INSO
19606-1
1st. Edition
2015

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱-۱۹۶۰۶
چاپ اول
۱۳۹۴

فناوری اطلاعات- مخابرات و تبادل اطلاعات بین سامانه‌ها – شبکه در محدوده میدان مغناطیسی (MFAN) – قسمت ۱ : واسط هوا

Information technology— Telecommunications and information exchange between systems — Magnetic field area network (MFAN) — Part 1: Air interface

ICS:35.110

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود . بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و الزامات خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون ، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی ، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه-بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می‌کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، تعیین عیار فلزات گرانبها 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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«فناوری اطلاعات - مخابرات و تبادل اطلاعات بین سامانه‌ها – شبکه در محدوده میدان مغناطیسی (MFAN) - قسمت ۱: واسط هوا»

رئیس:	**سمت و / یا نمایندگی**
ترابی ، مهرنوش (فوق لیسانس مهندسی فناوری اطلاعات – تجارت الکترونیک)	کارشناس استاندارد
دبیر:	
مشرف، بهنوش (فوق لیسانس مهندسی فناوری اطلاعات- شبکه‌های کامپیوتری)	کارشناس استاندارد
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمدی، محمد (فوق لیسانس مهندسی برق- مخابرات)	کارشناس استاندارد
اشرفی، رضا (فوق لیسانس مهندسی برق- مخابرات)	مدیر بخش توسعه فناوری شرکت تامین تله کام
صدرایی، فاطمه (لیسانس مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار)	کارشناس فناوری اطلاعات شرکت فولاد هرمزگان
قاسمی زاده ، صدیقه (لیسانس مهندسی کامپیوتر – سخت افزار)	کارشناس شبکه شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان
یوزباشی، رقیه (لیسانس مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار)	کارشناس کامپیوتر شرکت برق منطقه‌ای هرمزگان

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	اصطلاحات و تعاریف	۱
۳	اختصارات و نمادها	۲
۴	کلیات	۳
۵	عناصرشبکه	۶
۶	وضعیت شبکه	۱۰
۷	لایه فیزیکی	۱۳
۸	قالب قاب لایه mac	۲۰
۹	عملکرد لایه mac	۳۰
۱۰	واسط هوا	۳۵

پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری اطلاعات - مخابرات و تبادل اطلاعات بین سامانه‌ها – شبکه در محدوده میدان مغناطیسی (MFAN) - قسمت۱: واسط هوا» که پیش نویس آن در کمیسیون فنی مربوط، توسط بهنوش مشرف تهیه و تدوین شده و در سیصدو شصت وششمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد فناوری اطلاعات مورخ ۱۳۹۴/۰۱/۱۸ مورد تصویب قرار گرفته است اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد ملی منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهند شد و هر گونه 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 ماخذی که در تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته است به شرح زیر است:

ISO/IEC 15149-1:2014: Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Magnetic field area network (MFAN) - Part 1: Air interface

مقدمه

این استاندارد، پروتکل‌هایی برای شبکه در محدوده میدان مغناطیسی (MFAN)[1] فراهم می‌کند. MFAN می‌تواند خدمت مبتنی بر ارتباط بی‌سیم و انتقال بی‌سیم انرژی در محیط با شرایط سخت، را پشتیبانی کند. MFAN از چهار پروتکل: واسط هوا، پروتکل واپایش در-باند[2]، پروتکل رله[3]، و پروتکل امنیت، تشکیل شده است. این استاندارد، لایه فیزیکی و پروتکل‌های لایه واپایش دسترسی فیزیکی شبکه بی‌سیم در یک میدان مغناطیسی، را مشخص می‌کند.

قسمت ۲ این استاندارد، پروتکل واپایش برای انتقال بی‌سیم انرژی مبتنی بر شبکه در محدوده میدان مغناطیسی را مشخص می‌کند.

قسمت ۳ این استاندارد، پروتکل رله برای گسترش پوشش موثر شبکه در محدوده میدان مغناطیسی را مشخص می‌کند.

قسمت ۴ این استاندارد، پروتکل امنیت برای مجوز دادن به گره‌ها به منظور برقراری ارتباط در شبکه در محدوده میدان مغناطیسی را مشخص می‌کند.

1-Magnetic Field Area Network
2-In-band Control Protocol
3-Relay Protocol

فناوری اطلاعات - مخابرات و تبادل اطلاعات بین سامانه‌ها – شبکه در محدوده میدان مغناطیسی (MFAN) - قسمت ۱: واسط هوا

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، مشخص کردن لایه فیزیکی و پروتکل‌های لایه واپایش دسترسی به رسانه شبکه بی‌سیم در یک میدان مغناطیسی در یک باند بسامدی پایین (تقریبا ۳۰۰ کیلو هرتز)، برای ارتباطات بی‌سیم در محیط با شرایط سخت است. (به عنوان مثال، در اطراف فلز، آب‌های زیرزمینی، زیرِزمین و غیره).

پروتکل لایه فیزیکی برای اهداف زیر طراحی شده است:
- بسامد حامل[1] پایین برای میدان مغناطیسی بزرگ و ارتباطات قابل اعتماد در محیط با شرایط سخت؛
- مدوله سازی[2] ساده و قوی برای هزینه کم پیاده‌سازی و عملکرد خطا؛
- کدگذاری و پهنای باند متغیر برای یک انطباق اتصال.

پروتکل لایه واپایش دسترسی به رسانه برای اهداف زیر طراحی شده است:
- هم‌بندی شبکه ساده و موثر برای مصرف کم انرژی؛
- ساختار ابر قاب[3] متغیر برای انتقال موثر و فشرده داده؛
- تخصیص آدرس پویا برای مدیریت آدرس موثر و اندازه کوچک بسته.

این استاندارد از انتقال چندین کیلوبیت بر ثانیه (Kbps) داده در شبکه بی‌سیم در فاصله چند متری پشتیبانی می‌کند. این پشتیبانی را می‌توان به خدمات مختلف از جمله زمینه‌های زیر اعمال نمود:
- صنعت زیست محیطی برای مدیریت سطوح آلودگی در خاک و آب با استفاده از حسگرهای زیرزمینی یا زیر آبی بی‌سیم؛
- صنعت ساخت و ساز برای پایش یکپارچگی ساختمان‌ها و پل‌ها با استفاده از حسگرهای بی‌سیم تشخیص خوردگی داخلی؛
- صنعت مصرف کننده-الکترونیک برای تشخیص فساد مواد غذایی در رطوبت، مناطق ذخیره سازی عاری از هوا و انتقال داده حسگر از داخل به خارج؛
- صنعت کشاورزی برای مدیریت سطح رطوبت و همچنین وضعیت مواد معدنی در خاک با استفاده از حسگرهای بی‌سیم زیر خاک تعبیه شده؛
- صنعت حمل و نقل برای مدیریت شرایط جاده و اطلاعات ترافیک با استفاده از حسگرهای بی‌سیم زیرزمینی.

۲ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

1-Carrier Frequency
2-Modulation
3-Superframe

۱-۲

شبکه در محدوده میدان مغناطیسی[1]

MFAN

شبکه بی‌سیم که ارتباطات قابل اعتماد در محیط‌هایی با شرایط سخت را با استفاده از میدان مغناطیسی فراهم می‌کند.

۲-۲

میدان مغناطیسی هماهنگ کننده شبکه[2]

MFAN-C

افزاره‌ای است که اتصال و انتشار گره‌ها در منطقه ارتباطات، و ارسال و دریافت زمان داده در MFAN را مدیریت می‌کند.

۳-۲

گره شبکه در محدوده میدان مغناطیسی [3]

MFAN-N

افزاره، به جز هماهنگ کننده، که یک شبکه در یک MFAN را تشکیل می‌دهد.

۳ کوته نوشت‌ها و نمادها

کلمات اختصاری زیر در این استاندارد استفاده می‌شود:

درخواست وابسته	association request	ARQ
پاسخ وابسته	association response	ARS
تایید پاسخ وابسته	association response acknowledgement	ARA
بررسی وضعیت وابسته	association status check	ASC
کلید گذاری تغییر دامنه	amplitude shift keying	ASK
درخواست وضعیت وابسته	association status request	ASRq
پاسخ وضعیت وابسته	association status response	ASRs
تایید پاسخ وضعیت وابسته	association status response acknowledgement	ASRA
کلیدزنی تغییر فاز دودویی	binary phase shift keying	BPSK
بررسی افزونگی چرخشی	cyclic redundancy check	CRC
تایید داده	data acknowledgement	DA
درخواست قطع وابسته	disassociation request	DaRq
پاسخ قطع وابسته	disassociation response	DaRs
تایید پاسخ قطع وابسته	disassociation response acknowledgement	DaRA
درخواست اطلاعات	data request	DRq
پاسخ داده	data response	DRs

1-Magnetic Field Area Network
2- Magnetic Field Area Network Coordinator
3- Magnetic Field Area Network Node

تایید پاسخ داده	data response acknowledgement	DRA
توالی بررسی قاب	frame check sequence	FCS
درخواست تنظیم شناسه گروه	group ID set-up request	GSRq
پاسخ تنظیم شناسه گروه	group ID set-up response	GSRs
تایید پاسخ تنظیم شناسه گروه	group ID set-up response acknowledgement	GSRA
توالی بررسی سرایند	header check sequence	HCS
بیت با کمترین ارزش	least significant bit	LSB
واپایش دسترسی به رسانه	media access control	MAC
شبکه در محدوده میدان مغناطیسی	magnetic field area network	MFAN
هماهنگ کننده شبکه در محدوده میدان مغناطیسی	magnetic field area network coordinator	MFAN-C
گره شبکه در محدوده میدان مغناطیسی	magnetic field area network node	MFAN-N
بدون بازگشت به سطح صفر	non-return-to-zero level	NRZ-L
پروتکل لایه فیزیکی	physical layer protocol	PHY
تایید پاسخ	response acknowledgement	RA
درخواست پاسخ	response request	RR
فضای داخل قاب کوتاه	short interframe space	SIFS
دسترسی چندگانه تقسیم زمان	time division multiple access	TDMA
شناسه منحصر به فرد	unique identifier	UID

۴ مرور کلی

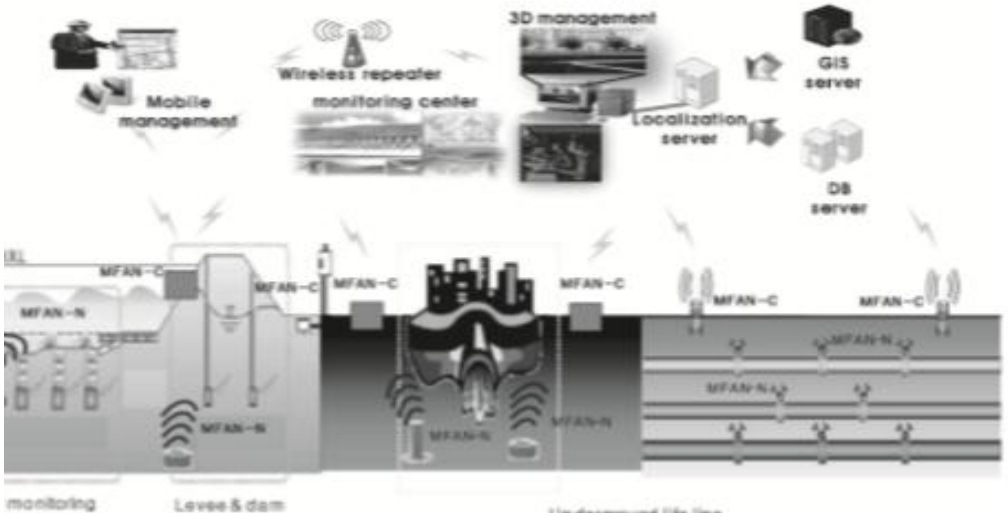
MFAN یک شبکه ارتباطی بی‌سیم است که می‌تواند داده را در یک میدان مغناطیسی در یک باند با بسامد پایین ارسال و دریافت کند. ارتباطات بی‌سیم در یک میدان مغناطیسی، ارتباطات قابل اعتماد را ممکن می‌سازد و پوشش سامانه ارتباطی در اطراف فلز، خاک و آب را گسترش می‌دهد. این اعمال، با استفاده از مشخصه‌های ارتباطی میدان مغناطیسی طراحی شده است. شبکه در محدوده میدان مغناطیسی، یک بسامد حامل پایین برای ارتباط قابل اعتماد و میدان مغناطیسی بزرگ در محیط‌هایی با شرایط سخت، یک مدوله سازی ساده مانند BPSK برای هزینه پیاده‌سازی و احتمال خطا کم و یک فن کد نویسی پویا مانند کدگذاری منچستر و یا NRZ-L برای مقاوم بودن در برابر نوفه را به کار می‌برد. در اصل، این شبکه، انتقال چندین Kbps داده را در یک فاصله چند متری فراهم می‌کند.

همچنین، این شبکه، هم‌بندی شبکه ساده و موثری مانند یک هم‌بندی ستاره برای مصرف انرژی کمتر به کار می‌برد. انتساب آدرس پویا برای اندازه بسته کوچک به کار برده می‌شود و مدیریت آدرس موثر و واپایش کیفیت اتصال تطبیقی، با سرعت متغیر انتقال داده و کدگذاری در نظر گرفته می‌شود. افزاره‌ها در MFAN با توجه به نقش با دو عنصر، مشخص می‌شوند: MFAN-C برای یک هماهنگ کننده، و MFAN-N برای یک گره. در یک شبکه، می‌تواند یک هماهنگ کننده وجود داشته باشد. هنگامی که یک گره به شبکه می پیوندد، هماهنگ کننده، شیار-زمانی[1] به هر

1-Time-slot

افزاره، بنا به درخواست گره و تصمیم هماهنگ کننده اختصاص می‌دهد. بنابراین، TDMA برای انتقال داده در نظر گرفته می‌شود.

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، MFAN-Nها در زیرِ زمین دفن می‌شوند، و MFAN-C بالاتر از سطح زمین قرار می‌گیرد. اگر MFAN-N داده حسی از حسگرها دریافت کند، MFAN-N در یک میدان مغناطیسی، داده دریافت شده‌اش را به MFAN-C می‌فرستد. MFAN-C داده دریافت شده از MFAN-N را توسط ارتباطی بی‌سیم یا باسیم برای مسافت‌های طولانی، به مرکز پایش می‌فرستد.



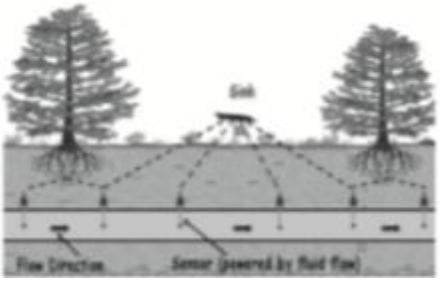
شکل ۱ – سامانه پایش زیرزمینی

ارتباطات بی‌سیم در محیط با شرایط سخت به طور قابل توجهی در صنایع مختلف مورد نیاز واقع شده است. برای یک گره حسگر انتقال داده‌اش توسط یک بسامد رادیویی، در اطراف فلز، خاک و آب با استانداردهای موجود ارتباطات بی‌سیم دشوار است. MFAN استاندارد جایگزینی است که چند گره حسگر در داخل فلز، خاک و آب را قادر می‌سازد برای انتقال داده‌هایشان به یک هماهنگ کننده خارجی، ویژگی‌های میدان مغناطیسی را به کار ببرند. بنابراین می‌توان به خدمات مختلف در محیط با شرایط سخت اعمال شود.

به عنوان مثال، در پایش وضعیت زمین همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است، گره‌های حسگر را می‌توان در زیرِ زمین دفن کرد تا غار درون زمینی، آبگیری زمین، لغزش زمین، و غیره را حس کند. مثالی دیگر از MFAN، مدیریت زیرساخت‌های زیرزمینی در شکل ۳ است. در این مثال، گره‌های حسگر به لوله متصل شده و می‌تواند نشت گاز یا آب را شناسایی کند و محل آن را اطلاع دهد. برای ساخت و مدیریت پل در شکل ۴، گره‌های حسگر را می‌توان روی تیرها و ستون‌ها قرار داد تا یکپارچگی ساختار را تشخیص دهند. در واپایش آلودگی همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است، گره‌های حسگر می‌توانند کیفیت آب و خاک را تشخیص دهند. آن‌ها می‌توانند مواد شیمیایی سمی، pH[1] (نماد یون هیدروژن)، و درجه حرارت‌های حس شده توسط گره‌های حسگر واقع در در زیرِ زمین و آب، را تشخیص دهند.

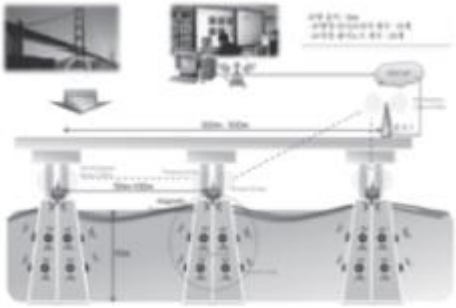
1-Potential Hydrogen

نمادی برای مشخص کردن توازن اسیدی/بازی می‌باشد.



شکل ۲ - پایش وضعیت زمین

شکل ۳ - مدیریت زیرساخت‌های زیرزمینی



شکل ۴ - ساخت و مدیریت پل

شکل ۵ - پایش آلودگی

۵ عناصر شبکه

۵-۱ کلیات

عناصر اصلی MFAN به زمان و عنصر فیزیکی تقسیم شده است. عنصر زمان به ابرقاب‌هایی که متشکل از یک بازه درخواست، یک بازه پاسخ، و یک بازه خود-تولید[1] اشاره دارد، و عنصر فیزیکی به شبکه‌ای متشکل از MFAN-C و MFAN-Nها اشاره دارد. اساسی‌ترین قسمت در عنصر فیزیکی گره است. گره به دو نوع طبقه‌بندی می‌شود: MFAN-C برای مدیریت شبکه و MFAN-N برای برقراری ارتباط با MFAN-C.

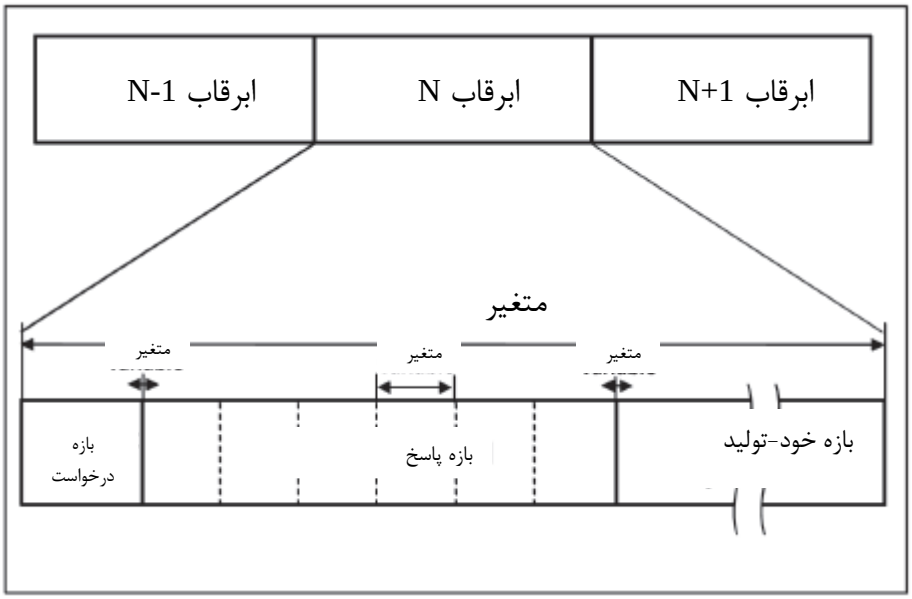
شکل ۶-۷ ساختار ابرقاب و شبکه که به ترتیب، عناصر زمانی و فیزیکی هستند را نشان می‌دهد. گره‌ای که نیاز است برای اولین بار در MFAN در موردش تصمیم گرفته شود، MFAN-C است، و ابرقابی که با MFAN-C آغاز می‌شود، در حال انتقال یک بسته درخواست در بازه درخواست می‌باشد. MFAN-C مسئول مدیریت وابسته، قطع وابسته، رهاسازی، و برنامه‌ریزی MFAN-Nها است. یک MFAN می‌تواند یک کانال که در آن تنها یک گره به عنوان MFAN-C مشخص شده است را استفاده کند و بقیه آنها تبدیل به MFAN-N می‌شوند. بقیه گره‌ها در MFAN به استثنای MFAN-C تبدیل به MFAN-N می‌شوند. توجه داشته باشید که هر گره می‌تواند تبدیل به یکی از MFAN-C و یا MFAN-N با توجه به نقشش شود. در واقع، یک اتصال نظیر به نظیر[2] بین MFAN-C و MFAN-N در نظر گرفته شده است.

۵-۲ عنصر زمان

عنصر زمان استفاده شده در MFAN، شیار زمانی روش TDMA است. MFAN-C گروه MFAN-N را مدیریت می‌کند که انتقال داده در بازه پاسخ را ارسال می‌کند و شیارهای زمانی خودشان به وسیله MFAN-Nهای منتخب، مرتب می‌شوند. ابرقاب MFAN، همانطور که در شکل ۶ نشان داده شده است، متشکل از یک بازه درخواست، یک بازه پاسخ و یک بازه خود-تولید[3] است و طول بازه درخواست و پاسخ متغیر است. ابرقابی که با MFAN-C آغاز می‌شود در حال انتقال یک بسته RR به MFAN-Nها در بازه درخواست است.

بسته RR اطلاعاتی دارد که MFAN-Nها می‌توانند بسته‌های پاسخ در طول بازه‌های پاسخ را ارسال کنند و MFAN-Nهای منتخب می‌توانند بسته پاسخ در بازه پاسخ را با توجه به اطلاعات بسته RR انتقال دهند.

1-Spontaneous
2-Peer-to-peer
3-Spontaneous period



شکل ۶ - ساختار ابرقاب MFAN

۵-۲-۱ بازه درخواست

در بازه درخواست، MFAN-C بسته RR را با اطلاعاتی در مورد استفاده از MFAN-Nها انتقال می‌دهد به منظور اینکه MFAN-N بسته پاسخ در طول بازه پاسخ را انتقال دهد.

۵-۲-۲ بازه پاسخ

در بازه پاسخ، MFAN-N می‌تواند بسته پاسخ را با توجه به بسته RR دریافت شده از MFAN-C انتقال دهد و بازه پاسخ می‌تواند به چند شیار زمانی با توجه به تعداد MFAN-Nهای منتخب در MFAN تقسیم شود. طول هر شیار زمانی با توجه به طول قاب پاسخ و تایید متغیر است. اگر MFAN-C یک بازه پاسخ را زماندهی کند، تعداد شیار توسط ترتیب شیار زمانی تقسیم شده تعیین می‌شود. در غیر این صورت تعداد شیار صفر است. MFAN-C شیارهای زمانی را به یکی از دو MFAN-N و یا یک گروه خاص برای استفاده از بازه پاسخ اختصاص می‌دهد و گره‌ها در گروه اختصاص داده شده، به طور مستقل قاب داده را در بازه پاسخ انتقال می‌دهند.

۵-۲-۳ بازه خود-تولید

بازه خود-تولید وقتی شروع می‌شود که هیچ گره‌ای بسته پاسخ برای یک بازه معینی را انتقال نمی‌دهد. در این بازه، گره‌ها می‌توانند داده را حتی بدون درخواست MFAN-C منتقل کنند. این بازه تا زمانی نگهداری می‌شود MFAN-C یک بسته درخواست را انتقال دهد.

۵-۲-۴ فعال‌سازی شبکه

ابرقاب MFAN به بازه درخواست، بازه پاسخ و بازه خود-تولید تقسیم می‌شود. MFAN-C و MFAN-Nها در MFAN در هر بازه به شرح زیر عمل می‌کنند:

۵-۲-۴-۱ انتقال بسته درخواست در بازه درخواست

در بازه درخواست، MFAN-C بسته RR به MFAN-N می‌فرستد. بر این اساس، MFAN-N که بسته RR رادریافت کرده است تصمیم می‌گیرد که آیا بسته‌های پاسخ را در بازه پاسخ بفرستد یا نه. MFAN-C می‌تواند گروه MFAN-N را برای انتقال در بازه پاسخ مشخص کند.

۵-۲-۴-۲ انتقال بسته پاسخ در بازه پاسخ

MFAN-Nهای انتخاب شده توسط MFAN-C می‌توانند بسته پاسخ در بازه پاسخ را منتقل کنند. هنگامی‌که MFAN-N بسته پاسخ در بازه پاسخ را انتقال می‌دهد، MFAN-C که بسته پاسخ را دریافت کرده است، بسته RA را انتقال می‌دهد. MFAN-Nای که بسته RA را دریافت نکرده است، بسته‌های پاسخ در هر شیار زمانی ارسال می‌کند تا زمانی که یک بسته RA از MFAN-C دریافت کند.

۵-۲-۴-۳ انتقال بسته داده در بازه خود-تولید

یک بازه خود-تولید زمانی آغاز می‌شود که MFAN-N هیچ بسته پاسخ برای یک بازه معینی از زمان انتقال ندهد، و این بازه تا زمانیکه MFAN-C یک بسته RR. انتقال دهد، حفظ می‌شود. در بازه خود-تولید، MFAN-N می‌تواند داده را بدون درخواست MFAN-C منتقل کند.

۵-۳ عنصر فیزیکی

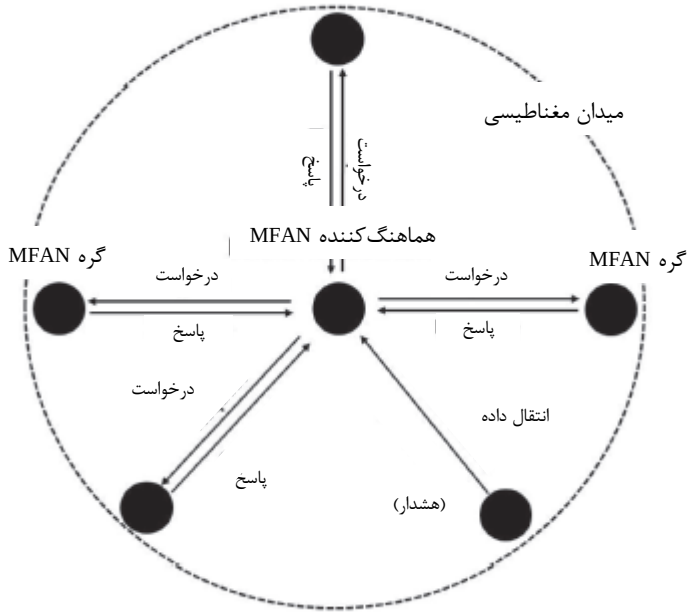
عنصر فیزیکی پیکربندی MFAN، به MFAN-C و MFAN-N تقسیم می‌شود که در آن همه MFAN-Nها به MFAN-C متصل هستند (مثلا افزاره اتصال مرکزی). عنصر پایه، گره، به MFAN-C و MFAN-N با توجه به نقشش مشخص می‌شود. MFAN-C کل MFAN را مدیریت می‌کند و باید تنها یک MFAN-C در یک شبکه وجود داشته باشد. MFAN-C مدیریت MFAN-N را با ارسال بسته RR انجام می‌دهد. MFAN-N، باید بسته‌های پاسخ را با توجه به مدیریت MFAN-C منتقل کند. MFAN می‌تواند همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده است، پیکربندی شود.

۵-۳-۱ MFAN-C

MFAN-C یک گره است که MFAN را مدیریت می‌کند؛ تنها یک MFAN-C در هر شبکه وجود دارد، که MFAN-N را توسط بسته RR مدیریت و واپایش می‌کند.

۵-۳-۲ MFAN-N

MFAN-N یک گره است که در MFAN (به استثنای MFAN-C) وجود دارد، و حداکثر تعداد ۶۵۵۱۹ MFAN-N می‌تواند در هر شبکه وجود داشته باشد. که با توجه به بسته RR منتقل شده توسط MFAN-C، بسته‌های پاسخ را انتقال می‌دهد.



شکل ۷ - MFAN

۵-۴ عنصر آدرس

به منظور شناسایی MFAN-Nها، MFAN سامانه‌های آدرس مانند MFAN ID، UID، ID گروه و ID گره، را به کار می‌برد.

۵-۴-۱ MFAN ID

MFAN شناسه مربوط به خودش را دارد که هر شبکه را از شبکه‌های دیگر مشخص می‌کند؛ مقدار آن نباید در دیگر MFANها تکرار شود، و مقدارش تا زمانی‌که MFAN وجود دارد، نگهداری می‌شود. مقدارش، توسط کاربر برای تمایز شبکه‌ها تعریف می‌شود.

۵-۴-۲ UID

UID شناسه منحصر به فردی شامل ۶۴ بیت است؛ متشکل از ID گروه، کد سازنده IC و شماره سریال سازنده IC است. MFAN-N با UID شناخته می‌شود.

۱	۱	۶
شناسه گروه	کد سازنده IC	شماره توالی سازنده IC

شکل ۸ - ساختار UID

۵-۴-۳ ID گروه

MFAN-N می‌تواند توسط برنامه‌های کاربردی گروه بندی شود. ID گروه، شناسه‌ای برای MFAN-N گروه بندی شده در شبکه است. MFAN-C می‌تواند، به منظور کاهش برخورد بسته، درخواست پاسخ به یک گروه خاص MFAN-N دهد. برخی از شناسه‌های گروه در جدول ۱ محفوظ می‌باشند. مقدارش توسط کاربر برای تمایز گروه‌ها تعریف شده است.

جدول ۱ - ID گروه محفوظ شده

شناسه گروه	محتوا	تذکرات
0xFF	همه گروه‌ها	موقع انتخاب همه گروه‌ها
0xF0 – 0xFE	محفوظ شده	-

۵-۴-۴ ID گره

ID گره، یک شناسه است که به جای UID برای شناسایی گره‌ها استفاده می‌شود، و یک آدرس ۱۶ بیتی اختصاص داده شده توسط MFAN-C دارد. برخی از IDهای گره در جدول ۲ محفوظ است.

جدول ۲ - ID گره محفوظ شده

شناسه گروه	محتوا	تذکرات
0xFFFF	همه گره‌ها	موقع همه‌پخشی یا انتقال همه گره‌ها
0xFFFE	گره غیر متصل	ID پیش‌فرض برای MFAN-N
0xFFF0 – 0xFFFD	محفوظ شده	-

۶ وضعیت شبکه

۶-۱ کلیات

در یک MFAN، MFAN-N مجاز است حالت‌های فعال پیکربندی شبکه، ارتباط شبکه، انتقال پاسخ، انتقال داده، قطع وابسته با شبکه، و رهاسازی شبکه را وارد کند.

۶-۲ پیکربندی شبکه

MFAN-C، یک شبکه را با انتقال یک بسته درخواست به MFAN-N در بازه درخواست، پیکربندی می‌کند. MFAN ID در بسته درخواست وجود دارد بنابراین MFAN-N می‌تواند شبکه اتصال را شناسایی کند. کمینه بازه شبکه، به معنای زمانی است که فقط MFAN-C وجود دارد، و تنها از بازه درخواست و بازه خود-تولید تشکیل شده است.

۶-۳ وابستگی شبکه

هنگامی که MFAN-C بسته ARq را در بازه درخواست می‌فرستد، MFAN-N بسته دریافتی را کاوش می‌کند و پس از آن اگر بسته ARq برای MFAN مورد نظر است، MFAN-N بسته ARs را در بازه پاسخ، به MFAN-C می‌فرستد. MFAN-C، با دریافت بسته ARs، بسته ARA را به MFAN-N انتقال می‌دهد. وابستگی شبکه‌ای از MFAN-N، پس از دریافت بسته ARA از MFAN-C تکمیل می‌شود.

۶-۴ قطع وابستگی با شبکه

MFAN-Nای، که با MFAN وابسته می‌شود، می‌تواند یا با درخواست MFAN-C یا به خودی خود قطع وابستگی کند. MFAN-C می‌تواند بسته DaRq را با توجه به وضعیت فعلی شبکه، برای قطع وابستگی اجباری، به MFAN-N بفرستد. در مورد قطع وابسته خود-تولید، به دلیل خاموش شدن و خارج از پوشش شبکه رفتن، MFAN-C می‌تواند وضعیت وابسته MFAN-N را توسط پاسخ ASRq از MFAN-C بداند.

۶-۵ انتقال داده

هنگامی که MFAN-C بسته DRq را در بازه درخواست به MFAN-N می‌فرستد، MFAN-N بسته DRs را با توجه به نوع داده درخواستی، به MFAN-C می‌فرستد. پس از دریافت بسته DRs، MFAN-C بسته DRA را به MFAN-N، و MFAN-N می‌فرستد، پس از دریافت بسته DRA، انتقال داده کامل می‌شود.

۶-۶ رهاسازی شبکه

رهاسازی MFAN می‌تواند به رهاسازی عادی از طریق درخواست MFAN-Nها و رهاسازی غیرطبیعی به دلیل وضعیت ناگهانی تقسیم شود. رهاسازی عادی اشاره به رهاسازی MFAN-C از شبکه با تصمیم گیری خود، با ارسال بسته DaRq به تمام MFAN-Nها، دارد. رهاسازی غیر طبیعی شبکه، اشاره به خاموش شدن MFAN-C و یا خارج شدن از پوشش شبکه دارد.

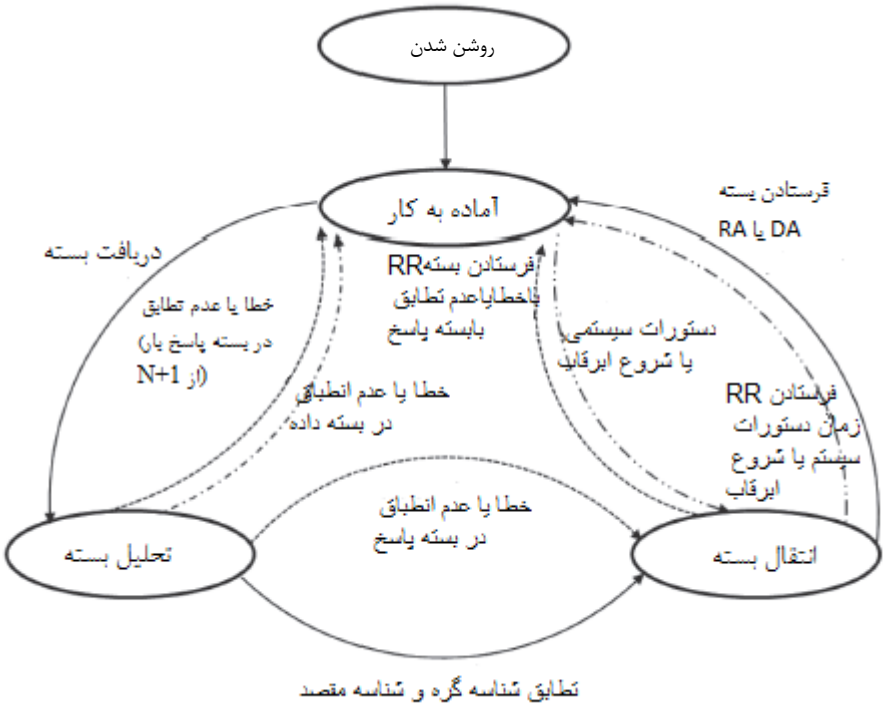
۶-۷ حالت افزاره MFAN

حالت افزاره MFAN، شامل حالت MFAN-C و حالت MFAN-N است. با جزئیات، حالت‌های MFAN-C به حالت آماده به کار، حالت تجزیه و تحلیل بسته، و حالت تولید بسته تقسیم می‌شود در حالی که حالت‌های MFAN-N از حالت خواب[1]، حالت فعال[2]، حالت آماده به کار[3]، حالت تجزیه و تحلیل بسته[4]، و حالت تولید بسته[5] تشکیل شده است.

۶-۷-۱ حالت MFAN-C

حالت MFAN-C وقتی منبع انرژی‌اش روشن می‌شود، به حالت آماده به کار می‌رود. در حالت آماده به کار، هنگامی که دستورات سامانه کاربردی، بسته RR را می‌فرستد یا ابرقاب آغاز می‌شود، حالت MFAN-C به حالت تولید بسته می‌رود و MFAN-C بسته RR را به MFAN-Nها می‌فرستد. و پس از آن حالت MFAN-C به حالت آماده به کار می‌رود. اگر MFAN-C بسته (یا بسته پاسخ یا بسته داده) را، در حالی که در حال انجام تشخیص حامل در حالت آماده به کار است از MFAN-Nها دریافت کند، حالت MFAN-C به حالت تجزیه و تحلیل بسته می‌رود. اگر ID مقصد بسته دریافتی و ID گره MFAN-C یکسان باشند، حالت MFAN-C به حالت تولید بسته می‌رود، و سپس MFAN-C، بسته RA یا DA را تولید می‌کند و آن را در حالت تولید بسته به MFAN- N می‌فرستد. پس از آن، حالت MFAN-C به حالت آماده به کار را می‌رود. از سوی دیگر، اگر خطایی در بسته داده وجود داشته باشد، حالت MFAN-C به طور مستقیم به حالت آماده به کار می‌رود. در حالت تجزیه و تحلیل بسته، زمانی که خطایی در بسته پاسخ دریافتی وجود داشته باشد و یا ID مقصد بسته پاسخ دریافتی و ID گره MFAN-C متناظر نباشند، MFAN-C بسته RR را در حالت تولید بسته دوباره تولید می‌کند و آن را مجددا به MFAN-N می‌فرستد، و پس از آن به حالت آماده به کار می‌رود. اگر این خطاها متوالی رخ دهد، مراحل کار حالت تجزیه و تحلیل بسته، هر چند بار که لازم باشد (بیشینه N بار) تکرار می‌شود. در مرحله (N + 1)ام، حالت MFAN-C از حالت تجزیه و تحلیل بسته به حالت آماده به کار می‌رود. نمودار حالت MFAN-C مانند شکل ۹ است.

1-Hibernate state
2-Activation state
3-Standby state
4-Packet analysis state
5-Packet generation state



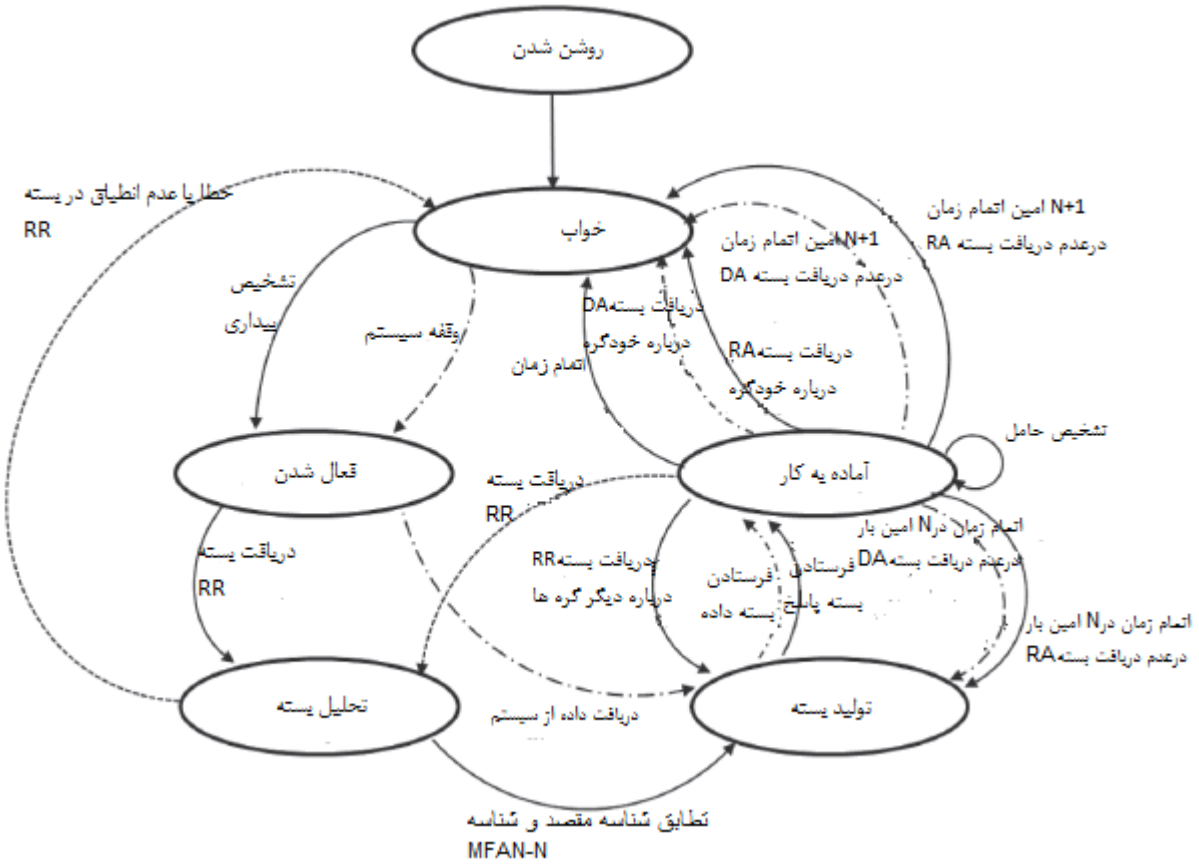
شکل ۹ - نمودار حالت MFAN-C

۶-۷-۲ حالت MFAN-N

حالت MFAN-N وقتی منبع انرژی‌اش روشن می‌شود به حالت خواب می‌رود. در حالت خواب، زمانی که توالی بیداری شناسایی شد، به حالت فعال می‌رود. توالی بیداری در بند ۷-۱ تعریف شده است. هنگامی‌که MFAN-N بسته RR را دریافت می‌کند، حالت MFAN-N به حالت تجزیه و تحلیل بسته‌ها می‌رود و MFAN-N بسته RR دریافتی را تجزیه و تحلیل می‌کند. اگر ID مقصد بسته RR و ID مربوط به MFAN-N (ID گروه و ID گره) متناظر باشند، حالت MFAN-N به حالت تولید بسته می‌رود و MFAN-N بسته پاسخ به MFAN-C می‌فرستد، و پس از آن حالت MFAN-N به حالت آماده به کار می‌رود. اگر نه، به حالت خواب می‌رود.

در حال انجام تشخیص حامل در حالت آماده به کار، هنگامی‌که MFAN-N بسته RA گره خود را دریافت می‌کند حالت MFAN-N به حالت خواب می‌رود و یا به حالت تولید بسته می‌رود هنگامی که MFNA-N بسته RA از گره‌های دیگر را دریافت می‌کند. و حالت MFAN-N به حالت خواب می‌رود هنگامی که تعداد شیارها، اختصاص داده نشده است و بازه اتمام زمان در حالت آماده به کار تمام شده است، و یا به حالت تولید بسته می‌رود زمانی که تعداد شیار هااختصاص داده شده است و بازه اتمام زمان تمام شده است (تا N بار متوالی). با این حال، حالت، به حالت خواب می‌رود هنگامی که تعداد شیارها اختصاص داده شده است و بازه اتمام زمان در(N + 1)بار تمام شده است. اگر تعداد شیار اختصاص داده شده است و MFAN-N بسته RA را در طول بازه اتمام زمان دریافت نکند، حالت MFAN-N از حالت آماده به کار به حالت تولید بسته می‌رود. و سپس MFAN-N بسته پاسخ به MFAN-C را دوباره تولید می‌کند و مجددا ارسال می‌کند و حالت MFAN-N از حالت تولید بسته به حالت آماده به کار می‌رود. ارسال مجدد بسته پاسخ هر چند بار که لازم باشد(حداکثر N بار) تکرار می‌شود. در بازه اتمام زمان (N + 1)ام، حالت از حالت آماده به کار به حالت خواب می‌رود. اگر MFAN-N بسته RR را در حال انجام تشخیص حامل در حالت آماده به کار دریافت کند، حالت به حالت تجزیه و تحلیل بسته جابه جا می‌شود.

هنگامی که وقفه[1] سامانه در حالت خواب رخ می‌دهد، حالت MFAN-N به حالت فعال تغییر می‌کند. اگر MFAN-N داده از سامانه دریافت کند، حالت به حالت تولید بسته می‌رود. و سپس MFNA-N بسته داده را تولید می‌کند و به MFAN-C می‌فرستد، و حالت MFAN-N به حالت آماده به کار می‌رود. اگر MFAN-N بسته DA را دریافت کند، حالت به حالت خواب برمی‌گردد. اگر نه، حالت به حالت تولید بسته می‌رود و MFAN-N مجددا داده را ارسال می‌کند و سپس حالت به حالت آماده به کار، تا N بار، می‌رود. نمودار حالت MFAN-N مانند شکل ۱۰ است.



شکل ۱۰ – نمودار حالت MFAN-N

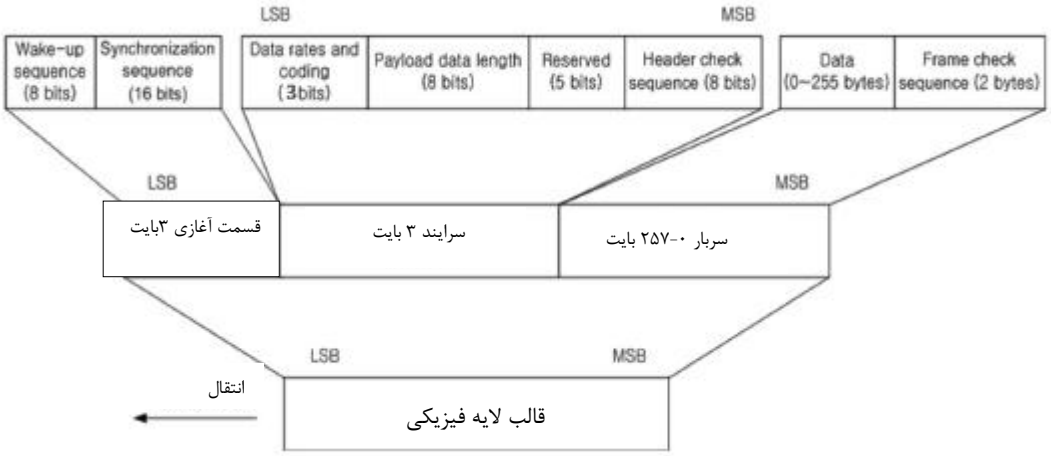
۷ لایه فیزیکی (PHY)

۷-۱ قالب قاب لایه PHY

۷-۱-۱ کلیات

این بخش قالب قاب لایه فیزیکی را توصیف می‌کند. همانطور که در شکل ۱۱ نشان داده شده است، قاب لایه فیزیکی (PHY)[2] شامل سه جزء: قسمت آغازی[3]، سرایند[4]، و پایه‌بار[5] می‌باشد. هنگام ارسال بسته، قسمت آغازی اول فرستاده می‌شود، به دنبال آن سرایند و در نهایت پایه‌بار فرستاده می‌شود. بیت با کمترین ارزش (LSB)[6] اولین بیتی است که منتقل می‌شود.

1-Interrupt
2-Physical
3-Preamble
4-Header
5-Payload
6-Least Significant Bit

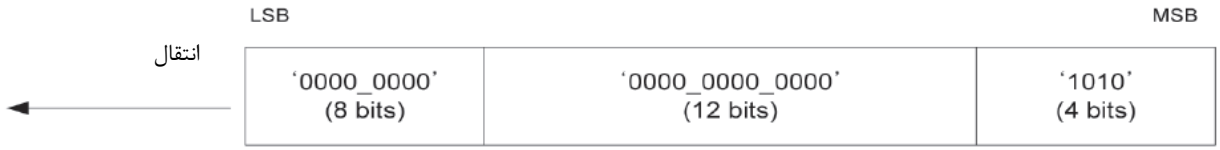


شکل ۱۱ - قالب قاب لایه PHY

۷-۱-۲ قسمت آغازی

همانطور که در شکل ۱۲ نشان داده شده است، قسمت آغازی شامل دو قسمت است: توالی بیداری ۸ بیتی [۰۰۰۰ ۰۰۰۰] و توالی همگام‌سازی ۱۶ بیتی که متشکل از یک توالی ۱۲ بیتی [۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰] که به دنبالش، توالی ۴ بیتی [۱۰۱۰] است. توالی بیداری فقط در قسمت آغازی بسته RR در بازه درخواست گنجانده شده است. توالی همگام سازی می‌تواند برای کسب بسته، زمان بندی نمادین و برآورد بسامد حامل استفاده می‌شود.

قسمت آغازی با استفاده از نوع صفر که در بند ۷-۱-۳ تعریف شده کد می‌شود. توالی بیداری توسط ASK اما توالی همگام سازی توسط BPSK مدوله می‌شوند.



شکل ۱۲ - قالب قسمت آغازی

۷-۱-۳ توالی سرایند

سرایند پس از قسمت آغازی برای انتقال اطلاعات در مورد یک پایه‌بار اضافه می‌شود. همانطور که در شکل ۱۳ نشان داده شده است، سرایند از ۲۴ بیت تشکیل شده است. بیت ۰ تا ۲ نرخ داده و فیلد کدگذار هستند. بیت ۳ تا ۱۰ فیلد طول داده پایه‌بار هستند. بیت ۱۶ تا HCS،۳۲ از نوع CRC-8 هستند. جزئیات در جدول ۳ تعریف شده است.

سرایند با استفاده از نوع صفر تعریف شده در بند ۷-۱-۳ کد شده است.

شکل ۱۳ - قالب سرایند

جدول ۳ - تعریف سرایند لایه فیزیکی

بیت	محتوا	توصیف
b2-b0	کدگذاری و نرخ داده	کدگذاری و نرخ داده که پایه‌بار با آن دریافت می‌شود را مشخص می‌کند (جدول ۴ را ببینید)
b10-b3	طول داده پایه‌بار	تعداد هشت تایی‌ها را در پایه‌بار مشخص می‌کند (که شامل FCS نمی‌شود)
b15-b11	محفوظ شده	محفوظ شده و با مقدار صفر تنظیم شده است
b23-b16	HCS	یک CRC-8 HSC را مشخص می‌کند (بند ۷-۱-۳-۳ را ببینید)

۷-۱-۳-۱ نرخ داده و کدگذاری

با توجه به نرخ داده و کدگذاری استفاده شده، بیت‌های ۰ تا ۲، با توجه به مقادیر جدول ۴ پر می‌شوند. جزئیات نوع صفر تا ۷ در بند ۷-۲-۲ توصیف شده است.

جدول ۴ - تعریف نرخ داده و کدگذاری

نوع	مقدار	نرخ داده	نوصیف
نوع صفر	000	۱ کیلوبیت در ثانیه	Manchestar
نوع ۱	001	۲ کیلوبیت در ثانیه	Manchestar
نوع ۲	010	۴ کیلوبیت در ثانیه	Manchestar
نوع ۳	011	۲ کیلوبیت در ثانیه	NRZ-L+Scrambling
نوع ۴	100	۴ کیلوبیت در ثانیه	NRZ-L+Scrambling
نوع ۵	101	۸ کیلوبیت در ثانیه	NRZ-L+Scrambling
نوع ۶	110	محفوظ شده	-
نوع ۷	111	محفوظ شده	-

۷-۱-۳-۲ طول داده پایه‌بار

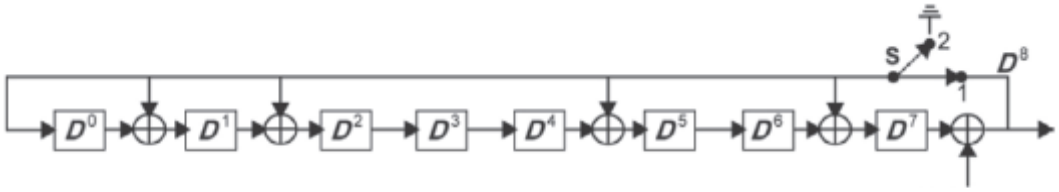
طول داده پایه‌بار یک عدد صحیح ۸ بیتی بدون علامت است که به صورت هشتایی(در مبنای ۸) در پایه‌بار قرار می‌گیرد، که شامل FCS نمی‌باشد. محدوده آن از 0x00 تا مقدار بیشینه 0xFF بایت می‌باشد.

۷-۱-۳-۳ بررسی توالی سرایند (HCS)

سرایند برای خطاها با استفاده از یک HCS از نوع CRC-8 بررسی می‌شود. HCS یک نرخ داده و کدگذاری، یک طول داده پایه‌بار و یک ۵-بیتی محفوظ شده را پوشش می‌دهد. چند جمله‌ای اولیه به صورت زیر است،

$$g(D) = (1 + D)\,(1 + D^2 + D^3 + D^4 + D^7) = 1 + D + D^2 + D^5 + D^7 + D^8$$

طرح کلی ترتیب پردازش در شکل ۱۴ نشان داده شده است. ثبات‌ها همگی با عدد صفر مقداردهی اولیه شده‌اند.
داده تا زمانی که سوئیچ S در شکل ۱۴ در محل شماره '۱' قرار دارد، انباشته می‌شود. زمانی که آخرین بیت انباشته شد، سوئیچ S به محل '۲' می‌رود و HCS از ثبات، با شروع از D^7، منتقل می‌شود.



داده ورودی(ابتدا بیت با ارزش کمتر)

شکل ۱۴ – کدگذار توالی بررسی سرایند

۷-۱-۴ پایه‌بار

همانطور که در شکل ۱۵ نشان داده شده است، پایه‌بار شامل یک داده با طول متغیر و FCS است. اگر فیلد طول داده پایه‌بار در سرایند صفر باشد، FCS فرستاده نشده است.

توالی بررسی قاب(۲ بایت)	داده (صفر تا ۲۵۵ بایت)

شکل ۱۵ - قالب پایه‌بار

۷-۱-۵ توالی بررسی قاب (FCS)

پایه‌بار برای خطاها با استفاده از CRC-16 FCS تعریف شده در جدول ۵ بررسی می‌شود. FCS یک داده با طول متغیر را پوشش می‌دهد. چند جمله‌ای اولیه $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ است. ثبات‌ها برای تمامی آنها مقداردهی اولیه شده‌اند. توالی بررسی قاب توسط معکوس کردن بیت‌های CRC-16 محاسبه‌شده به دست می‌آید.

جدول ۵ - بررسی افزونگی حلقوی برای توالی بررسی قاب

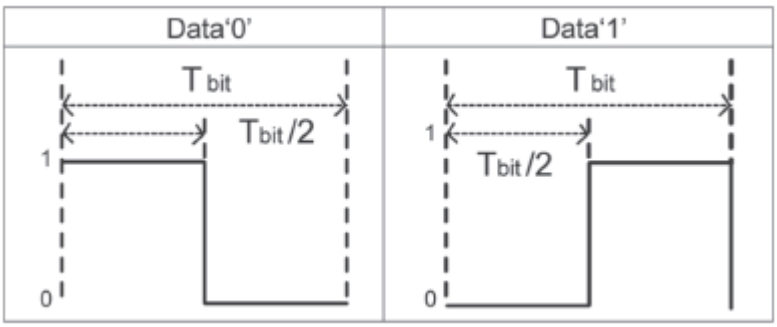
نوع CRC	طول	چند جمله‌ای	تنظیم اولیه	باقی‌مانده
ISO/IEC 13239	۱۶ بیت	$X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$	0xFFFF	0x1D0F

۷-۲ کدگذاری و مدوله سازی

۷-۲-۱ کدگذاری

۷-۲-۱-۱ کدگذاری منچستر

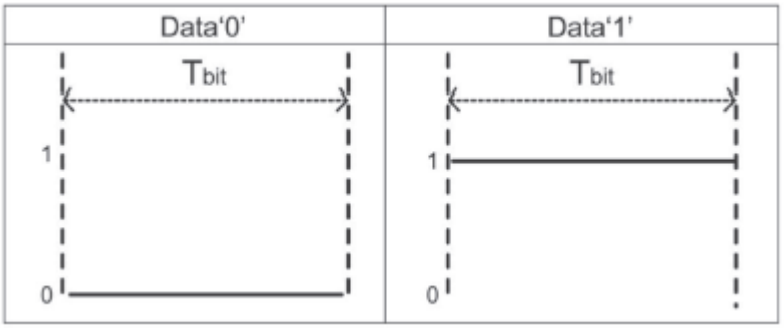
کد منچستر، یک انتقال در وسط هر فاصله بیتی دارد که بداند آیا یک یا صفر در حال ارسال است. صفر، توسط یک پالس با طول نصف بیت جایگزین می‌شود که در نیمه اول تا فاصله بیتی واقع می‌شود. یک، توسط یک پالس با طول نصف جایگزین می‌شود که در نیمه دوم تا فاصله بیتی واقع می‌شود.



شکل ۱۶ - تعریف کدگذاری منچستر

۷-۲-۱-۲ کدگذاری NRZ-L

با NRZ-L (سطح)، صفر با سطح صفر و یک توسط سطح یک نمایش داده می‌شود.



شکل ۱۷ - تعریف کدگذاری NRZ-L

۷-۲-۱-۳ درهم‌گذاری[1]

یک درهم گذار برای سفید کردن تنها یک داده پایه‌بار کد گذاری شده توسط NRZ-L، استفاده می‌شود. چند جمله‌ای اولیه D(g) به صورت زیر است،

$$g(D) = 1 + D^{14} + D^{15}$$

که در آن D یک عنصر تاخیر بیت است. شکل ۱۸ نمودار بلوک درهم‌گذار را نشان می‌دهد. dk به شرح زیر تولید می‌شود،

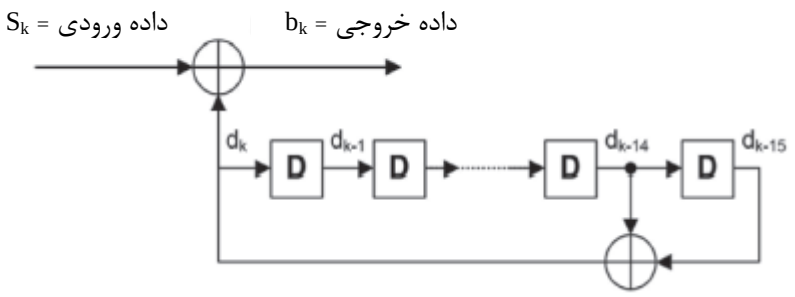
$$d_k = d_{k-14} \oplus d_{k-15}$$

که در آن '$\oplus$' نشان دهنده جمع پیمانه-۲ است. درهم گذار به مقدار دانه، 0xFFFF مقدار دهی اولیه می‌شود.. بیت داده درهم گذار، b_k، به صورت زیر به دست می‌آید:

$$b_k = s_k \oplus d_k$$

که در آن s_k نشان دهنده بیت داده غیردرهم است.

1-Scrambling



شکل ۱۸ – نمودار بلوکی درهم گذار

۷-۲-۲ نرخ داده و نوع کدگذاری

لایه فیزیکی از ۸ نوع پشتیبانی می‌کند، همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است.
قسمت آغازی و سرایند توسط نوع صفر، با استفاده از کدگذاری منچستر با نرخ داده ۱ کیلو بیت در ثانیه (1Kbps)، کدگذاری می‌شوند با این حال پایه‌بار با استفاده از کدگذاری و نرخ داده مناسب ۱، ۲، ۴، و یا ۸ کیلوبیت در ثانیه کدگذاری می‌شوند. نرخ داده و نوع کدگذاری پایه‌بار در نرخ داده و فیلد کدگذاری در سرایند، مشخص می‌شود.

۷-۲-۳ مدوله سازی

ارتباطات بین MFAN-C و MFAN-N یا مدوله سازی ASK یا مدوله سازی BPSK استفاده می‌کند.

۷-۲-۳-۱ مدوله سازی ASK

همانطور که در شکل ۱۹ نشان داده شده است ، داده ورودی زنجیره‌ای کد گذاری شده با جایگزینی توسط یکی از دو نقطه صورت فلکی ASK به عدد تبدیل می‌شود. (ω_c بسامد حامل MFAN است.)

شکل ۱۹ - نمودار مدوله سازی ASK

۷-۲-۳-۲ مدوله سازی BPSK

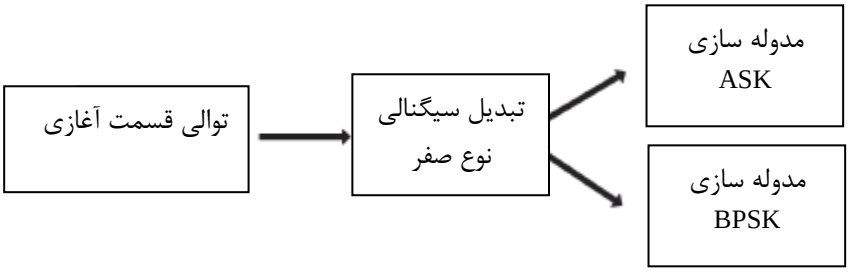
انتقال بین MFAN-C و MFAN-N مدوله سازی BPSK را استفاده می‌کند. همانطور که در شکل ۲۰ نشان داده شده است، داده ورودی زنجیره‌ای کد گذاری شده با جایگزینی توسط یکی از دو نقطه صورت فلکی BPSK به عدد تبدیل می‌شود. (ω_c بسامد حامل MFAN است.)

شکل ۲۰ - نمودار مدوله سازی BPSK

۷-۲-۴ روند کدگذاری و مدوله سازی

۷-۲-۴-۱ روند کدگذاری و مدوله سازی قسمت آغازی

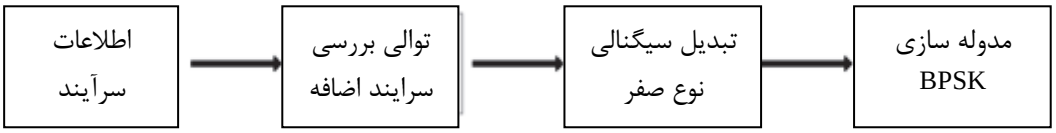
توالی قسمت آغازی (بند ۷-۱-۲ را ببینید) با استفاده از نوع صفر (بند ۷-۲-۲ را ببینید) کد گذاری می‌شود. توالی بیداری، در صورت وجود، با ASK و توالی همگام سازی توسط BPSK مدوله می‌شوند.



شکل ۲۱ - روند کدگذاری و مدوله سازی قسمت آغازی

۷-۲-۴-۲ روند کدگذاری و مدوله سازی سرایند

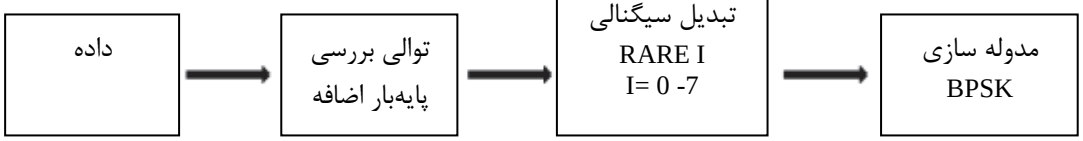
همانطور که در شکل ۲۲ نشان داده شده است، سرایند با اضافه کردن نرخ داده و کدگذاری، یک طول داده پایه‌بار، ۵ بیت صفر (بند ۷-۱-۳ را ببینید) و مقدار HCS قالب بندی می‌شود. ترکیب به دست آمده با استفاده از نوع صفر (بند ۷-۲-۲ را ببینید) کد گذاری و سپس با BPSK مدوله می‌شود.



شکل ۲۲ - روند کدگذاری و مدوله سازی سرایند

۷-۲-۴-۳ روندکدگذاری و مدوله سازی پایه‌بار

همانطور که در شکل ۲۳ نشان داده شده است، پایه‌بار با اضافه کردن داده و مقدار FCS، که روی داده محاسبه می‌شود، قالب بندی می‌شود. ترکیب به دست آمده با استفاده از نوع (I I = 0 ~ 7) (بند ۷-۲-۲ را ببینید) کد گذاری و سپس با BPSK مدوله می‌شود.



شکل ۲۳ - روند کدگذاری و مدوله سازی پایه‌بار

۸ قالب قاب لایه MAC

۸-۱ کلیات

قاب MAC مربوط به MFAN متشکل از قاب سرایند و بدنه قاب است. سرایند قاب، اطلاعات برای داده بین MFAN-Nها را دارد، و بدنه قاب داده برای انتقال بین افزاره‌های MFAN را دارد.

۸-۲ قالب قاب

همه قاب MAC شامل سرایند قاب و بدنه قاب است همانطور که در شکل ۲۴ نشان داده شده است.

الف) سرایند قاب: شامل MFAN ID ، واپایش قاب، ID گره منبع ، ID گره مقصد، و شماره توالی می‌باشد. سرایند قاب می‌تواند برای انتقال داده استفاده شود.

ب) بدنه قاب: متشکل از پایه‌بار که حاوی داده برای انتقال بین افزاره‌های MFAN و FCS است که برای بررسی خطاها در پایه‌بار استفاده می‌شود.

Unit:Byte

۱	۲	۲	۲	۲	متغیر	۲
MFAN ID	واپایش قاب	شناسه گره مبدا	شناسه گره مقصد	شماره توالی	پایه‌بار	توالی بررسی قاب
سرایند قاب					بدنه قاب	

شکل ۲۴ - قالب قاب لایه MAC

۸-۲-۱ سرایند قاب

سرایند قاب حاوی اطلاعاتی برای انتقال/دریافت قاب‌ها و واپایش جریان است.

۸-۲-۱-۱ MFAN ID

همانطور که در شکل ۲۴ نشان داده شده است، فیلد MFAN ID شامل ۱ بایت است و برای شناسایی شبکه استفاده می‌شود.

۸-۲-۱-۲ واپایش قاب

فیلدهای واپایش قاب شامل نوع قاب، خط مشی تایید، قطعه اول، آخرین قطعه، و نسخه پروتکل هستند؛ قالب آن‌ها در شکل ۲۵ نشان داده شده است.

Unit:Byte

۲-۰	۳-۴	۵	۶	۷-۸	۹-۱۵
نوع قاب	خط مشی تایید	قطعه اول	قطعه آخر	نگارش پروتکل	ذخیره شده

شکل ۲۵ - قالب فیلد واپایش قاب

هر فیلد به شرح زیر است:

الف) فیلد نوع قاب متشکل از ۳ بیت است. برای جزئیات بیشتر در مورد انواع قاب به بند ۸-۳ مراجعه کنید.

ب) فیلد خط مشی تایید متشکل از ۲ بیت است. در موردی که قاب دریافت یک قاب تایید است، خط مشی قاب تایید دریافت شده را نشان می‌دهد، در غیر این صورت خط مشی قاب تایید برای یک گره مقصد را نشان می‌دهد.

خط مشی تایید در زیر نشان داده می‌شود:

۱) بدون تایید: گره مقصد، قاب منتقل شده را تایید نمی‌کند، و گره منبع بدون در نظر گرفتن نتیجه انتقال، انتقال را موفقیت‌آمیز در نظر می‌گیرد. چنین روشی را می‌توان در قابی که برای ۱:۱ یا N:۱ منتقل می‌شود را استفاده نمود. انتقالی که نیاز به تایید ندارد.

۲) تایید تک: گره مقصد که قاب را دریافت می‌کند، یک قاب تایید به عنوان پاسخ به گره منبع پس از یک SIFS می‌فرستد. این خط مشی تایید تنها می‌تواند برای انتقال ۱:۱ استفاده شود.

۳) تایید چندگانه: گره مقصد که قاب را دریافت می‌کند، یک قاب تایید به عنوان یک پاسخ به چندین گره منبع پس از یک SIFS می‌فرستد. این خط مشی تایید می‌تواند برای انتقال N:۱ استفاده شود.

۴) تایید داده: گره مقصد که قاب داده را دریافت می‌کند، قاب تایید داده را به عنوان پاسخ به گره منبع پس از یک SIFS می‌فرستد. این خط مشی تایید تنها می‌تواند برای انتقال داده ۱:۱ استفاده شود.

پ) فیلد قطعه اول ۱ بیت است. '۱' نشان می‌دهد که قاب، شروع درخواست، پاسخ یا بسته داده از یک لایه بالاتر است، در حالی که '۰' به معنی آن است که این قاب شروع نیست.

ت) فیلد قطعه پایان ۱ بیت است. '۱' نشان می‌دهد که قاب، پایان درخواست، پاسخ و یا بسته داده از یک لایه بالاتر است، در حالی که '۰' به معنی آن است که این قاب پایان نیست.

ث) فیلد نسخه پروتکل شامل ۲ بیت است، و اندازه و محل بدون در نظر گرفتن نسخه پروتکل سامانه ثابت است. مقدار فعلی صفر است، و هر بار که یک نسخه جدید منتشر شود، یکی اضافه می‌شود. هنگامی که یک گره یک بسته با نسخه بالاتر از خود را دریافت می‌کند، بدون اطلاع گره منبع، آن را دور می اندازد.

ج) محفوظ می‌باشد: یک فیلد برای استفاده در آینده محفوظ است.

۸-۲-۱-۳ شماره توالی

فیلد شماره توالی دارای ۸ بیت است، و شماره توالی قاب را نشان می‌دهد. در قاب‌های داده، یک شماره توالی بین صفر و ۲۵۵ با استفاده از شمارنده کاهشی به هر بسته اختصاص داده شده است، و وقتی‌که به ۲۵۵ می‌رسد به صفر برمیگردد.

۸-۲-۲ بدنه قاب

بدنه قاب دارای طول متغیر و متشکل از پایه‌بار و FCS است. هر پایه‌بار با توجه به نوع قاب در فیلد واپایش قاب، یک قالب مختلف دارد، و FCS برای بررسی خطا در قاب استفاده می‌شود.

۸-۲-۲-۱ پایه‌بار

پایه‌بار داده انتقال بین MFAN-C و هر MFAN-N را دارد، و طول یک مقدار متغیر بین صفر و ۲۴۷ را دارد.

۸-۲-۲-۲ توالی بررسی قاب

FCS دارای ۱۶بیت طول است، و به منظور بررسی این است که آیا بدنه قاب بدون خطا دریافت شده است. این با استفاده از مولد چند جمله‌ای استاندارد با توان ۱۶زیر تولید می‌شود:

$G(x)=x^{16}+x^{12}+x^5+1$

۸-۳ نوع قاب

نوع قاب به عنوان ۴ نوع، قاب درخواست، قاب پاسخ، قاب داده، و قاب تایید n تعریف می‌شود.

جدول ۶ – مقدار نوع قاب

نوع قاب	مقدار (باینری)	محتوا	دوره
قاب درخواست	000	درخواست برای پاسخ وابسته (ARq)، قطع وابسته (DaRq)، وضعیت وابسته (ASRq)، انتقال داده (DRq) و غیره	درخواست
قاب پاسخ	001	پاسخ برای درخواست وابسته (ARq)، قطع وابسته (DaRq)، وضعیت وابسته (ASRq)، انتقال داده (DRq) و غیره	پاسخ
قاب داده	010	انتقال داده بدون درخواست MFAN-C	خود-تولید
قاب تایید	011	تایید پاسخ (RA) و انتقال داده (DA) برای MFAN-N	پاسخ، خود-تولید

۸-۳-۱ قاب درخواست

قاب درخواست وقتی استفاده می شود که MFAN-C یک بسته RR در بازه درخواست به یک MFAN-N خاص در MFAN می‌فرستد، یا اطلاعات را به تمام MFAN-Nها پخش می‌کند. قالب قاب درخواست در شکل ۲۶ نشان داده شده است. توجه داشته باشید که خط مشی تایید، زمان پخش بسته RR، خط مشی بدون تایید می‌باشد. و بسته RR شامل ARq، DaRq، ARsRq، DRq، و غیره می‌باشد.

Unit:Byte

۸	۱	۱	۱	L1	L2	...	Ln	۲
سرایند قاب	شناسه گروه	کد درخواست	طول $(=\sum L_n)$	درخواست block-1	درخواست block-2	⋯	درخواست block-n	توالی بررسی قاب
	پایه‌بار قاب درخواست							
	بدنه قاب							

شکل ۲۶ - قالب قاب درخواست

۸-۳-۲ قاب پاسخ

قاب پاسخ وقتی استفاده می‌شود که MFAN-Nها بسته پاسخ برای درخواست MFAN-C در بازه پاسخ، را می‌فرستند. MFAN-N بسته پاسخ را در تعداد معینی از زمان‌ها در بازه پاسخ می‌فرستد تا یک بسته تایید دریافت کند.

Unit:Byte

۸	۱	۱	۱	L1	L2	...	Ln	۲
سرایند قاب	شناسه گروه	کد پاسخ	طول $(=\sum L_n)$	پاسخ block-1	پاسخ block-2	⋯	پاسخ block-n	توالی بررسی قاب
	پایه‌بار قاب پاسخ							
	بدنه قاب							

شکل ۲۷ - قالب قاب پاسخ

۸-۳-۳ قاب داده

قاب داده موقعی استفاده می‌شود که MFAN-N داده را به MFAN-C در بازه خود-تولید بدون درخواست MFAN-C می‌فرستد.

Unit:Byte

۸	۸	L	۲
سرایند قاب	UID	داده	توالی بررسی قاب
	پایه‌بار قاب داده		
	بدنه قاب		

شکل ۲۸ - قالب قاب داده

۸-۳-۴ قاب تایید

قاب تایید شامل قاب RA و قاب DA است. در صورتی که MFAN-C یک بسته RR را انتقال دهد، MFAN-N ای که بسته RR را دریافت می‌کند، بسته پاسخ را انتقال می‌دهد و MFAN-Cای که بسته پاسخ را دریافت می‌کند بسته RA را انتقال می‌دهد. پایه‌بار قاب تایید شامل داده تایید پاسخ در مورد بسته پاسخ دریافت شده، کرد. MFAN-C، با دریافت بسته پاسخ، پاسخ MFAN-N را با ارسال بسته RA پس از یک SIFS در بازه پاسخ، می‌دهد. قاب DA قاب تایید درباره بسته داده دریافت شده، است. MFAN-C به MFAN-N پاسخ می‌دهد که است که بسته داده را با ارسال بسته DA پس از یک SIFS در بازه خود-تولید منتقل کرده است.

Unit:Byte

۸	۱	۱	۱	L1	L2	...	Ln	۲
سرایند قاب	شناسه گروه	کد تایید پاسخ	طول ($=\sum L_n$)	تایید پاسخ block-1	تایید پاسخ block-2	⋯	تایید پاسخ block-n	توالی بررسی قاب
	پایه‌بار قاب تایید							
	بدنه قاب							

شکل ۲۹- قالب قاب تایید پاسخ

همانطور که در شکل ۳۰ نشان داده شده است ، قاب DA متشکل از قاب سرایند و بدنه قاب است. هنگامی که ID گره مقصد xFFFE۰ است که ID گره غیر متصل است، فیلد UID گنجانده شده است.

Unit:Byte

۱	۲	۲	۲	۱	۸(انتخاب)	۲
MFAN ID	واپایش قاب	شناسه گره مبدا	شناسه گره مقصد	شماره توالی	UID	توالی بررسی قاب
سرایند قاب					بدنه قاب	

شکل ۳۰ - قالب قاب تایید داده

۸-۴ قالب پایه‌بار

قالب پایه‌بار است از قاب درخواست، قاب پاسخ، قاب داده، و قاب تایید تشکیل شده است.

۸-۴-۱ قاب درخواست

همانطور که در شکل ۳۱ نشان داده شده است، پایه‌بار برای قاب درخواست شامل ID گروه، کد درخواست، طول، و بیش از یک بلوک درخواست می‌باشد. هنگامی که ID گروه 0xFF است، نشان می‌دهد که MFAN-C یک پاسخ به تمام گروه‌های MFAN-N درخواست می‌دهد.

Unit:Byte

1	۱	۱	L1	L2	...	Ln
شناسه گروه	کد درخواست	طول $(=\sum L_n)$	درخواست block-1	درخواست block-2	⋯	درخواست block-n

شکل ۳۱- قالب پایه‌بار قاب درخواست

۸-۴-۱-۱ ID گروه

فیلد ID گروه شامل ۱ بایت است و برای ارسال بسته‌های RR به گروه‌های خاصی استفاده می‌شود. برای جزئیات ID گروه، به بند ۵-۴-۳ مراجعه کنید.

۸-۴-۱-۲ کد درخواست

کد درخواست در پایه‌بار یک قاب درخواست در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷- کد درخواست پایه‌بار قاب درخواست

رده‌بندی	کد درخواستی	محتوا	تذکرات
شبکه	0x01	درخواست وابسته	درخواست پاسخ وابسته به گره غیر متصل
	0x02	درخواست قطع وابسته	درخواست پاسخ قطع وابسته به گره متصل
	0x03	درخواست وضعیت وابسته	پاسخ وضعیت وابسته به گره متصل
	0x04-0x0F	محفوظ شده	-
داده	0x11	درخواست داده	درخواست انتقال داده به گره متصل
	0x12-0x1F	محفوظ شده	-
پیکربندی	0x21	تنظیم شناسه گروه	درخواست تفییر شناسه گروه وابسته به گره متصل
	0x22-0x2F	محفوظ شده	-
محفوظ شده	0x31-0xFF	محفوظ شده	-

۸-۴-۱-۳ طول

فیلد طول شامل ۱ بایت است. که طول کلی بلوک درخواست را نشان می‌دهد، و مقدار فیلد طول با توجه به طول و تعداد بلوک درخواست متغیر است.

۸-۴-۱-۴ بلوک درخواست

قالب داده بلوک درخواست با توجه به کد درخواست متفاوت است، و بیش از یک بلوک درخواست می‌تواند در پایه‌بار قاب درخواست باشد.

جزئیات قالب داده هر بلوک درخواست به شرح زیر است:

الف) درخواست وابسته

قالب بلوک ARq در شکل ۳۲ نشان داده شده است و شامل ماسک UID 8 بایتی است. این ماسک UID می‌تواند برای پیاده‌سازی یک الگوریتم جستجوی دودویی استفاده شود.

Unit:Byte

۸
ماسک UID

شکل ۳۲ - قالب بلوک درخواست وابسته

ب) درخواست قطع وابسته

قالب بلوک DaRq در شکل ۳۳ نشان داده شده است. ۲ بایت اول ID گره MFAN-N برای DaRq هستند، و ۱ بایت بعدی تعداد شیاری است که در بازه پاسخ مورد استفاده می‌شود. اگر ID گره xFFFF۰ باشد، DaRq به تمام MFAN-Nها زیر ID گروه فرستاده می‌شود.

Unit:Byte

۱	۲
تعداد شیار	شناسه گره

شکل ۳۳ - قالب بلوک درخواست قطع وابسته

ج) درخواست وضعیت وابسته

قالب بلوک ASRq در شکل ۳۴ نشان داده شده است. ۲ بایت اول ID گره MFAN-N برای ASRq هستند. اگر ID گره xFFFF۰ باشد، ASRq به تمام MFAN-Nها زیر ID گروه درخواست می‌شود.

Unit:Byte

۱	۲
تعداد شیار	شناسه گره

شکل ۳۴ - قالب بلوک درخواست وضعیت وابسته

د) درخواست داده

قالب بلوک DRq در شکل ۳۵ نشان داده شده است. ۲ بایت اول ID گره هستند ، ۱ بایت بعدی تعداد شیار است، و آخرین L بایت، نوع داده دریافت شده می‌باشد. نوع داده با توجه به محصول برنامه کاربردی تعیین می‌شود.

Unit:Byte

L	۱	۲
شناسه گروه	تعداد شیار	شناسه گره

شکل ۳۵ - قالب بلوک درخواست داده

ه) درخواست تنظیم ID گروه

قالب بلوک GSRq در شکل ۳۶ نشان داده شده است. ۲ بایت اول ID گره هستند ، ۱ بایت بعدی تعداد شیار است، و آخرین بایت شناسه گروه است که قرار است تنظیم شود.

Unit:Byte

۱	۱	۲
شناسه گروه	تعداد شیار	شناسه گره

شکل ۳۶ - قالب بلوک درخواست تنظیم ID گروه

۸-۴-۲ قاب پاسخ

قالب پایه‌بار مربوط به قاب پاسخ، اطلاعات پاسخ در مورد درخواست MFAN-C را دارد. پایه‌بار قاب پاسخ در شکل ۳۷ نشان داده شده است. اولین بایت ID گروه است، بایت دوم کد پاسخ است، بایت سوم طول داده پاسخ (L) است، و آخرین L بایت، داده پاسخ هستند.

Unit:Byte

1	۱	۱	L1	L2	...	Ln
شناسه گروه	کد پاسخ	طول (=L)	پاسخ block-1	پاسخ block-2	⋯	پاسخ block-n

شکل ۳۷ - قالب پایه‌بار از قاب پاسخ

۸-۴-۲-۱ ID گروه

فیلد آدرس گروه متشکل از ۱ بایت است و برای ارسال بسته‌های RR به گروه‌های خاصی استفاده می‌شود. برای جزئیات ID گروه، به بند ۵-۴-۳ مراجعه کنید.

۸-۴-۲-۲ کد پاسخ

انواع کد پاسخ در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸ - کد پاسخ پایه‌بار قاب پاسخ

رده‌بندی	کد درخواستی	محتوا	تذکرات
شبکه	0x01	درخواست وابسته	انتقال UID مربوط به MFAN-N
	0x02	درخواست قطع وابسته	انتقال UID مربوط به MFAN-N
	0x03	درخواست وضعیت وابسته	انتقال UID مربوط به MFAN-N
	0x04-0x0F	محفوظ شده	-
داده	0x11	درخواست داده	انتقال داده درخواست شده
	0x12-0x1F	محفوظ شده	-
پیکربندی	0x21	تنظیم شناسه گروه	انتقال ID گروه و UID بعد از تغییرات IDگروه
	0x22-0x2F	محفوظ شده	-
محفوظ شده	0x31-0xFF	محفوظ شده	-

۸-۴-۲-۳ طول

فیلد طول شامل ۱ بایت است و نشان دهنده طول داده پاسخ می‌باشد. با توجه به داده پاسخ متغیر است.

۸-۴-۲-۴ داده پاسخ

داده پاسخ به ARs، DaRs، ASRs، DRs، و GSRs تقسیم می‌شود. قالب داده پاسخ به شرح زیر است:

الف) پاسخ وابسته

قالب بلوک ARs در شکل ۳۸ نشان داده شده است. داده ARs شامل ۸ بایت UID است.

Unit:Byte

۸
UID

شکل ۳۸ – قالب بلوک پاسخ وابسته

ب) پاسخ قطع وابسته

قالب بلوک DaRs در شکل ۳۹ نشان داده شده است. داده DaRs متشکل از ۸ بایت UID است.

Unit:Byte

۸
UID

شکل ۳۹ – قالب بلوک پاسخ قطع وابسته

ج) پاسخ وضعیت وابسته

قاب بلوک از ASRs در شکل۴۰ نشان داده شده است. داده ASRs از ۸ بایت UID و ۱ بایت از مقدار وضعیت تشکیل شده است.

۱	۸
مقدار وضعیت	UID

شکل ۴۰ – قالب بلوک پاسخ وضعیت وابسته

مقدار وضعیت در جدول ۹ نشان داده شده است.

جدول ۹ – مقدار بررسی وضعیت وابسته

مقدار	محتوا
0x00	وضعیت قطع وابسته
0x01	وضعیت وابسته
0x02-0xFF	محفوظ شده

د) پاسخ داده

قالب بلوک DRs در شکل ۴۱ نشان داده شده است. داده DRs شامل L بایت داده درخواست می‌باشد.

Unit:Byte

L
داده درخواستی

شکل ۴۱ – قالب بلوک پاسخ داده

ه) پاسخ تنظیم ID گروه

قالب بلوک GSRs در شکل ۴۲ نشان داده شده است. داده GSRs از ۸ بایت برای UID با ID گروه تغییریافته و ۱ بایت برای ID گروه تغییریافته تشکیل شده است.

Unit:Byte

۱	۸
شناسه گروه تخصیص داده شده	UID

شکل ۴۲ – قالب بلوک پاسخ تنظیم ID گروه

۸-۴-۳ قاب داده

پایه‌بار قاب داده شامل داده‌ای است که قرار است منتقل شود. پایه‌بار قاب داده شامل ۸ بایت UID و L بایت داده می‌باشد، همانطور که در شکل ۴۳ نشان داده شده است.

Unit:Byte

L	۸
داده	UID

شکل ۴۳ - قالب پایه‌بار قاب داده

۸-۴-۴ قاب تایید

پایه‌بار قاب RA، داده مربوط به بسته پاسخ را دارد. قالب پایه‌بار RA در شکل ۴۴ نشان داده شده است. اولین بایت ID گروه است، بایت دوم کد تایید پاسخ است، بایت سوم طول (L) است، و L بایت بعدی بلوک‌های تایید پاسخ هستند.

Ln	...	L2	L1	۱	۱	1
تایید پاسخ block-n	⋯	تایید پاسخ block-2	تایید پاسخ block-1	طول (=L)	کد تایید پاسخ	شناسه گروه

شکل ۴۴ - قالب پایه‌بار قاب تایید

۸-۴-۴-۱ ID گروه

فیلد ID گروه شامل ۱ بایت است و برای ارسال بسته‌های RR به گروه‌های خاصی استفاده می‌شود. برای جزئیات ID گروه، به بند ۵-۴-۳ مراجعه کنید.

۸-۴-۴-۲ کد تایید پاسخ

انواع کد تایید پاسخ در جدول ۱۰ نشان داده شده است.

جدول ۱۰ - کد تایید پاسخ

رده‌بندی	کد درخواستی	محتوا	تذکرات
شبکه	0x01	تایید درخواست وابسته	انتقال UID و ID گره اختصاص داده شده به MFAN-N
	0x02	تایید درخواست قطع وابسته	انتقال UID و ID گره مربوط به MFAN-N
	0x03	تایید درخواست وضعیت وابسته	انتقال UID مربوط به MFAN-N
	0x04-0x0F	محفوظ شده	-
داده	0x11	تایید درخواست داده	تایید انتقال داده بخ یک گره متصل
	0x12-0x1F	محفوظ شده	-
پیکربندی	0x21	تایید پاسخ تنظیم شناسه گروه	انتقال ID گروه و UID بعد از تغییرات IDگروه
	0x22-0x2F	محفوظ شده	-
محفوظ شده	0x31-0xFF	محفوظ شده	-

۸-۴-۴-۳ طول

فیلد طول شامل ۱ بایت است. که نشان دهنده طول داده تایید پاسخ است و با توجه به داده تایید پاسخ متغیر است.

۸-۴-۴-۴ بلوک تایید پاسخ

بلوک تایید پاسخ به تایید ARs، تایید DaRs، تایید ASRs، تایید DRs، و تایید GSRs تقسیم شده است. قالب بلوک تایید پاسخ به شرح زیر است:

الف) تایید پاسخ وابسته

قالب بلوک تایید ARs در شکل ۴۵ نشان داده شده است. ۸ بایت اول UID هستند، ۲ بایت بعدی ID گره اختصاص داده شده است. اگر ID گره اختصاص داده xFFFE۰ باشد که آدرس گره غیر متصل است، به این معنی است که ARq رد شده است.

Unit:Byte

۸	۲
UID	شناسه گره تخصیص داده شده

شکل ۴۵ – قالب بلوک تایید پاسخ وابسته

ب) تایید پاسخ قطع وابسته

قاب بلوک تایید DaRs در شکل ۴۶ نشان داده شده است. ۸ بایت اول UID، و ۲ بایت بعدی ID گره هستند. ID گره تخصیص داده شده، اگر قطع وابسته مجاز نباشد، استفاده می‌شود، ID گره غیر متصل، xFFFE۰ اگر قطع وابسته مجاز باشد، ثبت می‌شود.

Unit:Byte

۸	۲
UID	شناسه گره

شکل ۴۶ – قالب بلوک تایید پاسخ قطع وابسته

ج) تایید پاسخ وضعیت وابسته

قاب بلوک تایید ASRs در شکل ۴۷ نشان داده شده است. بلوک تایید ASRs شامل۸ بایت UID می‌باشد.

۸
UID

شکل ۴۷ – قالب بلوک تایید پاسخ وضعیت وابسته

د) تایید پاسخ داده

قالب بلوک تایید DRs در شکل ۴۸ نشان داده شده است. ۲ بایت اول ID گره هستند ، و ۱ بایت بعدی محفوظ است.

Unit:Byte

2	1
شناسه گره	محفوظ شده

شکل ۴۸ – قالب بلوک تایید پاسخ داده

ه) تایید پاسخ تنظیم ID گروه

قالب بلوک تایید GSRs در شکل ۴۹ نشان داده شده است. بلوک تایید GSRs شامل ۸ بایت UID و ۱ بایت مقدار بررسی وضعیت است.

Unit:Byte

۱	۸
مقدار وضعیت تنظیم شناسه گروه	UID

شکل ۴۹ - قالب بلوک تایید پاسخ تنظیم ID گروه

مقدار وضعیت تنظیم ID گروه در جدول ۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۱۱ - مقدار وضعیت تنظیم ID گروه

محتوا	مقدار
تغییرات تکمیل شد	0x00
تغییرات اعمال نشد	0x01
محفوظ شده	0x02-0xFF

۹ عملکرد لایه MAC ۹

۹-۱ کلیات

در لایه MAC مربوط به MFAN، به منظور مدیریت MFAN، وابسته ، قطع وابسته، و روند ASC برای MFAN-N در نظر گرفته می‌شود. داده می‌تواند چه در بازه پاسخ یا در بازه خود-تولید منتقل شود. علاوه بر این، عملکرد تنظیم ID گروه برای مدیریت گروه‌های MFAN-N ارائه شده است.

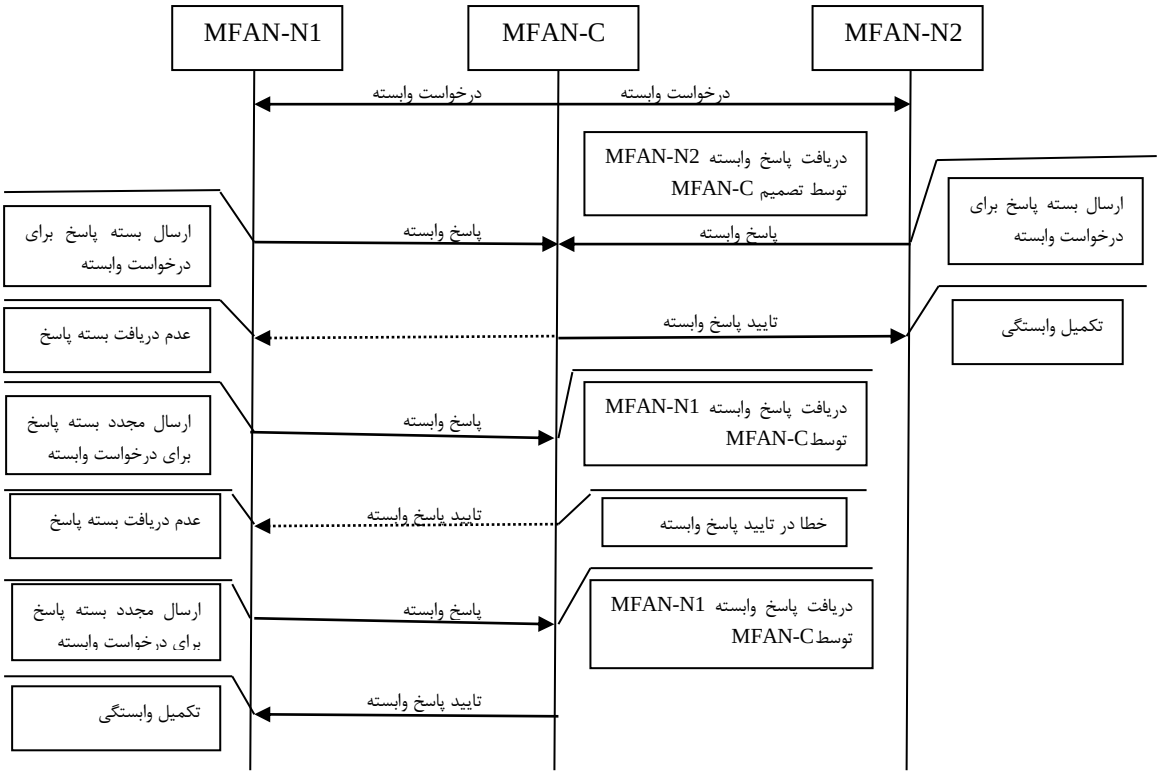
۹-۲ وابسته و قطع وابسته شبکه

برای برقراری ارتباط MFAN-N با MFAN-C، برای اولین بار، MFAN-N نیاز دارد در ارتباط با MFAN باشد. به عنوان یک فرض، هر MFAN-N به دنبال یک MFAN از پیش تنظیم شده می‌گردد. هنگامی که آن را پیدا کرد، با آن MFAN وابسته می‌کند، و هنگامی که آن را پیدا نکند، هر MFAN-N می‌تواند توسط کاربر برنامه کاربردی، به MFAN-C تبدیل شود(به عنوان مثال پیکربندی یک MFAN جدید، که به معنی این است که MFAN-C جدید، بسته درخواست را به صورت دوره‌ای می‌فرستد). با این حال، گره می‌تواند وضعیت خود را به عنوان MFAN-C و یا MFAN-N، حفظ کند، که وضعیت‌اش با توجه به نقش گره‌ها از زمان پیکربندی MFAN تنظیم می‌شود. در این مورد، اگر MFANای وجود داشته باشد که در حال حاضر پیکربندی شده است، پیکربندی شبکه لغو می‌شود زیرا تنها یک کانال در دسترس وجود دارد.

۹-۲-۱ وابسته

هنگامی که MFAN-C در بازه درخواست بسته ARq به MFAN-Nغیرمتصل می‌فرستد، MFAN-N بسته ARs را در بازه پاسخ به MFAN-C می‌فرستد. MFAN-C تصمیم می‌گیرد که آیا MFAN-N در MFAN وابسته داشته باشد یا نه، و نتیجه را از طریق بسته ARA اطلاع می‌دهد. هنگامی که وابسته اجازه داده شد، ID گره تخصیص داده شده، در بسته ARA قرار می‌گیرد، و هنگامی که وابسته رد شد، ID گره غیرمتصل xFFFE۰ ثبت می‌شود. هنگامی که MFAN-C بسته ARs را دریافت نمی‌کند و یا MFAN-N بسته ARA را به دلیل خطا در بسته ARA دریافت نمی‌کند، در هر ابرقاب بسته ARq را به طور مداوم می‌فرستد تا زمانی که بسته ARA همه MFAN-N منتخب را

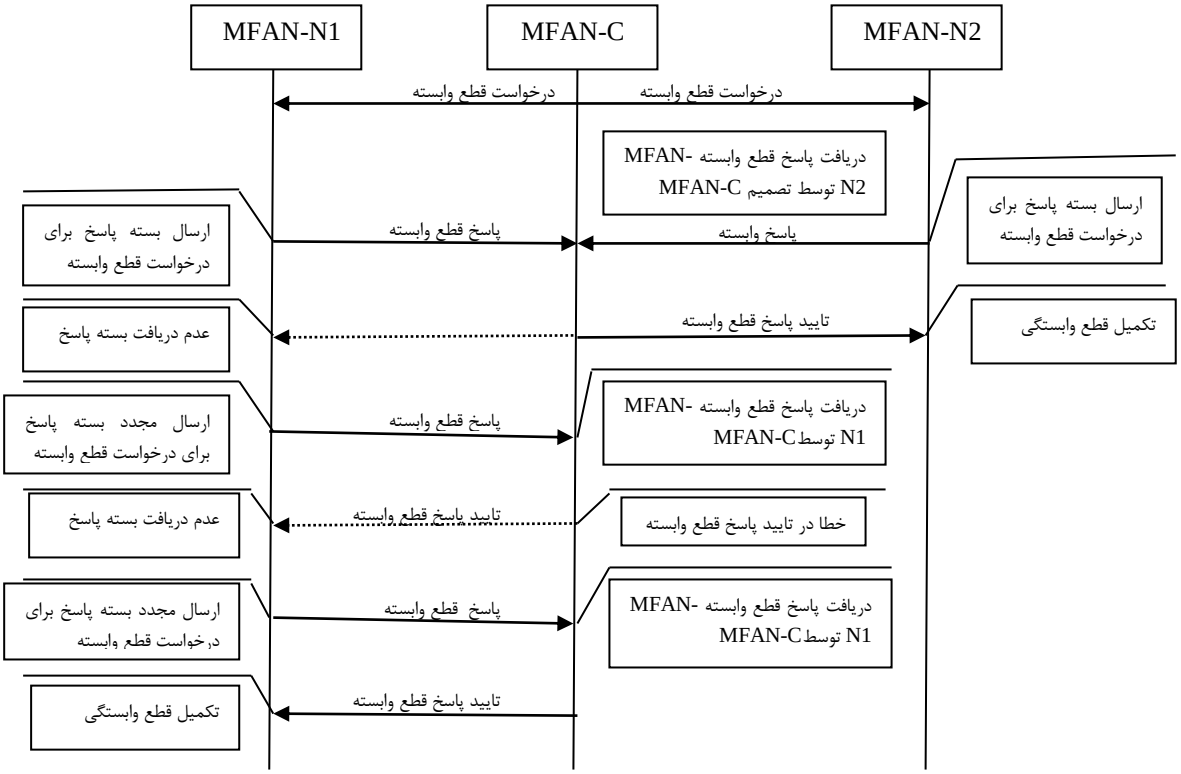
بدون خطا دریافت کند. روند وابسته MFAN-N انجام می‌شود، زمانی که MFAN-N بسته ARA را از MFAN-C دریافت کند.



شکل ۵۰ - روند وابسته

۹-۲-۲ قطع وابسته

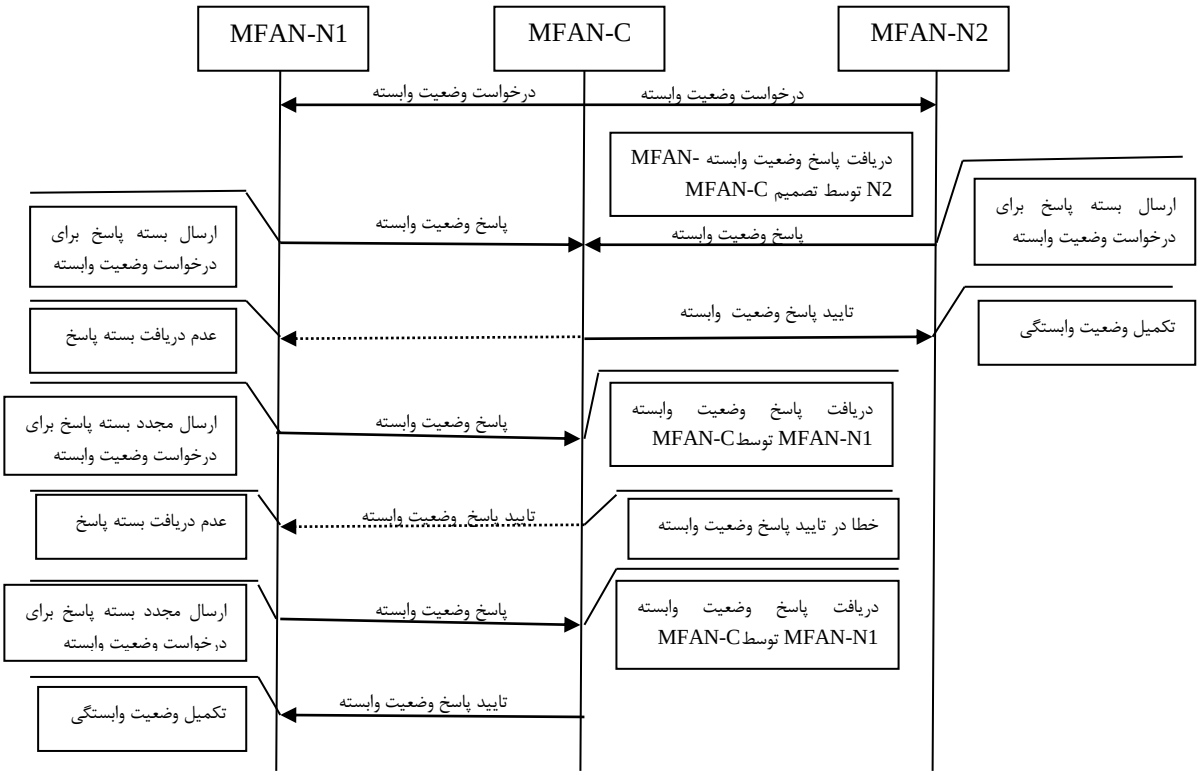
هنگامی که MFAN-C در بازه درخواست بسته DaRq را به MFAN-N مرتبط با MFAN می‌فرستد، MFAN-N بسته DaRs را در بازه پاسخ به MFAN-C می‌فرستد. MFAN-C تصمیم می‌گیرد که آیا MFAN-N در MFAN وابسته داشته باشد یا نه، و نتیجه را از طریق بسته DaRA اطلاع می‌دهد. هنگامی که قطع وابسته اجازه داده شد، ID گره در بسته DaRA به عنوان ID گره غیر متصل xFFFE۰ ثبت می‌شود، و هنگامی که قطع وابسته رد شد، ID گره اختصاص داده شده، ثبت می‌شود. هنگامی که MFAN-C بسته DaRs را دریافت نمی‌کند و یا MFAN-N بسته DaRA را به دلیل خطا در بسته DaRA دریافت نمی‌کند، MFAN-N مجددا در هر ابرقاب بسته DaRs را به طور مداوم می‌فرستد تا زمانی که MFAN-N بسته DaRA را دریافت کند. قطع وابسته کامل می‌شود، زمانی که MFAN-N بسته DaRA را از MFAN-C دریافت کند.



شکل ۵۱ – روند قطع وابسته

۹-۲-۳ بررسی وضعیت وابسته

هنگامی که MFAN-C در بازه درخواست بسته ASRq را به MFAN-N مرتبطش می‌فرستد، MFAN-N بسته ASRs را در بازه پاسخ به MFAN-C می‌فرستد. MFAN-C بسته ASRA را بررسی می‌کند و به منظور بررسی وضعیت MFAN-Nها به MFAN می‌فرستد. هنگامی که MFAN-C بسته ASRs را دریافت نمی‌کند و یا MFAN-N بسته ASRA را به دلیل خطا در بسته دریافت نمی‌کند، MFAN-N در هر شیارزمانی بسته ASRs را به طور مداوم می‌فرستد تا زمانی که MFAN-N بسته ASRA را دریافت کند. روند تایید وضعیت وابسته برای MFAN-N کامل می‌شود زمانی که MFAN-N بسته ASRA را از MFAN-C دریافت کند.



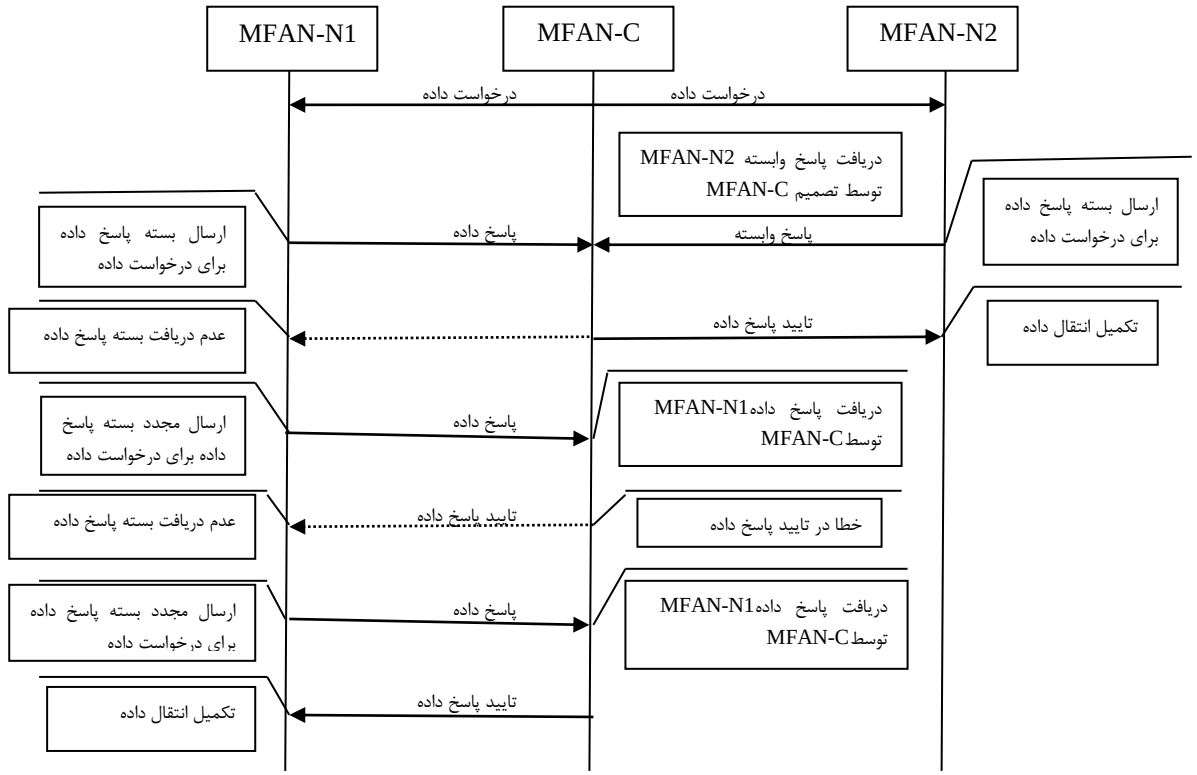
شکل ۵۲ - روند تایید وضعیت وابسته

۹-۳ انتقال داده

در MFAN، داده می‌تواند در بازه پاسخ یا در بازه خود-تولید منتقل شود. داده می‌تواند به درخواست MFAN-C در بازه پاسخ منتقل شود، و بدون درخواست MFAN-C در بازه خود-تولید منتقل شود.

۹-۳-۱ انتقال در بازه پاسخ

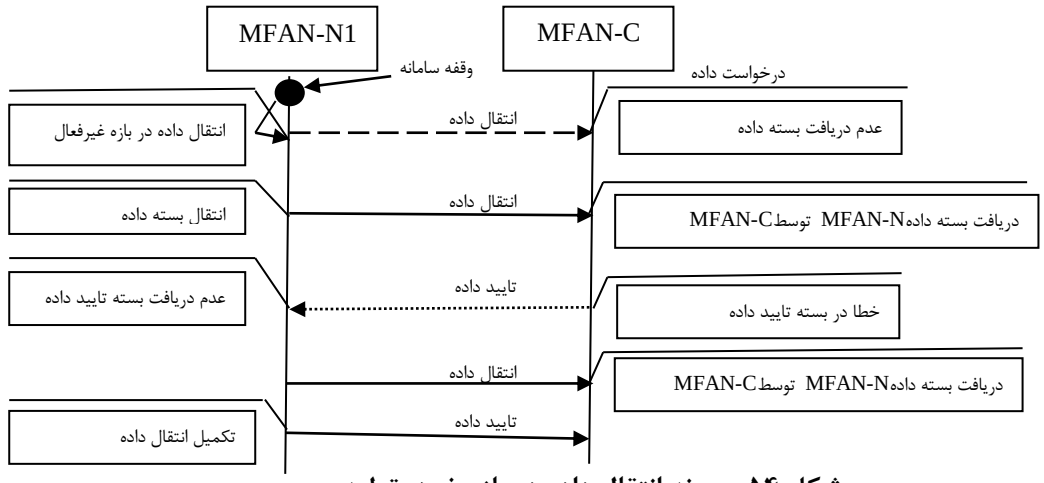
هنگامی‌که MFAN-C در بازه درخواست بسته DRq را به MFAN-N مرتبط با MFAN می‌فرستد، MFAN-N بسته DRs را در بازه پاسخ منتقل می‌کند. MFAN-C بسته DRA را پس از دریافت بسته DRs از MFAN-N می‌فرستد. هنگامی که MFAN-C بسته DRs را دریافت نکند و یا MFAN-N بسته DRA را به دلیل خطای بسته دریافت نکند، MFAN-N در هر شیارزمانی بسته DRs را به طور مداوم می‌فرستد تا زمانی که MFAN-N بسته DRA را دریافت کند. روند انتقال داده زمانی کامل می‌شود که MFAN-N بسته DRA را از MFAN-C دریافت کند.



شکل ۵۳ - روند انتقال داده در بازه پاسخ

۹-۳-۲ انتقال در بازه خود-تولید

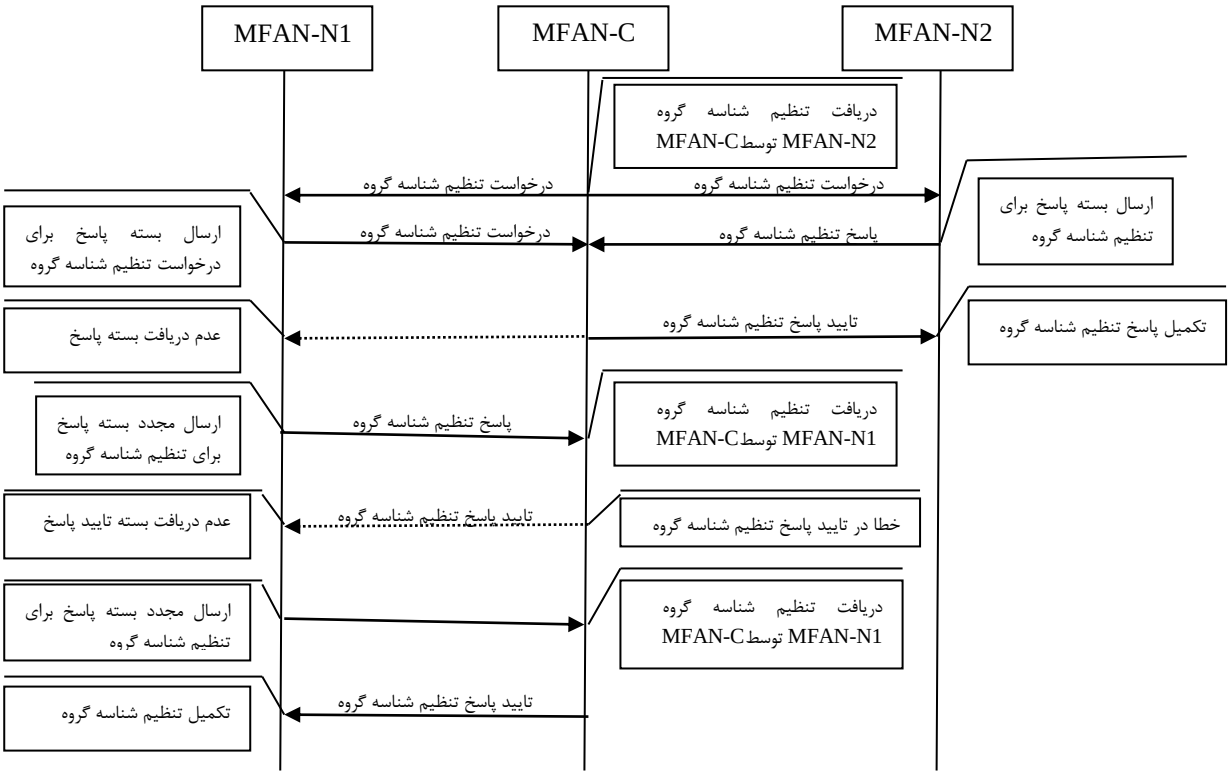
بازه خود-تولید زمانی آغاز می‌شود که MFAN-N بسته‌های پاسخ را برای بازه اتمام زمان منتقل نمی‌کند، و این بازه حفظ می‌شود، تا زمانی‌که MFAN-C بسته RR را منتقل کند. MFAN-N می‌تواند داده را بدون درخواست MFAN-C در این بازه خود-تولید منتقل کند. هنگامی‌که یک وقفه سامانه رخ می‌دهد، برای MFAN-N امکان دارد که داده را بدون درخواست MFAN-C منقل کند. هنگامی‌که MFAN-C بسته داده را دریافت نکند و یا MFAN-N بسته DA را به دلیل خطای بسته دریافت نکند، MFAN-N بسته داده را به طور مداوم منتقل می‌کند تا زمانی که MFAN-N بسته DA را دریافت کند. روند انتقال داده در بازه خود-تولید زمانی کامل می‌شود که MFAN-N بسته DA را از MFAN-C دریافت کند.



شکل ۵۴ - روند انتقال داده در بازه خود-تولید

۹-۴ تنظیم ID گروه

هنگامی که MFAN-C در بازه درخواست بسته GSRq را به MFAN-N می‌فرستد، MFAN-N بسته GSRs را در بازه پاسخ می‌فرستد. MFAN-C، وضعیت تنظیم ID گروه MFAN-N را کاوش می‌کند، و سپس بسته GSRA را منتقل می‌کند.



شکل ۵۵ – روند تنظیم ID گروه

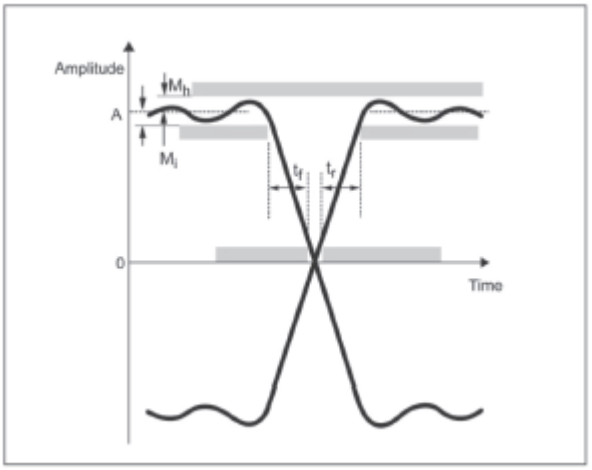
۱۰ واسط هوا

۱۰-۱ بسامد

بسامد مرکزی 128 MFAN (fc) کیلوهرتز(KHz) با بیشینه رواداری ppm 20± است.

۱۰-۲ شکل موج سیگنال

شکل ۵۶ شکل موج پوش را نشان می‌دهد، و پارامترهای پوش در جدول ۱۲ تعریف شده است. در جدول ۱۲، حرف A نشان دهنده دامنه پوش است. دامنه پوش از متغیر منفی M_i تا متغیر مثبت M_h در ۱۰ درصد دامنه، تغییر می‌کند. t_r و t_f ، به ترتیب، زمان صعود پوش از ۱۰ درصد تا ۹۰ درصد دامنه، و زمان سقوط پوش از ۹۰ درصد تا ۱۰ درصد دامنه را نشان می‌دهند. فاصله بیتی(T_{bit})، با توجه به نرخ داده تغییر می‌کند، و t_r و t_f نمی‌توانند از ۳۰ درصد T_{bit} تجاوز کنند.

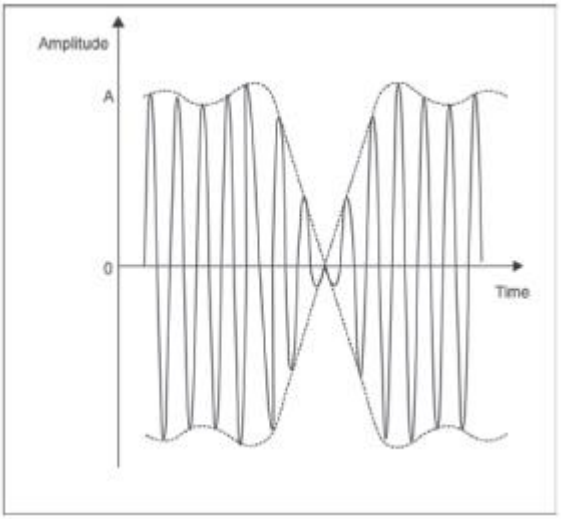


شکل ۵۶ – شکل موج پوش

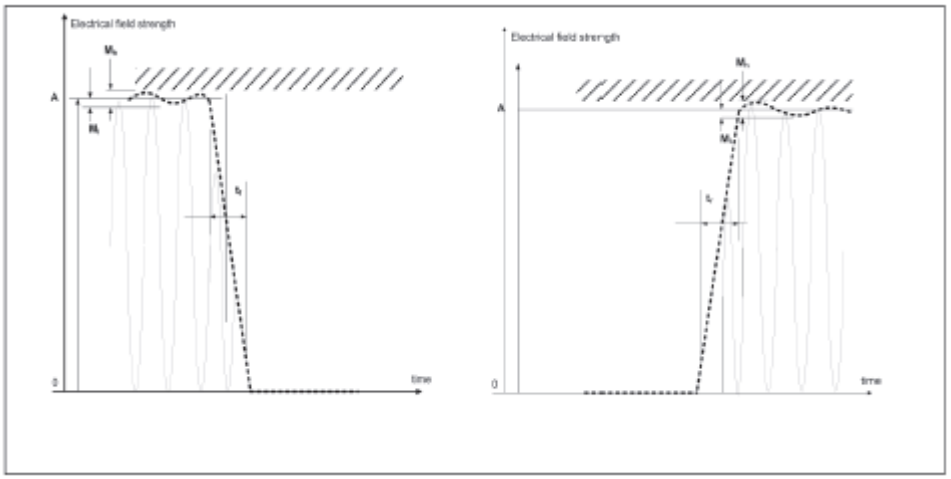
جدول ۱۲ - پارامترهای پوش BPSK

پارامتر	نماد	کمینه	بیشینه
متغیر مثبت	M_h	0	0.1A
متغیر منفی	M_I	0	0.1A
زمان صعود	t_r	0	$0.15T_{bit}$
زمان سقوط	t_f	0	$0.15\ T_{bit}$

مدوله سازی BPSK است برای انتقال بین MFAN-C و MFAN-N استفاده می‌شود. سیگنال انتقال، همانطور که در شکل ۵۶ نشان داده شده است، با توجه به پوش تعریف شده در این بخش توسط BPSK مدوله می‌شود.



شکل ۵۷ - سیگنال BPSK-مدوله شده



شکل ۵۸ - سیگنال ASK-مدوله شده

جدول ۱۳ - پارامترهای پوش ASK

پارامتر	نماد	کمینه	بیشینه
متغیر مثبت	M_h	0	0.1A
متغیر منفی	M_I	0	0.1A
زمان صعود	t_r	0	$0.15T_{bit}$
زمان سقوط	t_f	0	$0.15\ T_{bit}$

کتابنامه

[1] ISO/IEC 15149-3, *Information technology — Telecommunications and information exchange between systems — Magnetic field area network (MFAN) — Part 3: Relay Protocol for Extended Range* (under development)

[2] ISO/IEC 15149-4, *Information technology — Telecommunications and information exchange beween systems — Magnetic field area network (MFAN) — Part 4: Security Protocol for Authorization* (under development)