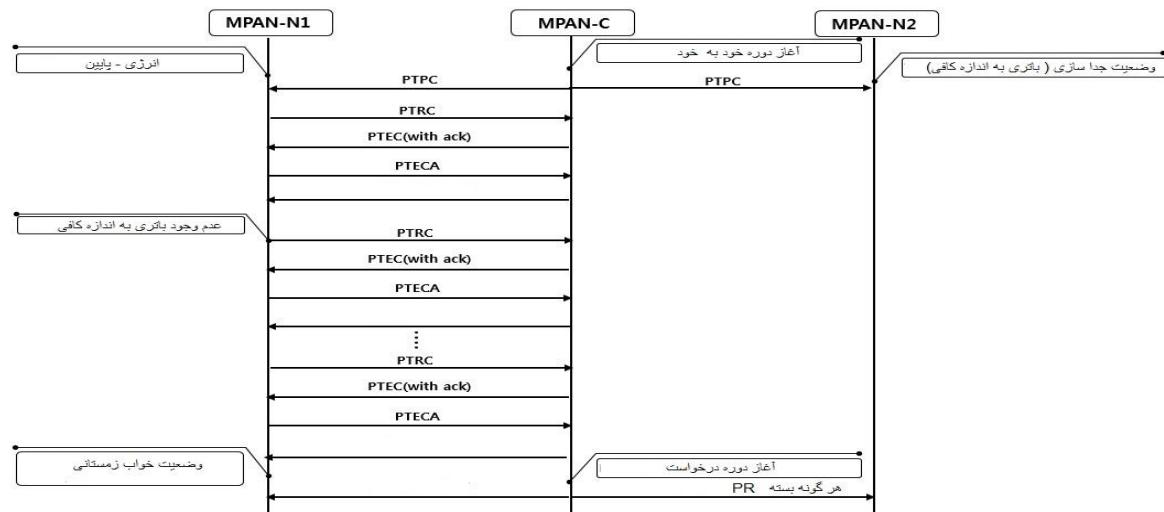


شكل ٣٢ - روش تثبيت (تشخيص خطأ)

۳-۱۰ تقویت

اگر MPAN-N توان کم شود، MPAN-N می‌تواند درخواست انتقال توان از MPAN-C کند، حتی اگر در اولویت اول نباشد. MPAN-N کم باتری می‌تواند بخش کوچکی از توان را دریافت کند، جدا از آنچه که در اصل به MPAN-N در برنامه منتقل شده است.

هنگامی که بازه خود-تولید شروع می‌شود، MPAN-C PTPC را ارسال می‌کند تا امکان درخواست انتقال توان با PTRC را برای MPAN-N های کم توان فراهم کند. پس از دریافت MPAN-C، PTRC را (همراه با تایید) به MPAN-N برای انتقال توان در بازه خود-تولید ارسال می‌کند. اگر MPAN-N کم توان به درستی پاسخ MPAN-C را به MPAN-C بدهد، MPAN-C شروع به انتقال توان می‌کند. این روند تکرار می‌شود تا زمانی که MPAN-N وارد تثبیت شود. هنگامی که، MPAN-N ها در تثبیت، پس از دریافت PTECA خود را جدا می‌کنند، انتقال توان در بازه خود-تولید برای تقویت و احیای کم است.

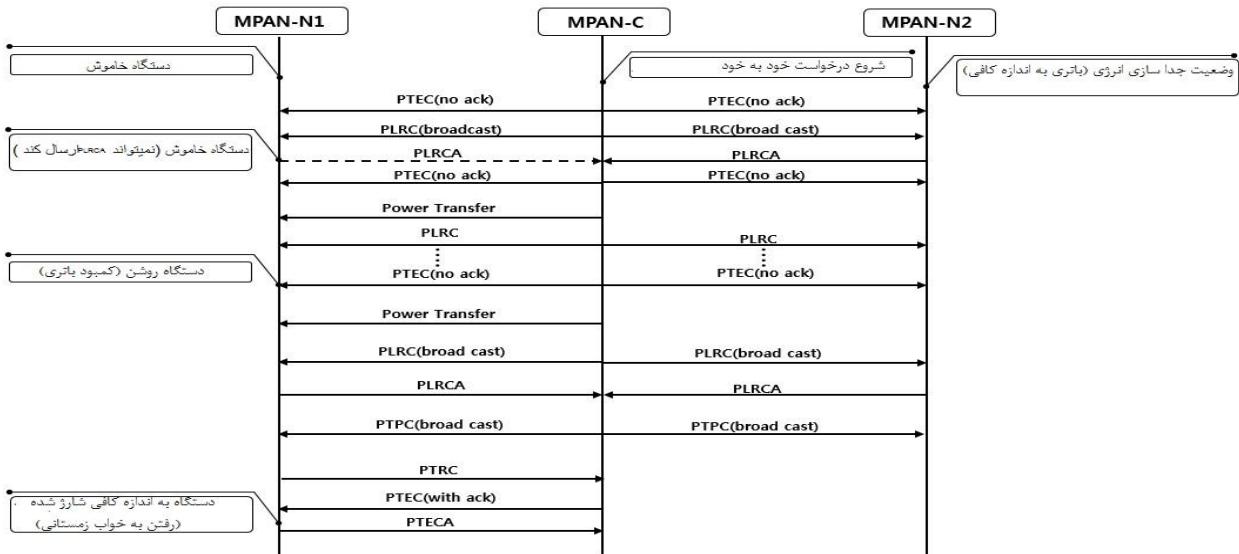


شکل ۳۳ - روش تقویت

۴-۱۰ احیا

اگر توان MPAN-N کاملاً تمام شده باشد، MPAN-N، صرف نظر از واپایش از MPAN-C، قادر به دریافت WPT است. هنگامی که توان کافی ذخیره شد و MPAN-N به طور خودکار روشن شد، مستقیماً وارد حالت خواب زمستانی کم توان می‌شود؛ مرحله بعد شبیه روش‌های تقویت است.

با این حال، به منظور مدیریت موثر فرایند احیا، MPAN-C به طور منظم PTEC (بدون تایید) و توان را همراه با PLRC در بازه خود-تولید ارسال می‌کند. گره کاهش توان ممکن است به PLRC پاسخ ندهد، اما به محض اینکه MPAN-N از توان احیا شده و PLRC را پس از هر فاصله انتقال توان کوتاه دریافت کند، فقط MPAN-N کم توان روشن شده به سرعت می‌تواند PLRCA MPAN-C را به MPAN-C پاسخ دهد. به محض اینکه MPAN-N از MPAN-C کم توان اطلاع پیدا کند، فرایند به صورت تقویت انجام می‌شود.



شکل ۳۴ - روش احیا

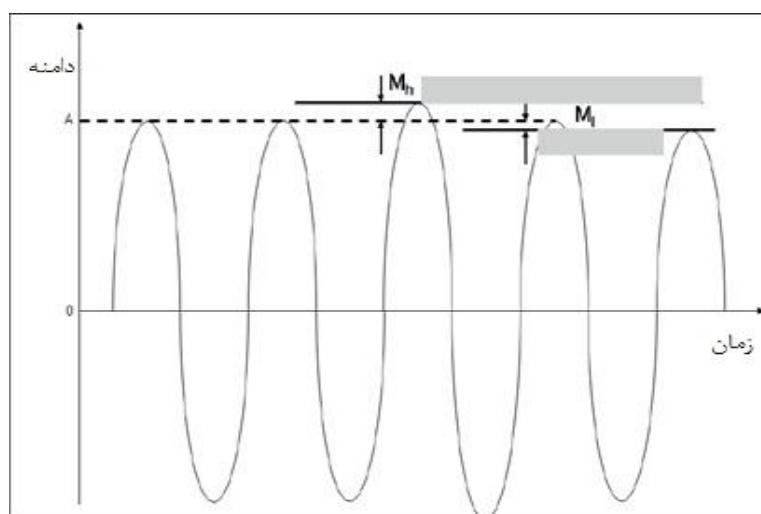
۱۱ واسط هوا

۱-۱ بسامد

بسامد مرکز MPAN است (F_c) بین ۸۰ کیلو هرتز و ۴۰۰ هرتز است؛ می‌تواند ۸۸ کیلو هرتز، ۱۲۸ کیلو هرتز، ۳۷۰ کیلو هرتز و با حداقل تحمل ± 20 ppm باشد.

۲-۱۱ شکل موج سیگنال در WPT

شکل ۳۵ شکل موج WPT را نشان می‌دهد، و پارامترهای پوشش در جدول ۱۰ تعریف شده‌اند. از یک شکل موج سینوسی عمومی برای WPT استفاده می‌شود، زیرا کارآیی انتقال توان بالایی فراهم می‌کند. دامنه در جدول ۱۰ نشان دهنده دامنه پوشش است. دامنه پوشش با تغییرات منفی M_i به تغییرات مثبت M_h در ۱۰ درصد از دامنه متفاوت است.



شکل ۳۵ - سیگنال WPT

جدول ۱۰ - پارامترهای پوشش WPT

| کمینه | کمینه | نماد | پارامتر |
|----------|-------|-------|--------------|
| دامنه .۱ | . | M_h | تغییرات مثبت |
| دامنه .۱ | . | M_l | تغییرات منفی |