



## مستند ارائه‌ی اختیاری 10BASE-T Ethernet

۱. 10BASE-T یکی از استانداردهای اولیه در شبکه‌های Ethernet است که برای انتقال داده‌ها از طریق کابل‌های Twisted Pair استفاده می‌شود. این استاندارد در دهه ۱۹۹۰ توسعه یافت و به‌عنوان جایگزینی برای استانداردهای قدیمی‌تر مانند 10BASE-2 و 10BASE-5 معرفی شد که از کابل‌های Coaxial استفاده می‌کردند. 10BASE-T به دلیل سادگی نصب، کاهش هزینه‌ها و افزایش قابلیت اطمینان، به سرعت به یکی از پرکاربردترین روش‌های اتصال شبکه تبدیل شد.

یکی از دلایل اصلی استفاده از 10BASE-T، قابلیت استفاده از زیرساخت‌های موجود کابل‌کشی تلفنی (Category 3) به بعد بود که باعث شد پیاده‌سازی آن در محیط‌های مختلف، به‌خصوص سازمان‌ها و شرکت‌ها، بسیار راحت‌تر شود. همچنین، طراحی این استاندارد به گونه‌ای بود که امکان استفاده از هاب و سویچ را برای مدیریت بهتر شبکه فراهم می‌کرد، که در نهایت به بهبود مقیاس‌پذیری و کارایی شبکه منجر شد.

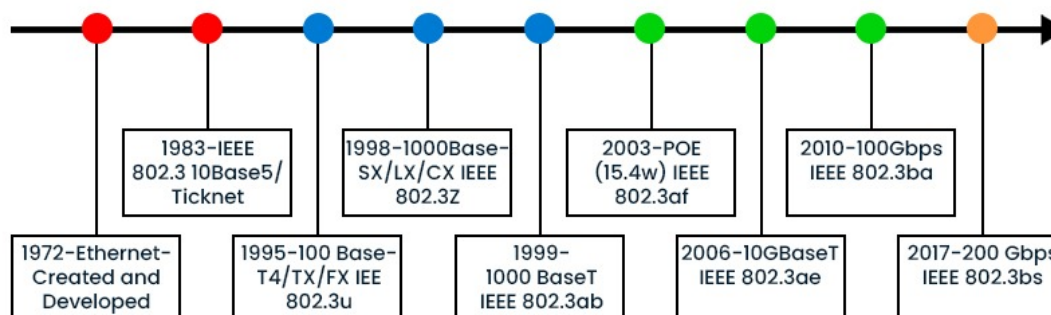
با معرفی 10BASE-T، مفهوم توپولوژی Star یا ستاره‌ای در شبکه‌های اترنت به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفت، درحالی‌که استانداردهای قبلی از توپولوژی Bus استفاده می‌کردند که در آن قطع شدن یک کابل می‌توانست کل شبکه را تحت تأثیر قرار دهد. این استاندارد نه تنها باعث افزایش انعطاف‌پذیری شبکه‌ها شد، بلکه نگهداری و عیب‌یابی آن‌ها را نیز ساده‌تر کرد.

در اواخر دهه ۱۹۸۰، شبکه‌های Ethernet به‌طور گسترده در سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گرفتند، اما روش‌های سنتی مانند 10BASE-5 و 10BASE-2 که از کابل‌های coaxial استفاده می‌کردند، چالش‌هایی را ایجاد کرده بودند. این کابل‌ها نه تنها هزینه‌بر بودند، بلکه عیب‌یابی و گسترش آن‌ها نیز دشوار بود. در همین زمان، نیاز به یک استاندارد جدید که بتواند با استفاده از کابل‌های ارزان‌تر و انعطاف‌پذیرتر شبکه‌های اترنت را بهبود دهد، احساس شد.

در سال ۱۹۹۰، موسسه IEEE استاندارد 10BASE-T را به‌عنوان بخشی از خانواده‌ی IEEE 802.3 معرفی کرد. این استاندارد امکان انتقال داده‌ها با سرعت ۱۰ مگابیت بر ثانیه را از طریق کابل‌های Twisted Pair فراهم کرد. در این روش، هر دستگاه شبکه از طریق یک کابل جداگانه به هاب یا سویچ متصل می‌شود که نه تنها پایداری شبکه را افزایش می‌دهد، بلکه باعث کاهش تداخل و افزایش قابلیت اطمینان ارتباطات می‌شود.

با پذیرش گسترده 10BASE-T، بسیاری از شرکت‌ها شروع به استفاده از این فناوری در شبکه‌های داخلی خود کردند. به دلیل هزینه کم و سهولت پیاده‌سازی، این استاندارد به سرعت جایگزین استانداردهای قدیمی شد و زمینه‌ساز توسعه استانداردهای جدیدتر مانند 100BASE-T و 1000BASE-T گردید. این تحول، نقش مهمی در افزایش سرعت و مقیاس‌پذیری شبکه‌های سازمانی و حتی خانگی ایفا کرد.

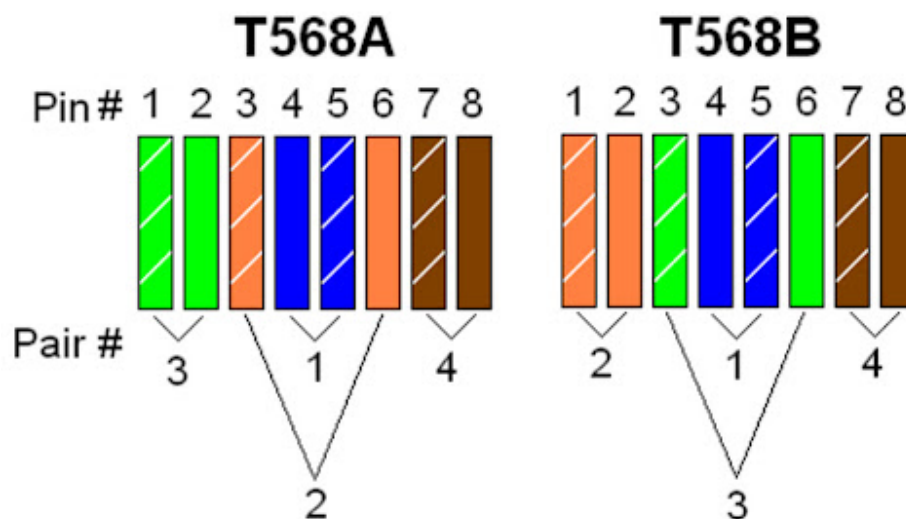
نام 10BASE-T از سه بخش تشکیل شده است که هر کدام نشان‌دهنده‌ی ویژگی خاصی از این استاندارد هستند. عدد 10 بیانگر سرعت انتقال داده در این استاندارد است که برابر با ۱۰ مگابیت بر ثانیه می‌باشد. کلمه‌ی BASE مخفف Baseband است، به این معنا که سیگنال‌های ارسالی به‌صورت دیجیتالی و بدون مدولاسیون منتقل می‌شوند. حرف T مخفف Twisted Pair بوده و نشان می‌دهد که این استاندارد از این کابل‌ها برای انتقال داده استفاده می‌کند. این نام‌گذاری در استانداردهای بعدی مانند 100BASE-T و 1000BASE-T نیز به همین روش ادامه یافت.



۲. کابل‌های Twisted Pair یکی از رایج‌ترین انواع کابل‌های شبکه هستند که برای انتقال داده‌ها در شبکه‌های Ethernet از جمله 10BASE-T استفاده می‌شوند. این کابل‌ها از دو رشته سیم مسی تشکیل شده‌اند که به‌طور مارپیچی به دور یکدیگر پیچیده شده‌اند. پیچش این سیم‌ها به کاهش تداخل الکترومغناطیسی (EMI) و نویزهای خارجی کمک می‌کند، زیرا سیگنال‌های مزاحم به‌صورت متقارن روی دو سیم اعمال شده و در نهایت حذف می‌شوند (سیگنالینگ تفاضلی). این کابل‌ها به دو نوع اصلی تقسیم می‌شوند: بدون شیلد (UTP - Unshielded Twisted Pair) و شیلددار (STP - Shielded Twisted Pair). نوع UTP به دلیل هزینه پایین‌تر و سهولت استفاده، در بسیاری از شبکه‌های محلی (LAN) کاربرد دارد، درحالی‌که نوع STP با داشتن یک لایه محافظتی، مقاومت بیشتری در برابر نویزهای الکترومغناطیسی ارائه می‌دهد.

کابل‌های Twisted Pair در دسته‌بندی‌های مختلفی مانند Category 3 (Cat 3)، Category 5e (Cat 5e)، و Category 6 (Cat 6) و بالاتر عرضه می‌شوند که هرکدام دارای مشخصات فنی متفاوتی از جمله پهنای باند و نرخ انتقال داده هستند. برای استاندارد 10BASE-T، معمولاً از کابل‌های Cat 3 استفاده می‌شد که توانایی انتقال داده با سرعت ۱۰ مگابیت بر ثانیه را داشتند. با گذشت زمان و توسعه فناوری‌های جدیدتر مانند 100BASE-T و 1000BASE-T، استفاده از کابل‌های پیشرفته‌تر مانند Cat 5e و Cat 6 رایج شد که سرعت و کارایی بیشتری را فراهم می‌کنند. امروزه، کابل‌های Twisted Pair همچنان یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین رسانه‌های انتقال داده در شبکه‌های سیمی محسوب می‌شوند.

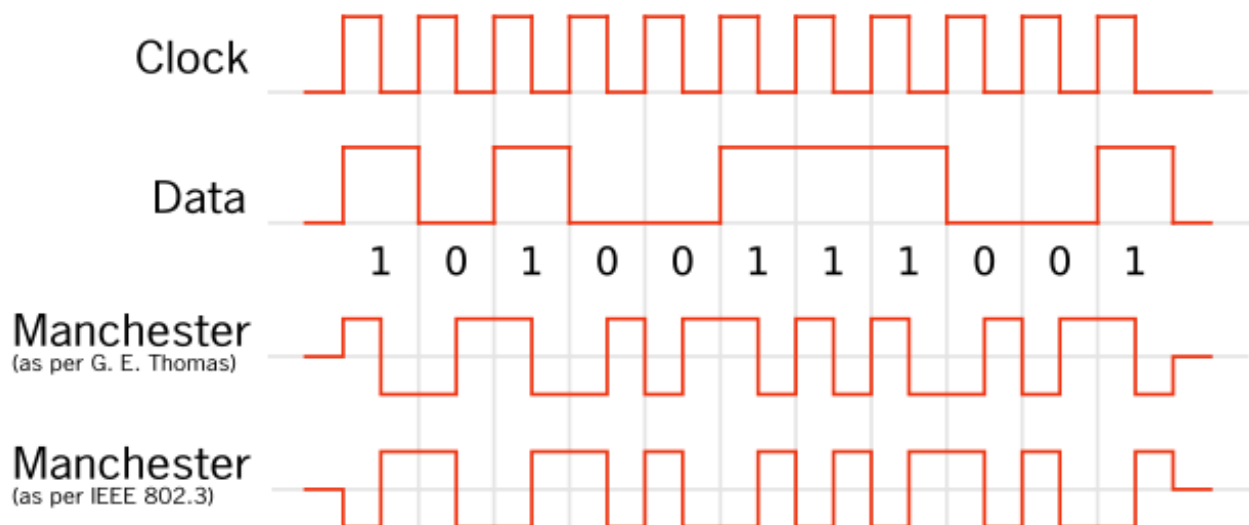
این استاندارد از کانکتور 8P8C (8Position8Contact) استفاده می‌کند که از ۸ پین تشکیل شده است که ۴ زوج کابل شبکه درون ۸ پین قرار می‌گیرد. دو استاندارد کلی برای قرارگیری زوج سیم‌ها درون سوکت شبکه وجود دارد، T568A و T568B. در استاندارد 10BASE-T فقط از زوج سیم‌های ۲ و ۳ استفاده شده است و ۴ سیم دیگر استفاده نمی‌شوند.



کابل‌های شبکه به دو نوع Straight و Cross تقسیم می‌شوند. کابل شبکه استریت کابلی است که دو سر آن به یک شکل سوکت خورده است یعنی یا دو سر آن با استاندارد T568A و یا با استاندارد T568B سوکت خورده است. از این کابل معمولاً جهت اتصال دو دستگاه غیر هم نوع، مانند اتصال سویچ به روتر یا سویچ به کامپیوتر استفاده می‌شود. کابل شبکه کراس اور که به آن کابل کراس نیز گفته می‌شود به منظور اتصال دستگاه‌های هم نوع مانند اتصال یک کامپیوتر به یک کامپیوتر، اتصال مودم به مودم و موارد دیگر استفاده می‌شود. تفاوت این نوع کابل با کابل مستقیم در این است که در کابل شبکه کراس اور هر ۲ نوع استاندارد T568A و T568B استفاده شده است، یعنی یک طرف کابل با استاندارد T568A و طرف دیگر با استاندارد T568B سوکت خورده است. پس از معرفی قابلیت Auto-MDI/MDIX و سائپورت تجهیزات اکتیو شبکه از این قابلیت، دیگر انتخاب بین کابل کراس یا مستقیم اهمیتی ندارد و می‌توانید بدون نگرانی از هر نوع کابلی استفاده کنید. ویژگی Auto-MDI/MDIX این قابلیت را فراهم می‌کند که دستگاه بتواند تفاوت بین کابل کراس اور و کابل مستقیم را تشخیص داده و بر اساس نوع استاندارد نسبت به ارسال دیتاها روی زوج سیم‌های کابل اقدام کند.

۳. در استاندارد 10BASE-T، ارتباط به صورت سریال انجام می‌شود، به این معنا که داده‌ها به صورت بیت به بیت از طریق کابل منتقل می‌شوند. این روش برخلاف انتقال موازی، که در آن چندین بیت به طور هم‌زمان ارسال می‌شوند، نیاز به تعداد سیم‌های کمتری دارد و در مسافت‌های طولانی‌تر عملکرد بهتری ارائه می‌دهد. ارتباط سریال در این استاندارد با استفاده از دو جفت سیم، یکی برای ارسال داده (TX) و دیگری برای دریافت داده (RX)، انجام می‌شود که باعث کاهش نویز و افزایش پایداری سیگنال می‌شود.

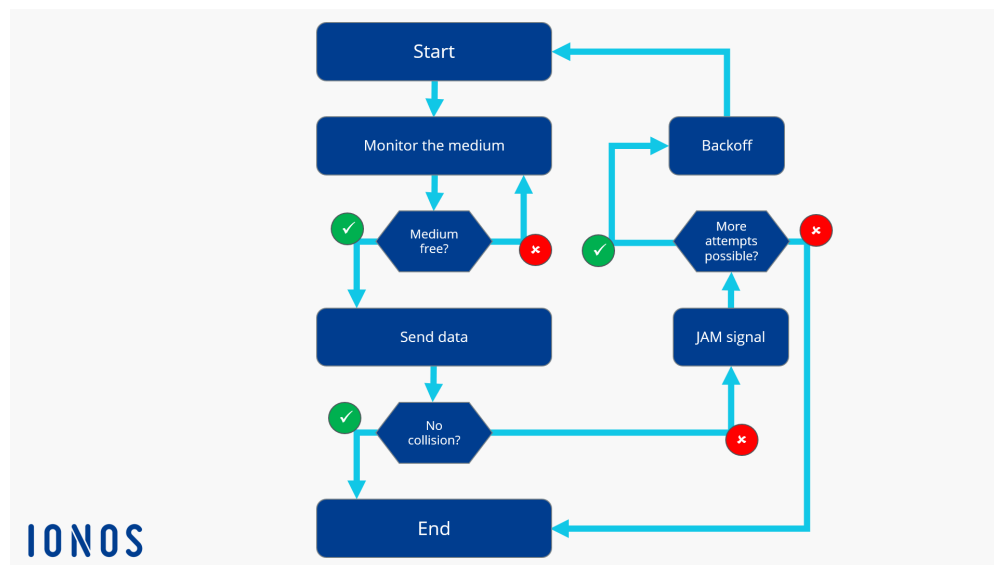
10BASE-T از روش کدگذاری Manchester Encoding برای انتقال داده‌ها استفاده می‌کند. در این روش، هر بیت داده با یک انتقال سیگنال در وسط دوره زمانی بیت نشان داده می‌شود. اگر مقدار بیت 0 باشد، سیگنال ابتدا در سطح بالا (High) قرار گرفته و در میانه دوره زمانی به سطح پایین (Low) تغییر می‌کند. برعکس، اگر مقدار بیت 1 باشد، ابتدا در سطح پایین قرار گرفته و سپس در میانه دوره زمانی به سطح بالا تغییر می‌کند. این روش باعث می‌شود که هم‌زمان با انتقال داده، یک سیگنال همگام‌سازی نیز ارسال شود که به گیرنده اجازه می‌دهد بدون نیاز به یک کلاک جداگانه، داده‌ها را به درستی تشخیص دهد.



انتقال داده‌ها در 10BASE-T به صورت ناهم‌زمان (Asynchronous) انجام می‌شود. در این روش، گیرنده و فرستنده از یک نرخ ارسال ثابت و همگام‌شده برای تبادل داده‌ها استفاده می‌کنند. به دلیل استفاده از کدگذاری Manchester Encoding، نیازی به ارسال یک سیگنال کلاک جداگانه وجود ندارد، زیرا تغییرات سیگنال در وسط هر بیت، امکان

بازیابی زمان‌بندی دقیق را برای گیرنده فراهم می‌کند. این ویژگی باعث کاهش تأخیر و افزایش دقت انتقال داده در این استاندارد شده است.

۴. در این پروتکل از توپولوژی star استفاده می‌شود. و در صورت استفاده از سوییچ احتمال ایجاد تداخل بسیار پایین است اما در معماری‌های قدیمی‌تر که از هاب استفاده می‌کردند از روش CSMA/CD برای جلوگیری از تصادم استفاده می‌شود. روش CSMA/CD یا «دسترسی چندگانه با بررسی حامل و تشخیص برخورد» هر دستگاه قبل از ارسال داده، ابتدا کانال ارتباطی را بررسی می‌کند تا مطمئن شود که هیچ دستگاه دیگری در حال ارسال داده نیست (Carrier Sense). اگر کانال آزاد باشد، دستگاه شروع به ارسال داده می‌کند. اما اگر دو دستگاه به‌طور هم‌زمان داده ارسال کنند، برخورد (Collision) رخ می‌دهد. در این صورت، هر دو دستگاه ارسال را متوقف کرده و سیگنال تصادف (Jamming Signal) را به شبکه ارسال می‌کنند. سپس، هر دستگاه برای مدت‌زمان تصادفی صبر کرده و مجدداً تلاش می‌کند. این فرآیند باعث کاهش احتمال برخوردهای متوالی و افزایش کارایی شبکه می‌شود.

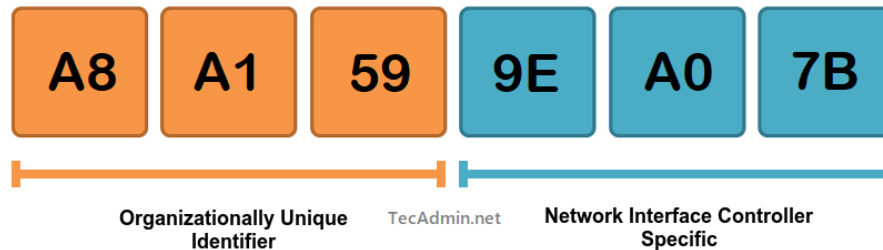


شکل ۱: CSMA/CD

۵. هر دستگاه در یک شبکه اینترنت دارای یک آدرس منحصر به فرد به نام MAC Address است که توسط شرکت سازنده بر روی کارت شبکه دستگاه تنظیم می‌شود. این آدرس یک مقدار 48-bit بوده و به صورت hexadecimal نوشته می‌شود. اولین ۲۴ بیت این آدرس نشان‌دهنده شناسه شرکت سازنده (OUI - Organizationally Unique Identifier) بوده و ۲۴ بیت بعدی به صورت یکتا برای هر دستگاه اختصاص داده می‌شود.

# MAC

## Media Access Control Address



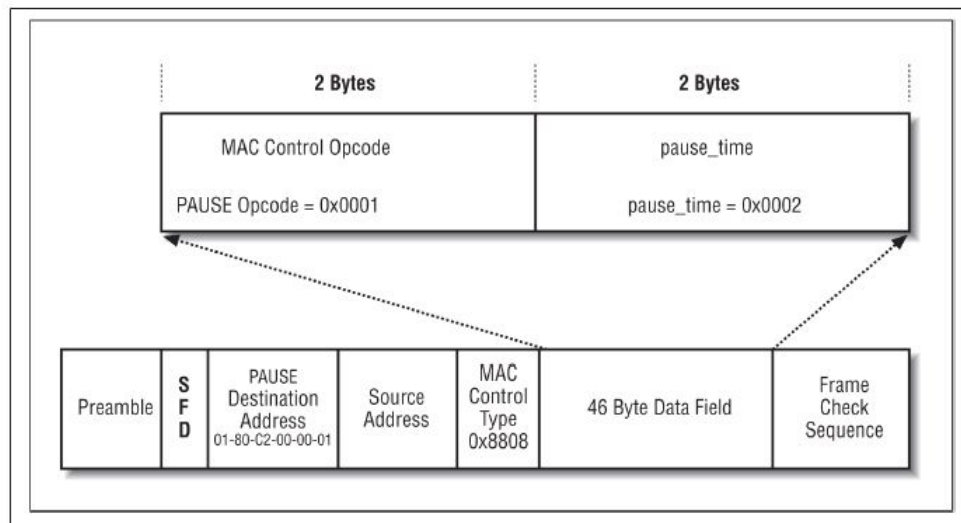
در شبکه‌های مبتنی بر اترنت، آدرس MAC برای شناسایی دستگاه‌ها و کنترل ارسال و دریافت بسته‌های داده استفاده می‌شود. هنگام ارسال داده، frame اترنت حاوی آدرس MAC فرستنده و گیرنده است تا دستگاه مقصد بتواند داده را دریافت کند. این روش باعث افزایش امنیت و جلوگیری از ارسال داده‌های نامعتبر در شبکه می‌شود.

در شبکه‌های 10BASE-T، یکی از اجزای اصلی مورد استفاده hubs هستند. Hub یک دستگاه لایه‌ی فیزیکی است که بسته‌های داده را از یک پورت دریافت کرده و آن‌ها را به تمام پورت‌های دیگر ارسال می‌کند. این ساختار باعث می‌شود که تمام دستگاه‌های متصل به hub یکسان رفتار کرده و پهنای باند میان آن‌ها به اشتراک گذاشته شود. از آنجایی که hub توانایی تشخیص دستگاه مقصد را ندارد، باعث افزایش تصادم (collision) در شبکه شده و کارایی را کاهش می‌دهد.

بر خلاف hub، یک switch در لایه‌ی دوم مدل OSI (لایه‌ی پیوند داده) کار می‌کند و می‌تواند آدرس‌های MAC را برای تصمیم‌گیری در مورد ارسال داده به کار گیرد. هر switch جدولی به نام MAC Table دارد که آدرس‌های MAC دستگاه‌های متصل به هر پورت را ذخیره کرده و داده‌ها را تنها به پورت موردنظر ارسال می‌کند. این قابلیت باعث کاهش تصادم در شبکه شده و کارایی را به میزان زیادی افزایش می‌دهد.

پروتکل (Address Resolution Protocol) ARP یکی از مهم‌ترین پروتکل‌های مورد استفاده در شبکه‌های اترنت است که وظیفه‌ی تبدیل آدرس‌های IP به آدرس‌های MAC را بر عهده دارد. هنگامی که یک دستگاه قصد ارسال داده به یک IP Address خاص را دارد، ابتدا با استفاده از ARP آدرس فیزیکی (MAC) آن دستگاه را یافته و سپس بسته را ارسال می‌کند. ARP برای عملکرد صحیح شبکه ضروری بوده و به کاهش تأخیر در ارسال داده‌ها کمک می‌کند.

۶. در Ethernet، یکی از رایج‌ترین روش‌های کنترل جریان استفاده از IEEE 802.3x Flow Control است که در ارتباطات Full-Duplex به کار می‌رود. این روش از PAUSE Frame استفاده می‌کند، که یک فریم خاص در لایه پیوند داده است و به فرستنده اطلاع می‌دهد که برای مدت معینی ارسال داده‌ها را متوقف کند. این مکانیزم به جلوگیری از ازدحام و از دست رفتن بسته‌ها در شبکه کمک می‌کند.



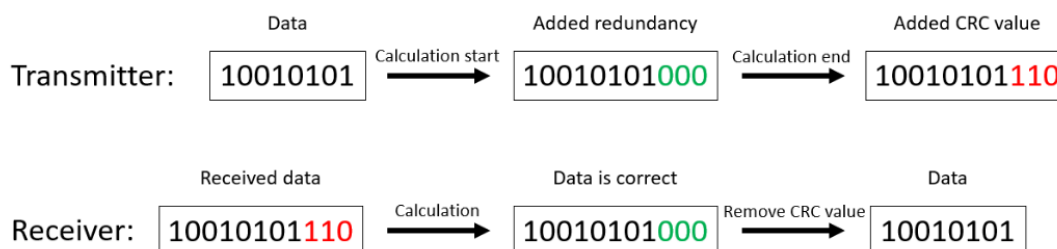
شکل ۲: Pause Frame

در ارتباطات Half-Duplex که مبتنی بر CSMA/CD هستند، کنترل جریان به طور مستقیم در دسترس نیست، اما مدیریت تصادم‌ها به نوعی کنترل جریان را فراهم می‌کند. در شبکه‌های مدرن که از Full-Duplex Switching استفاده می‌کنند، کنترل جریان مبتنی بر PAUSE Frame به بهبود عملکرد و کاهش بسته‌های ازدست‌رفته کمک می‌کند.

۷. در اینترنت، برای تشخیص خطا معمولاً از Cyclic Redundancy Check (CRC) استفاده می‌شود که یک مقدار کنترلی ۳۲ بیتی به انتهای هر فریم اضافه می‌کند. گیرنده پس از دریافت فریم، مقدار CRC را مجدداً محاسبه کرده و آن را با مقدار ارسال شده مقایسه می‌کند. در صورت عدم تطابق، فریم به عنوان یک بسته معیوب در نظر گرفته شده و حذف می‌شود.

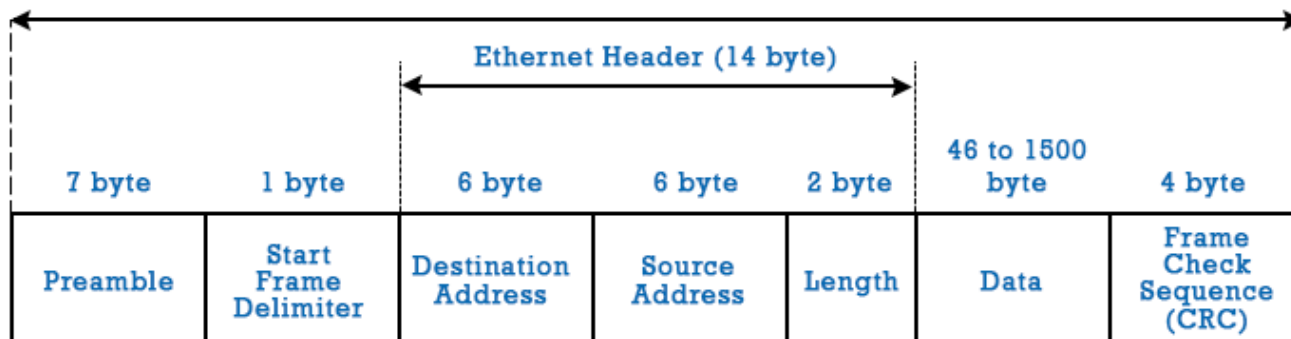
# CYCLIC REDUNDANCY CHECK

Nerd Corner



شکل ۳: CRC Code

## IEEE 802.3 Ethernet Frame Format



در روش کدگذاری Manchester که در 10BASE-T استفاده می‌شود، تشخیص خطا به کمک ویژگی‌های ذاتی این کدگذاری امکان‌پذیر است. در این روش، هر بیت به دو سطح ولتاژ تقسیم می‌شود، که باعث ایجاد یک انتقال در وسط هر بازه زمانی بیت می‌شود. این ویژگی موجب افزایش دقت همگام‌سازی و تشخیص خطا می‌شود، زیرا اگر تغییری در مکان مورد انتظار انتقال رخ ندهد، می‌توان نتیجه گرفت که خطا در انتقال داده رخ داده است. به همین دلیل، کدگذاری منچستر مقاومت بالاتری در برابر نویز دارد اما پهنای باند بیشتری نسبت به روش‌های دیگر مصرف می‌کند.

۸. تشخیص خطا در اترنت به تصحیح خطا منجر نمی‌شود، بلکه صرفاً بسته‌های دارای خطا را شناسایی کرده و آن‌ها را دور می‌اندازد. در چنین حالتی، پروتکل‌های لایه‌های بالاتر مانند TCP مسئول درخواست ارسال مجدد داده‌های از دست رفته یا معیوب هستند. در شبکه‌های مبتنی بر UDP که ارسال مجدد داده وجود ندارد، خطاهای تشخیص داده‌شده ممکن است منجر به از بین رفتن اطلاعات شوند.

۹. بسته‌های اترنت دارای ساختار مشخصی هستند که شامل بخش‌های مختلفی برای آدرس‌دهی، کنترل خطا و انتقال داده است. هر فریم اترنت از چندین قسمت تشکیل شده که هر کدام نقش خاصی در فرآیند ارتباطات شبکه‌ای ایفا می‌کنند. این ساختار به گونه‌ای طراحی شده که انتقال داده‌ها را بهینه کرده و از بروز خطا در شبکه جلوگیری کند.

هر فریم اترنت با یک بخش Preamble آغاز می‌شود که شامل ۷ بایت داده با الگوی متناوب ۱ و ۰ است. این بخش به گیرنده کمک می‌کند تا با سیگنال ارسالی همگام شود. پس از این قسمت، یک بایت به نام Start Frame Delimiter (SFD) قرار دارد که آغاز واقعی فریم را مشخص می‌کند.

بعد از SFD، فریم شامل دو فیلد آدرس است: آدرس MAC مقصد (۶ بایت) و آدرس MAC فرستنده (۶ بایت). آدرس مقصد مشخص می‌کند که بسته باید به کدام دستگاه ارسال شود و آدرس مبدأ نشان‌دهنده فرستنده بسته است. این اطلاعات برای مسیریابی و تحویل صحیح داده‌ها در شبکه ضروری است.

پس از آدرس‌ها، یک فیلد ۲ بایتی قرار دارد که می‌تواند نشان‌دهنده نوع پروتکل سطح بالاتر (EtherType) یا طول بخش داده باشد. سپس، بخش داده که حاوی اطلاعات واقعی ارسال‌شده توسط فرستنده است، قرار می‌گیرد. حداقل اندازه این قسمت ۴۶ بایت و حداکثر آن ۱۵۰۰ بایت است. در صورتی که داده کمتر از ۴۶ بایت باشد، برای رسیدن به حداقل مقدار، داده‌های اضافی (Padding) اضافه می‌شود.

در انتهای فریم اترنت، فیلد Frame Check Sequence (FCS) به طول ۴ بایت قرار دارد. این فیلد شامل مقدار CRC محاسبه‌شده است که گیرنده از آن برای تشخیص خطاهای احتمالی در فریم استفاده می‌کند. در صورتی که مقدار CRC محاسبه‌شده در گیرنده با مقدار موجود در این فیلد مطابقت نداشته باشد، فریم معیوب شناخته شده و دور انداخته می‌شود.