



# SOFTMAX

## ONLINE SCHOOL

Haque Villa, Rangamati Nir, DUET, Gazipur-1707

01784450949, 0967 8677 677

sosbd24@gmail.com

### অধ্যায়-৮

### এমবেডেড সিস্টেমের কমিউনিকেশন প্রটোকল

❖ **প্রটোকল (Protocol)** : প্রটোকল হচ্ছে এমন এক ধরনের কার্যক্রম, যা এক কম্পিউটার থেকে তথ্য প্রদানকারী Software সমূহ অন্য কম্পিউটারে প্রদান করা হয়। সহজ ভাবে বললে, প্রটোকল হলো এমন এক ধরনের রুলস বা নিয়ম কানুন, যা ডিজিটাল কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। ডিজিটাল কমিউনিকেশন করার জন্য এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসে ডাটা আদান প্রদানের প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ এক ডিভাইস থেকে আরেক ডিভাইসে যে কমিউনিকেশন করা হয় এবং তখন যে ডাটা আদান প্রদান করে থাকে সেটি হচ্ছে প্রটোকলের কাজ। অর্থাৎ প্রতিটি বিষয়বস্তু একটি নিয়মের ভিতরে চলে। সুতরাং বলা যায় এই কমিউনিকেশন সিস্টেমকে প্রটোকল নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।

এমবেডেড সিস্টেমের সিরিয়াল কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে সাধারণত চার ধরনের প্রটোকল বেশি ব্যবহৃত হয়ে থাকে। যথা :

- UART- Universal Asynchronous Receiver Transmitter.
- SPI- Serial Peripheral Interface.
- I<sup>2</sup>C – Inter Integrated Circuit.
- USB – Universal Serial Bus.

### SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

\*\* ১। কমিউনিকেশন প্রটোকল (Communication Protocol) কাকে বলে?

**উত্তর :** কমিউনিকেশন প্রটোকল হলো এমন কিছু নিয়ম কানুনের সমষ্টি, যা ডাটা কীভাবে এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসে প্রেরণ বা বিনিময় হবে তা নির্ধারণ করে।

\*\* ২। ব্লুটুথ (Bluetooth) কী?

**উত্তর :** ব্লুটুথ হলো এমন একটি Wireless Communication Protocol, যা ইলেকট্রনিক ডিভাইসগুলির মধ্যে স্বল্প পরিসরের বা স্বল্প দূরত্বের মধ্যে ডাটা আদান প্রদানে ব্যবহার হয়।

**Note: Wireless Communication :** কোনো ধরনের তার বা ক্যাবল ব্যবহার না করে দুটি ডিভাইসের মধ্যে তথ্য আদান-প্রদান করাকে wireless communication বা তারবিহীন যোগাযোগ বলা হয়। 1985 সালে Guglielmo Marconi 2. 4 কিলোমিটার দূরে একটি রিসিভার সহ একটি স্পার্ক- গ্যাপ ট্রান্সমিটার দ্বারা প্রেরিত একটি রেডিও তরঙ্গের ধারণা এবং কার্টামো প্রদর্শন করে আসছে।

**মোর্স কোড (Morse Code) :** মোর্স কোড হল একটি সাংকেতিক ভাষা যা পয়েন্ট (.) এবং ড্যাশ (-) দ্বারা প্রতিটি অক্ষর, সংখ্যা, এবং কিছু বিশেষ চিহ্ন উপস্থাপন করে। মোর্স কোডের মাধ্যমে বিভিন্ন সংকেত পাঠানো যায় এবং এটি বিভিন্ন সংকটপূর্ণ পরিস্থিতিতে ব্যবহৃত হয়। রেডিও যোগাযোগের জন্য প্রথম দিকে মোর্স কোড ব্যাপক ভাবে ব্যবহৃত হত।

এমনকি বিংশ শতাব্দীর প্রথম দিকেও টেলিগ্রাফ লাইন, সমুদ্রের নিচের কেবল এবং রেডিও সার্কিটে দ্রুতগতির যোগাযোগ মোর্স কোডের মাধ্যমে করা হত। পেশাগতভাবে পাইলট, এয়ার ট্র্যাফিক নিয়ন্ত্রণকারী, জাহাজের ক্যাপ্টেন, সামুদ্রিক স্টেশন চালনাকারীদের মোর্স কোডে খুবই ভাল দক্ষতা থাকতে হয়।

A	B	C	D	E	F	G
..	....	....	...	.	....	...
H	I	J	K	L	M	N
....	..	....	...	....	..	..
O	P	Q	R	S	T	U
---	....	....	...	...	-	...
V	W	X	Y	Z		
....	---	....	....	....		

\*\*\* ৩। RF Module কী?

**উত্তরঃ** RF এর পূর্ণরূপ Radio Frequency. ইহা একটি ছোট ইলেকট্রনিক সার্কিট, যা বিভিন্ন ফ্রিকুয়েন্সিতে রেডিও সিগন্যাল প্রেরণ এবং গ্রহণ করতে ব্যবহৃত হয়। এই মডিউল ওয়্যারলেস কমিউনিকেশনে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

\* ৪। পূর্ণরূপ লেখঃ UART, SPI, I<sup>2</sup>C, USB, RF, Wi-Fi, Tx, Rx, WiMAX.

**উত্তরঃ** UART – Universal Asynchronous Receiver Transmitter.

SPI – Serial Peripheral Interface

I<sup>2</sup>C – Inter Integrated Circuit

USB – Universal Serial Bus

RF – Radio Frequency

Wi-Fi – Wireless Fidelity

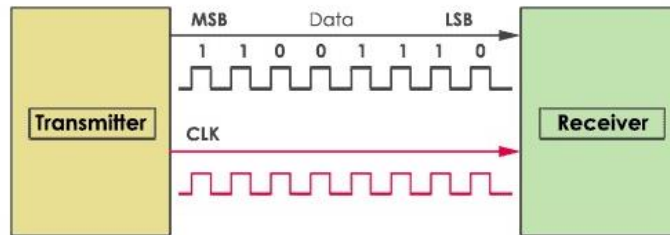
Tx – Transmit Data

Rx – Receive Data

WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access.

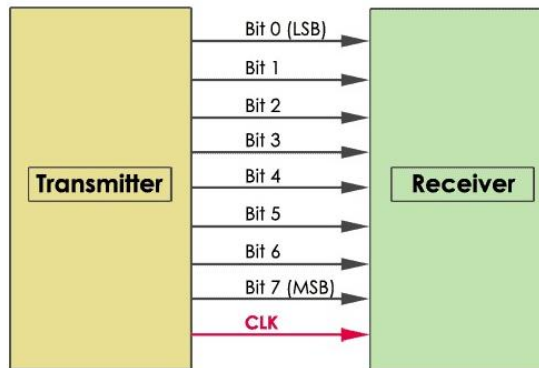
\*\*\* ৫। সিরিয়াল কমিউনিকেশন (Serial Communication) কী?

**উত্তরঃ** একটি মাত্র চ্যানেল বা ট্রান্সমিশন মিডিয়ামের মাধ্যমে একক সময়ে এক বিট করে ডাটা পাঠানোর পদ্ধতিকে সিরিয়াল কমিউনিকেশন বলে। সাধারণত দীর্ঘ দূরত্বে ডাটা পাঠানোর জন্য এ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।



\*\* ৬। প্যারালাল কমিউনিকেশন (Parallel Communication) কী?

**উত্তরঃ** একাধিক চ্যানেল বা ট্রান্সমিশন মিডিয়ামের মাধ্যমে একক সময়ে একাধিক বিট সমান্তরালভাবে পাঠানোর পদ্ধতিকে প্যারালাল কমিউনিকেশন বা সমান্তরাল যোগাযোগ বলে।



\* ৭। ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন (Wireless Communication) বলতে কী বুঝ?

**উত্তরঃ** কোনো ধরনের তার বা ক্যাবল ব্যবহার না করে দুটি ডিভাইসের মধ্যে তথ্য আদান-প্রদান করাকে wireless communication বা তারবিহীন যোগাযোগ বলা হয়।

\* ৮। সিরিয়াল কমিউনিকেশনে ব্যবহৃত প্রটোকলগুলোর নাম লেখ।

**উত্তরঃ** এমবেডেড সিস্টেমের সিরিয়াল কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে সাধারণত চার ধরনের প্রটোকল বেশি ব্যবহৃত হয়ে থাকে। যথাঃ

- UART- Universal Asynchronous Receiver Transmitter.
- SPI- Serial Peripheral Interface.
- I<sup>2</sup>C – Inter Integrated Circuit.
- USB – Universal Serial Bus.

\*\*\* ৯। UART কী?

**উত্তর :** UART এর পূর্ণরূপ Universal Asynchronous Receiver Transmitter. ইহা দুটি ডিভাইসের মধ্যে সিরিয়াল ডাটা আদান প্রদানের জন্য একটি Communication Protocol. যা উভয় দিকে ডাটা প্রেরণ ও গ্রহণে ব্যবহার করা হয়। ইহা Arduino হতে কম্পিউটারে ডাটা পাঠানো, RF Module এ ব্যবহৃত হয়।

\*\* ১০। SPI প্রটোকল কী কাজে ব্যবহৃত হয়?

**উত্তর :** SPI এর পূর্ণরূপ Serial Peripheral Interface. মাইক্রোকন্ট্রোলার ও সেন্সর, ডিসপ্লে, মেমরি ডিভাইসের মধ্যে দ্রুত গতিতে ডাটা স্থানান্তরের জন্য এই প্রটোকল ব্যবহৃত হয়।

\* ১১। I<sup>2</sup>C বলতে কী বুঝায়?

**উত্তর :** I<sup>2</sup>C এর পূর্ণরূপ Inter Integrated Circuit. এটি Multimeter ও Multislave Synchronous Serial Communication Protocol, যা SDA (Serial Data Line) এবং SCL (Serial Clock Line) এর মাধ্যমে ডাটা লেনদেন করে।

\*\* ১২। CAN প্রটোকল কোন কাজে ব্যবহৃত হয়?

**উত্তর :** CAN এর পূর্ণরূপ Controller Area Network. এটি এক ধরনের সিরিয়াল কমিউনিকেশন প্রটোকল, যা গাড়ির Electronic Control Unit গুলির মধ্যে যোগাযোগের জন্য ব্যবহৃত হয়। এতে দুইটি Line থাকে। এটি CAN H এবং অপরটি CAN L.

\* ১৩। USB প্রটোকল ব্যবহৃত হয় কেন?

**উত্তর :** USB এর পূর্ণরূপ Universal Serial Bus. এটি এমন এক ধরনের ক্যাবল প্রটোকল, যার মধ্য দিয়ে একইসাথে বিদ্যুৎ প্রবাহ এবং তথ্য আদান প্রদান হয়ে থাকে।

\*\* ১৪। RS232 প্রটোকল কী?

**উত্তর :** RS232 একটি Serial Communication Standard, যা 1960 সালে সিরিয়াল কমিউনিকেশনের ট্রান্সমিশনের জন্য চালু করা হয়েছিল। ইহা কম্পিউটার এবং বিভিন্ন পেরিফরাল ডিভাইসের মধ্যে ডাটা স্থানান্তরের জন্য ব্যবহৃত হয়। RS232 Port কে COM বা Comms পোর্টও বলা হয়ে থাকে।

\* ১৫। Zigbee কী?

**উত্তর :** Zigbee হলো IEEE 802.15.4 ভিত্তিক Wireless Communication Protocol, যা অল্প দূরত্বের অ্যাপ্লিকেশনের জন্য ব্যবহৃত হয়। ইহা Bluetooth এর মতো এক ধরনের Radio Protocol.

**SOS** সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

\* ১। কমিউনিকেশন প্রটোকলের প্রকারভেদ লেখ।

**উত্তর :** কমিউনিকেশন প্রটোকলকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা :

- i) Inter System Protocol এবং
- ii) Intra System Protocol.

১) **Inter System Protocol** : দুটি ডিভাইসের মধ্যে যোগাযোগ স্থাপনের জন্য এই ধরনের Protocol ব্যবহৃত হয়। ইহা বিভিন্ন ধরনের হতে পারে। যেমন :

- i) USB – Universal Serial Bus
- ii) UART – Universal Asynchronous Receiver Transmitter
- iii) USART – Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter

২) **Intra System Protocol** : সার্কিট বোর্ডের উপাদানগুলোর মধ্যে যোগাযোগ স্থাপনে এই ধরনের Protocol ব্যবহৃত হয়। ইহা বিভিন্ন ধরনের হতে পারে। যেমন :

- i) I<sup>2</sup>C – Inter Integrated Circuit
- ii) SPI – Serial Peripheral Interface
- iii) CAN – Controller Area Network

**\*\* ২। UART প্রটোকলের ব্যবহার লেখ।**

**উত্তর :** UART প্রটোকলের ব্যবহার নিম্নরূপ :

- i) সিরিয়াল পোর্টের মাধ্যমে ডাটা স্থানান্তরে।
- ii) Baud Rate তৈরিতে।
- iii) Wireless Data Communication বাস্তবায়নে।
- iv) Bluetooth Module এ।
- v) GPS Module এ।

**Note: GPS:** GPS এর পূর্ণরূপ Global Positioning System. যার বাংলা অর্থ বিশ্বজনীন অবস্থায়-নির্ণয়ক ব্যবস্থা। যে ডিভাইসের মাধ্যমে ইন্টারনেট ব্যবহার করে কোনো স্থান, রাজ্য ঘাটের অবস্থান, নিজের অবস্থান ইত্যাদি সম্পর্কে জানা যায়, তাকে GPS বলে। ইহা Global Navigation Satellite System, যার মাধ্যমে আমরা আমাদের অবস্থানের বিষয়ে জানতে পারি। যুক্তরাষ্ট্রের প্রতিরক্ষা মন্ত্রণালয় কর্তৃক ১৯৭০ এর দশকের শুরুর দিকে এই প্রযুক্তি উদ্ভাবিত হয়।

**\* ৩। I<sup>2</sup>C কমিউনিকেশন প্রটোকলের ব্যবহার লেখ।**

**উত্তর :** I<sup>2</sup>C কমিউনিকেশন প্রটোকলের ব্যবহার নিম্নরূপ :

- i) LCD Display নিয়ন্ত্রণে।
- ii) স্বল্প দূরত্বের কমিউনিকেশনে মাইক্রোকন্ট্রোলারের সাথে নিম্নগতির পেরিফেরাল IC সংযুক্ত করতে।
- iii) সেন্সর, ডিসপ্লে এবং বিভিন্ন পেরিফেরালের সাথে কমিউনিকেশনে।
- iv) সেন্সর, অ্যাকচুয়েটর এবং বিভিন্ন ডিভাইসগুলোকে নিয়ন্ত্রণে।
- v) বিমানের এভিওনিক্স সিস্টেমে।
- vi) স্যাটেলাইট যোগাযোগ ব্যবস্থায়।
- vii) কম গতির ADC ও DAC এ।

**\* ৪। কমিউনিকেশন প্রটোকলের গুরুত্ব বা প্রয়োজনীয়তা লেখ।**

**উত্তর :** প্রটোকল হচ্ছে এমন এক ধরনের কার্যক্রম, যা এক কম্পিউটার থেকে তথ্য প্রদানকারী Software সমূহ অন্য কম্পিউটারে প্রদান করা হয়। সহজ ভাবে বললে, প্রটোকল হলো এমন এক ধরনের রুলস বা নিয়ম কানুন, যা ডিজিটাল কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। ডিজিটাল কমিউনিকেশন করার জন্য এক ডিভাইস থেকে অন্য ডিভাইসে ডাটা আদান প্রদানের প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ এক ডিভাইস থেকে আরেক ডিভাইসে যে কমিউনিকেশন করা হয় এবং তখন যে ডাটা আদান প্রদান করে থাকে সেটি হচ্ছে প্রটোকলের কাজ। অর্থাৎ প্রতিটি বিষয়বস্তু একটি নিয়মের ভিতরে চলে। সুতরাং বলা যায় এই কমিউনিকেশন সিস্টেমকে প্রটোকল নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।

এমবেডেড সিস্টেমের সিরিয়াল কমিউনিকেশনের ক্ষেত্রে সাধারণত চার ধরনের প্রটোকল বেশি ব্যবহৃত হয়ে থাকে। যথা :

- i) UART- Universal Asynchronous Receiver Transmitter.
- ii) SPI- Serial Peripheral Interface.
- iii) I<sup>2</sup>C – Inter Integrated Circuit.
- iv) USB – Universal Serial Bus.

**\*\* ৫। ওয়্যারলেস কমিউনিকেশনের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।**

**উত্তর :** ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন বিভিন্ন ধরনের হতে পারে। যেমন :

- i) স্যাটেলাইট কমিউনিকেশন (Satellite Communication)
- ii) ইনফ্রারেড কমিউনিকেশন (Infrared Communication)
- iii) মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন (Microwave Communication)
- iv) ব্রডকাস্ট রেডিও (Broadcast Radio)
- v) ওয়াই-ফাই (Wi-Fi)
- vi) মোবাইল কমিউনিকেশন সিস্টেমস (Mobile Communication Systems)
- vii) ব্লুটুথ টেকনোলজি (Bluetooth Technology)
- viii) ইনফ্রারেড টেকনোলজি (Infrared Technology)
- ix) ওয়্যারলেস পাওয়ার ট্রান্সফার (Wireless Power Transfer)
- x) গ্লোবাল পজিশনিং সিস্টেম (Global Positioning System-GPS)

**\*\* ৬। Bluetooth Module বলতে কী বুঝ?**

**উত্তর :** **Bluetooth Module** : ব্লুটুথ হলো এমন একটি Wireless Communication Protocol, যা ইলেকট্রনিক ডিভাইসগুলির মধ্যে স্বল্প পরিসরের বা স্বল্প দূরত্বের মধ্যে ডাটা আদান প্রদানে ব্যবহার হয়। ইহা ব্যবহার করে মূলত ১০ থেকে ১০০ মিটারের মধ্যে যেকোনো ডিভাইসের সাথে যোগাযোগ প্রতিষ্ঠা করা যায়। যেকোনো Electronic Device এ যেমন মোবাইল ফোন, ল্যাপটপ, ডেক্সটপ, হোম থিয়েটার, হেডফোন ইত্যাদি খুব সহজেই Bluetooth সংযোগ করা যায়। Radio Signal এর মাধ্যমে মূলত Bluetooth যোগাযোগ প্রতিষ্ঠা করে। যা 2.45 GHz এ কাজ করে। ইহা একসাথে আটটি ডিভাইসের মধ্যে যোগাযোগ স্থাপন করতে পারে। এর মাধ্যমে তৈরি নেটওয়ার্ককে PAN (Personal Area Network) বলা হয়।

নোদারল্যান্ডের বিখ্যাত কালেক্টরেট ইঞ্জিনিয়ার Jaap Haartsen 1990 সালে Ericsson কোম্পানির মাধ্যমে Bluetooth আবিষ্কার করেন। পরবর্তীতে ডেনমার্কের রাজা হেরাল্ড ব্লুটুথ এর নামানুসারে এই উন্নত প্রযুক্তির নামকরণ করা হয়।

**\*\* ৭। ব্লুটুথ মডিউলের বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।**

**উত্তর :** ব্লুটুথ মডিউলের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ :

- ১ থেকে ১০০ মিটারের মধ্যে তার ছাড়াই দুটি ডিভাইসের মধ্যে যোগাযোগ প্রতিষ্ঠা করতে পারে।
- 2.45 GHz ফ্রিকুয়েন্সিতে সিগন্যাল আদান প্রদান করে।
- একসাথে আটটি ডিভাইস পর্যন্তও কানেক্ট করা যায়।
- পাওয়ার অপচয় তুলনামূলক কম।
- ডাটা স্থানান্তর গতি তুলনামূলক কম।
- মাইক্রোকন্ট্রোলার বা অন্যান্য ডিভাইসের সাথে খুব সহজেই ইন্টারফেসিং করা যায়।

**\* ৮। RF Module এর বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।**

**উত্তর :** RF Module এর বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ :

- এর ট্রান্সমিটার 433 MHz ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যাল তৈরি করে।
- আনুমানিক ১৫ ফুট দূরত্ব পর্যন্ত কাজ করতে পারে।
- রিসিভার সাপ্লাই কারেন্ট 3.5 mA হয়ে থাকে।
- রিসিভার অপারেটিং ভোল্টেজ 5V.
- পাওয়ার খরচ কম।
- কম সময়েই তৈরি করা যায়।

**\*\* ৯। RF Module এর প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।**

**উত্তর :** RF Module এর প্রয়োগক্ষেত্র নিম্নরূপ :

- Wireless Alarm
- Industrial Remote Control
- Smart Sensor Application
- Wireless Home Automation System
- Remote Control
- Access Control System
- Wireless Data Control
- Digital Audio/Video Transmission
- Wireless Fire Protection System ইত্যাদি।

**\*\* ১০। সিরিয়াল কমিউনিকেশনের একটি প্রোগ্রাম লেখ।**

**উত্তর :** মনে করি, Arduino1 এবং Arduino2 এর মধ্যে সিরিয়াল কমিউনিকেশন করতে হবে। যেখানে Arduino1 (Sender) এর Tx পিনকে Arduino2 (Receiver) এর Rx পিনের সাথে এবং Arduino1 এর Rx পিনকে Arduino2 এর Tx পিনের সাথে সংযোগ প্রদান করতে হবে। দুটি Arduino এর GND পিনকে একসাথে সংযুক্ত করতে হবে।

**Arduino1 এর Sender Code:**

```
void setup ( )
{
    Serial.begin (9600);    // Baud Rate
}
```

```

void loop ( )
{
    Serial.println ( " Hello Abdur Rahman ");
    delay (1000);
}

```

### Arduino2 এর Receiver Code:

```

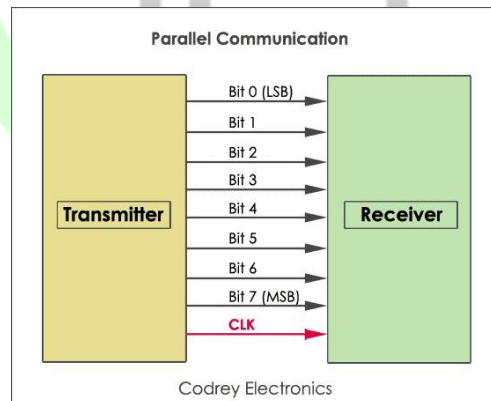
void setup ( )
{
    Serial.begin (9600);      // Baud Rate
    Serial.println ( " Ready to Receive ");    // Initialize Serial Monitor
}
void loop ( )
{
    if (Serial. available ( ) > 0)
    {
        String S = Serial.readStringUntil ( " \n ");
        Serial.println ( " Received : " + S);
    }
}

```

**SOS** রচনামূলক প্রশ্নোত্তর :

\*\*\* ১। UART এর ব্লক ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা কর।

**উত্তর :** UART এর পূর্ণরূপ Universal Asynchronous Receiver Transmitter. এটি এক ধরনের Serial Communication Interface বা Protocol, যা সিরিয়াল ডাটা প্রেরণ ও গ্রহণ করতে পারে। ইহা অ্যাসিঙ্ক্রোনাসভাবে ডাটা ট্রান্সমিট করে। অর্থাৎ ট্রান্সমিটিং UART থেকে প্রাপ্ত UART দ্বারা বিটের স্যাম্পলিং পর্যন্ত বিটের আউটপুট সিনক্রোনাইজ করার জন্য কোনো Clock Pulse এর প্রয়োজন হয় না। ইহা Clock Pulse এর পরিবর্তে ডাটা প্যাকেটের সাথে Start bit এবং Stop bit যুক্ত করে। এই বিটগুলি দ্বারা ডাটা প্যাকেটের শুরু এবং শেষ বুঝায়।



UART তে চারটি পিন বিদ্যমান। যথা :

- VCC: Power Supply Pin. যা সাধারণত 3.3 V এ কাজ করে।
- GND: Ground Pin
- RX: Receive Data. ডাটা গ্রহণে এই পিন ব্যবহৃত হয়।
- TX: Transmit Data প্রেরণে এই পিন ব্যবহৃত হয়।

চিত্র হতে UART 1 হতে UART 2 তে ডাটা ট্রান্সমিশনের জন্য দুইটি লাইন প্রয়োজন। একটি Transmission Line এবং Reception Line. UART 1 এর TX Pin টি UART 2 এর RX এবং UART 2 এর TX পিনটি UART 1 এর RX Pin bit, মূল Data, Parity bit এবং Stop bit নিয়ে গঠিত।

দুটি ডিভাইসের Transmission এবং Reception Line হাই থাকা অবস্থায় বুঝায় যে লাইন ফ্রি বা Idle আছে।

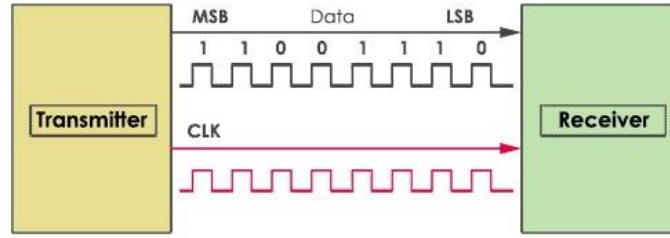


START bit এ Transmission Line টি Low হয়ে যায়। এরপর মূল ডাটা Transmission শুরু হয়। মূল ডাটাটি 5 থেকে 9 বিট পর্যন্ত হয়ে থাকে। Parity bit টি Error Detection এর ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। সর্বশেষে Stop bit এর Transmission Line টি High হয়ে গেলে ডাটা প্রেরণ সমাপ্ত হয়।

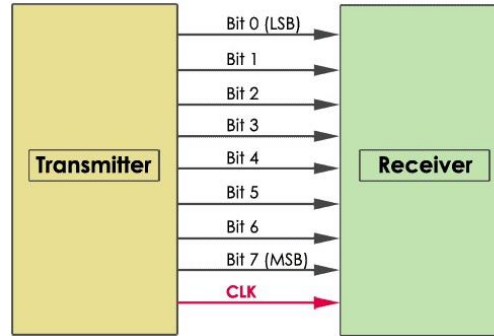
**\*\* ২। কমিউনিকেশনের জন্য একাধিক মাইক্রোকন্ট্রোলারকে ইন্টারফেসিং করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।**

**উত্তর :** একাধিক মাইক্রোকন্ট্রোলারকে ইন্টারফেসিং করার জন্য বিভিন্ন ধরনের পদ্ধতি রয়েছে। নিম্নে কয়েকটি পদ্ধতি বর্ণনা করা হলো-

- i) **সিরিয়াল কমিউনিকেশন (Serial Communication) :** সিরিয়াল কমিউনিকেশন হলো একটি কমিউনিকেশন চ্যানেল এর মাধ্যমে পর্যায়ক্রমে একক সময়ে এক বিট করে ডাটা পাঠানোর প্রক্রিয়া। এর মাধ্যমে দুটি মাইক্রোকন্ট্রোলার থেকে কম্পিউটারের তথ্য পাঠাতেও সিরিয়াল কমিউনিকেশনের প্রয়োজন হয়। বিভিন্ন GSM Module, GPS Module, RFID Reader ইত্যাদি সিরিয়াল কমিউনিকেশনের মাধ্যমেই মাইক্রোকন্ট্রোলারের সাথে তথ্য আদান-প্রদান করে। এই কমিউনিকেশনে বিভিন্ন ধরনের প্রটোকল যেমন UART, SPI, I<sup>2</sup>C ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। এই সকল প্রটোকল ব্যবহার করে মাইক্রোকন্ট্রোলার দিয়ে IMS ভিত্তিক লোড কন্ট্রোল, Vehicle Tracking System, RFID আঙ্গুলের ছাপভিত্তিক Attendance System ইত্যাদি তৈরি করা হয়।



- ii) **প্যারালল কমিউনিকেশন (Parallel Communication) :** যে ট্রান্সমিশনে ডেটার সবগুলো বিট ভিন্ন ভিন্ন লাইন ব্যবহার করে একসাথে সমান্তরালভাবে আদান প্রদান করা হয় তাকে প্যারালল ডেটা ট্রান্সমিশন বলে। এই পদ্ধতিতে ডেটা বিট ভিন্ন ভিন্ন লাইনের মধ্যে দিয়ে একই সাথে পাঠানো হয়ে থাকে। প্যারালল ট্রান্সমিশনে ডেটা সাধারণত ৮ বিট, ১৬ বিট বা ৩২ বিট ইত্যাদি উপায়ে চলাচল করতে পারে।



- iii) **ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন (Wireless Communication) :** কোনো প্রকার তার ব্যবহার না করেই তথ্য আদান-প্রদান বা যোগাযোগ করার পদ্ধতিতে ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন বলে। এতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ বা সিগন্যাল ব্যবহার করা হয়। এ কমিউনিকেশন সিস্টেমে একাধিক ডিভাইসের মধ্যে কোনো ধরনের তারের সংযোগ ছাড়াই ডাটা ট্রান্সফার করা যায়। এ সিস্টেমে কয়েক মিটার থেকে শুরু করে কয়েক লক্ষ কিলোমিটার পর্যন্ত বিস্তৃত এলাকায় কার্যকরী হতে পারে। বিভিন্ন ধরনের ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন প্রটোকল রয়েছে। যেমন : Infrared, Bluetooth, Wi-Fi, WIMAX ইত্যাদি। উদাহরণস্বরূপ, একটি স্মার্টফোনের সাথে যোগাযোগ করতে ব্লুটুথ ব্যবহার করা যায়, যা কমন্ড পাঠাতে বা ডাটা প্রদর্শন করতে পারে। একটি ওয়েব সার্ভারের সাথে যোগাযোগ করতে WiFi ব্যবহার করা যায়, যা ইন্টারনেট থেকে ডাটা সংরক্ষণ বা পুনরুদ্ধার করতে পারে। একটি দূরবর্তী সেন্সর বা অ্যাকচুয়েটরের সাথে যোগাযোগ করতে LoRa ব্যবহার করা যায়, যা কম শক্তিতে দীর্ঘ দূরত্বে কাজ করতে পারে। ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন ব্যবহার করতে সেন্সর বা অ্যাকচুয়েটরকে একটি ওয়্যারলেস মডিউল বা শিল্ডের সাথে সংযুক্ত করতে হবে, যা এমবেডেড সিস্টেমের মাইক্রোকন্ট্রোলারের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ এবং প্রোগ্রামিং-এর কোডে ব্লুটুথ, ওয়াইফাই বা LoRa লাইব্রেরি ব্যবহার করতে হবে।

- iv) **CAN BUS :** CAN এর পূর্ণরূপ Controller Area Network. এটি একটি কমিউনিকেশন প্রোটোকল, যা স্বয়ংচালিত এবং ইন্ডাস্ট্রিয়াল অ্যাপ্লিকেশনগুলোতে ব্যবহৃত হয়। এটি যোগাযোগের একটি নির্ভরযোগ্য এবং শক্তিশালী পদ্ধতি। তবে এটির জন্য বিশেষ হার্ডওয়্যারের প্রয়োজন হয়। মাইক্রোকন্ট্রোলারে CAN বাস প্রোটোকল ব্যবহার করতে একটি CAN কন্ট্রোলার এবং একটি CAN ট্রান্সসিভার প্রয়োজন। CAN কন্ট্রোলার হলো এমন একটি চিপ, যা প্রোটোকলের লজিক এবং সময় পরিচালনা করে। অন্যদিকে CAN ট্রান্সসিভার হলো এমন একটি চিপ, যা ডিজিটাল সিগন্যালকে বাসের ডিফারেনশিয়াল ভোল্টেজে রূপান্তর করে। এই প্রোটোকলটি রবার্ট বোশ দ্বারা তৈরি করা হয়েছে। CAN প্রোটোকল অটোমোবাইলে অত্যধিক ওয়্যারিং দূর করতে ব্যবহৃত হয়। এই প্রোটোকলটি হোস্ট কম্পিউটারের উপস্থিতি দূর করার জন্য এবং মাইক্রোকন্ট্রোলার এবং অন্যান্য ডিভাইসগুলির একে অপরের সাথে যোগাযোগ করা সহজ করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। প্রাথমিকভাবে, CAN প্রোটোকলটি যানবাহনের মধ্যে যোগাযোগের সমস্যা সমাধানের জন্য ডিজাইন করা হয়েছিল। কিন্তু CAN এর বৈশিষ্ট্যগুলির কারণে, এই প্রোটোকলটি এখন বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

\*\*\* ৩। বিভিন্ন কমিউনিকেশন সিস্টেমে ব্যবহৃত একটি এমবেডেড সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম বর্ণনা কর।

**উত্তরঃ** এমবেডেড সিস্টেমে ব্যবহৃত যে সকল কমিউনিকেশন প্রটোকলসমূহ ব্যবহৃত হয়, তাদের প্রত্যেকেরই নিজস্ব সুবিধা এবং অসুবিধা রয়েছে। এমবেডেড সিস্টেমে ব্যবহৃত কমিউনিকেশন সিস্টেমকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথাঃ

১) তারযুক্ত কমিউনিকেশন সিস্টেম (Wired Communication System) এবং

২) তারবিহীন কমিউনিকেশন সিস্টেম (Wireless Communication System)

১) **তারযুক্ত কমিউনিকেশন সিস্টেমঃ** এক ডিভাইস হতে অন্য ডিভাইসে ডেটা আদান-প্রদানের জন্য প্রেরক ও প্রাপক উভয়ের মধ্যে একটি সংযোগ স্থাপন করা প্রয়োজন। এই সংযোগকে Channel বা মাধ্যম বলে। এক্ষেত্রে প্রেরক ও প্রাপকের মধ্যে যদি Cable বা তারের মাধ্যমে সংযোগ স্থাপন করা হয়, তাহলে এই ধরনের মাধ্যমকে Wired Media বলে।

ডেটা কমিউনিকেশনে তারযুক্ত মাধ্যমকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথাঃ

i) Co-axial Cable

ii) Twisted Pair Cable

iii) Fiber Optic Cable

তারযুক্ত কমিউনিকেশন সিস্টেম কে আবার দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথাঃ

i) সিরিয়াল কমিউনিকেশন এবং

ii) প্যারালল কমিউনিকেশন

i) **সিরিয়াল কমিউনিকেশনঃ** সিরিয়াল কমিউনিকেশন হলো একটি কমিউনিকেশন চ্যানেল এর মাধ্যমে পর্যায়ক্রমে একক সময়ে এক বিট করে ডাটা পাঠানোর প্রক্রিয়া। এর মাধ্যমে দুটি মাইক্রোকন্ট্রোলার থেকে কম্পিউটারের তথ্য পাঠাতেও সিরিয়াল কমিউনিকেশনের প্রয়োজন হয়। বিভিন্ন GSM Module, GPS Module, RFID Reader ইত্যাদি সিরিয়াল কমিউনিকেশনের মাধ্যমেই মাইক্রোকন্ট্রোলারের সাথে তথ্য আদান-প্রদান করে। এই কমিউনিকেশনে বিভিন্ন ধরনের প্রটোকল যেমন UART, SPI, I<sup>2</sup>C ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। এই সকল প্রটোকল ব্যবহার করে মাইক্রোকন্ট্রোলার দিয়ে IMS ভিত্তিক লোড কন্ট্রোল, Vehicle Tracking System, RFID আঙ্গুলের ছাপভিত্তিক Attendance System ইত্যাদি তৈরি করা হয়।

ii) **প্যারালল কমিউনিকেশনঃ** যে ট্রান্সমিশনে ডেটার সবগুলো বিট ভিন্ন ভিন্ন লাইন ব্যবহার করে একসাথে সমান্তরালভাবে আদান প্রদান করা হয় তাকে প্যারালল ডেটা ট্রান্সমিশন বলে। এই পদ্ধতিতে ডেটা বিট ভিন্ন ভিন্ন লাইনের মধ্যে দিয়ে একই সাথে পাঠানো হয়ে থাকে। প্যারালল ট্রান্সমিশনে ডেটা সাধারণত ৮ বিট, ১৬ বিট বা ৩২ বিট ইত্যাদি উপায়ে চলাচল করতে পারে।

২) **তারবিহীন কমিউনিকেশন সিস্টেমঃ** কোনো প্রকার তার ব্যবহার না করেই তথ্য আদান-প্রদান বা যোগাযোগ করার পদ্ধতিকে ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন বলে। এতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ বা সিগন্যাল ব্যবহার করা হয়। এ কমিউনিকেশন সিস্টেমে একাধিক ডিভাইসের মধ্যে কোনো ধরনের তারের সংযোগ ছাড়াই ডাটা ট্রান্সফার করা যায়। এ সিস্টেমে কয়েক মিটার থেকে শুরু করে কয়েক লক্ষ কিলোমিটার পর্যন্ত বিস্তৃত এলাকায় কার্যকরী হতে পারে। বিভিন্ন ধরনের ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন প্রটোকল রয়েছে। যেমনঃ Infrared, Bluetooth, Wi-Fi, WIMAX ইত্যাদি। উদাহরণস্বরূপ, একটি স্মার্টফোনের সাথে যোগাযোগ করতে ব্লুটুথ ব্যবহার করা যায়, যা কমান্ড পাঠাতে বা ডাটা প্রদর্শন করতে পারে। একটি ওয়েব সার্ভারের সাথে যোগাযোগ করতে WiFi ব্যবহার করা যায়, যা ইন্টারনেট থেকে ডাটা সংরক্ষণ বা পুনরুদ্ধার করতে পারে। একটি দূরবর্তী সেন্সর বা অ্যাকচুয়েটরের সাথে যোগাযোগ করতে LoRa ব্যবহার করা যায়, যা কম শক্তিতে দীর্ঘ দূরত্বে কাজ করতে পারে। ওয়্যারলেস কমিউনিকেশন ব্যবহার করতে সেন্সর বা অ্যাকচুয়েটরকে একটি ওয়্যারলেস মডিউল বা শিল্ডের সাথে সংযুক্ত করতে হবে, যা এমবেডেড সিস্টেমের মাইক্রোকন্ট্রোলারের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ এবং প্রোগ্রামিং-এর কোডে ব্লুটুথ, ওয়াইফাই বা LoRa লাইব্রেরি ব্যবহার করতে হবে।

তারবিহীন কমিউনিকেশন সিস্টেম বিভিন্ন ধরনের হতে পারে। যেমনঃ

i) **Infrared:** ইনফ্রারেড হলো একধরনের ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক বা তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গ যার তরঙ্গদৈর্ঘ্য লাল রঙের চেয়ে সামান্য বেশি। ইনফ্রারেড কে বাংলায় অবলোহিত আলো নামে অবহিত করা হয়। ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক স্কেলে ইনফ্রারেড এর অবস্থান দৃশ্যমান লাল রঙের পরে এবং মাইক্রোওয়েভের আগে। ইনফ্রা অর্থ পরে। লাল রঙের চেয়ে একটু পরে অবস্থান বলে একে ইনফ্রারেড বলে। এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 700 nm (Nano Meter) হতে 1 mm (Mili Meter) পর্যন্ত। সাধারণ উত্তপ্ত বস্তু ইনফ্রারেড আলো নিঃসরণ করে। এ কারণে ইনফ্রারেড আলোর অনেক ব্যবহার রয়েছে। সিসিটিভি রাতের অন্ধকারে এই আলো ব্যবহার করে দৃশ্য স্পষ্ট দেখার জন্য। নাইট ভিশন ক্যামেরা এবং রিমোট কন্ট্রোলেও এটি ব্যবহার করা হয়। টিভির রিমোটের সামনের ক্ষুদ্র বাল্বটি মোবাইলের ক্যামেরার সামনে ধরে রিমোটের কোনো একটি কি প্রেস করলে ক্যামেরাতে বাল্বটি জ্বলতে দেখা যাবে। এর কারণ অধিকাংশ ক্যামেরাতে ইনফ্রারেড সংবেদী সেন্সর থাকে।

ii) **Bluetooth:** ব্লুটুথ হলো এমন একটি Wireless Communication Protocol, যা ইলেকট্রনিক ডিভাইসগুলির মধ্যে স্বল্প পরিসরের বা স্বল্প দূরত্বের মধ্যে ডাটা আদান প্রদানে ব্যবহার হয়। ইহা ব্যবহার করে মূলত ১০ থেকে ১০০ মিটারের মধ্যে যেকোনো ডিভাইসের সাথে যোগাযোগ প্রতিষ্ঠা করা যায়। যেকোনো Electronic Device এ যেমন মোবাইল ফোন, ল্যাপটপ, ডেক্সটপ, হোম থিয়েটার, হেডফোন ইত্যাদি খুব সহজেই Bluetooth সংযোগ করা যায়। Radio Signal এর মাধ্যমে মূলত Bluetooth যোগাযোগ প্রতিষ্ঠা করে। যা 2.45 GHz এ কাজ করে। ইহা একসাথে আটটি ডিভাইসের মধ্যে যোগাযোগ স্থাপন করতে পারে। এর মাধ্যমে তৈরি নেটওয়ার্ককে PAN (Personal Area Network) বলা হয়।



- iii) **Wi-Fi:** ওয়াইফাই এর অর্থ হল wireless fidelity। এটি তারবিহীন একটি প্রযুক্তি যা হাই স্পিড রেডিও সিগন্যাল দিয়ে পরিচালিত হয়। প্রযুক্তির এই যুগে মানুষের কাজের জন্য দ্রুতগতির এই WiFi ব্যবহার এখন সময়ের প্রয়োজন। কারন, আমাদের দৈনন্দিন কাজে ডাটা শেয়ারিং আর দ্রুতগতির ইন্টারনেট খুবই জরুরী। ওয়ায়লেস লোকাল এরিয়া নেটওয়ার্ক (WLAN) এর স্ট্যান্ডার্ড হল IEEE 802.11. ১৯৯৭ সালে জন ওসুললিভান (John O'sullivan) WiFi এর আবিষ্কারক। তারবিহীন এই আবিষ্কার মানুষকে এক নতুন যুগের দাড় গোড়ায় পৌঁছে দিয়েছে। যার জন্য সমগ্র বিশ্ব এক গ্রামে রূপান্তরিত হয়েছে।
- iv) **Wi MAX:** তারবিহীন দ্রুতগতির ইন্টারনেটকে সর্বত্র ও সব সময় সাধারণ মানুষের কাছে সহজলভ্য করার উদ্দেশ্যে সৃষ্ট উচ্চ গতির ওয়ায়লেস নেটওয়ার্কই হচ্ছে ওয়াইম্যাক্স। WiMAX হচ্ছে Worldwide Interoperability for Microwave Access এর সংক্ষিপ্তরূপ। এটি একটি টেলিযোগাযোগ প্রযুক্তি, যার মূল উদ্দেশ্য হচ্ছে পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট থেকে শুরু করে পূর্ণাঙ্গ মোবাইল সেলুলার ইত্যাদি বিভিন্ন রকমের তারবিহীন তথ্য আদানপ্রদান করা। মূলত IEEE 802.16 স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী এটি প্রণীত হচ্ছে। WiMAX নামটি দিয়েছে ওয়াইম্যাক্স ফোরাম। ২০০১ সালে স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী প্রযুক্তিটির বাস্তবায়ন করার উদ্দেশ্যে ওয়াইম্যাক্স ফোরাম প্রতিষ্ঠিত হয়।
- v) **Zigbee:** এই ওয়ায়লেস কমিউনিকেশন প্রোটোকলটি সাধারণত হোম অটোমেশন সিস্টেম, স্মার্ট এনার্জি সিস্টেম এবং ইন্ডাস্ট্রিয়াল কন্ট্রোল সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়। এটি দীর্ঘ দূরত্বে ডিভাইসগুলোর মধ্যে নির্ভরযোগ্য যোগাযোগ ব্যবস্থা এবং একটি সিঙ্গেল নেটওয়ার্কের সাথে সংযুক্ত একাধিক ডিভাইস পরিচালনা করতে পারে। জিগবি প্রোটোকলটি IEEE 802.15.4 স্ট্যান্ডার্ডের উপর ভিত্তি করে তৈরি করা হয়েছে, এটি 2.4 GHz এ কাজ করে।

**\*\* ৪।** টেম্পারেচার সেন্সরের সাহায্যে তাপমাত্রার মান নির্ণয়ের প্রোগ্রাম লেখ।

**উত্তরঃ** টেম্পারেচার সেন্সরের সাহায্যে তাপমাত্রার মান নির্ণয়ের প্রোগ্রামটি নিম্নরূপঃ

```
float temp;
int tempPin = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  temp = analogRead(tempPin);           // read analog volt from sensor and save to variable temp
  temp = temp * 0.48828125;             // convert the analog volt to its temperature equivalent
  Serial.print("TEMPERATURE = ");
  Serial.print(temp);                   // display temperature value
  Serial.print("*C");
  Serial.println();
  delay(1000);                          // update sensor reading each one second }
```

**\*\* ৫।** লাইট সেন্সর (LDR) ব্যবহার করে আলোর তীব্রতা পরিমাণের প্রোগ্রাম লেখ।

**উত্তরঃ** লাইট সেন্সর (LDR) ব্যবহার করে আলোর তীব্রতা পরিমাণের প্রোগ্রামটি নিম্নরূপঃ

```
#include<LiquidCrystal.h>
int relay= 13;
LiquidCrystal lcd (12,11,5,4,3,2);
void setup(){
  pinMode (relay, OUTPUT);
  lcd.begin(16,2);
  lcd.print ("Ldr out =")

}
void loop ()
int ldr = analogRead(A0);
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print(ldr);

if(ldr>200) {                          //if intensity is HIGH
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.print("High intensity ");
```

```
digitalWrite(relay,HIGH); //LED Remains OFF
}
else { //ELSE if Light intensity is LOW LED will Remain On
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Low intensity ");
digitalWrite(relay,LOW); //LED Turn ON LDR Value is less than 100
}
Delay (1000); //Reads value after every 1 sec
}
```

### অনুশীলনী

**SOS**

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **Bluetooth Module** গুলি কত ফ্রিকুয়েন্সিতে কাজ করে?

**উত্তর :** Bluetooth Module গুলি সাধারণত 2.4 GHz কাজ করে।

**Note:** 1 GHz = 1000 MHz, 1 MHz = 1000 KHz, 1KHz = 1000 Hz.

২। **Bluetooth Module** গুলির সর্বোচ্চ রেঞ্জ কত?

**উত্তর :** Bluetooth Module গুলির সর্বোচ্চ রেঞ্জ 100m হয়ে থাকে।

**SOS**

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **SPI** কমিউনিকেশন প্রটোকলের ব্যবহার লেখ।

**উত্তর :** SPI এর পূর্ণরূপ Serial Peripheral Interface. এটি এক ধরনের সিরিয়াল কমিউনিকেশন প্রটোকল, যা একটি মাইক্রোকন্ট্রোলার এবং এক বা একাধিক পেরিফেরাল ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (ICs) এর মধ্যে স্বল্প দূরত্বের যোগাযোগের সুবিধার্থে সাধারণত কম্পিউটার ও ইমবেডেড সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়।

১। একটি এমবেডেড সিস্টেমে কমিউনিকেশন সিস্টেমের প্রকারভেদ লেখ।

**উত্তর :** এমবেডেড সিস্টেমে কমিউনিকেশন সিস্টেমকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা :

- ১) Wired Communication System
  - i) Serial Communication System
  - ii) Parallel Communication System
- ২) Wireless Communication System

যেমন : Infrared, Bluetooth, Wi-Fi, Wi-MAX, Zigbee ইত্যাদি।

SOFTMAX  
ONLINE SCHOOL