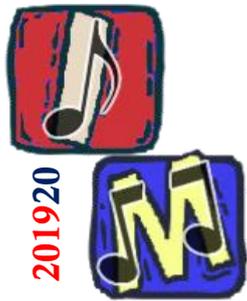


Formati Audio

Parte 2

Prof. Filippo Milotta
milotta@dmi.unict.it



MIDI (1983)

- MIDI: *Musical Instrument Digital Interface*
- Protocollo standard per la comunicazione tra dispositivi hardware
 - Oggi si orienta verso applicazioni multimediali
- Con MIDI si intendono 3 aspetti:
 - **Protocollo** (le regole)
 - **Interfaccia** (l'hardware)
 - **Formato** (SMF: Standard MIDI File)

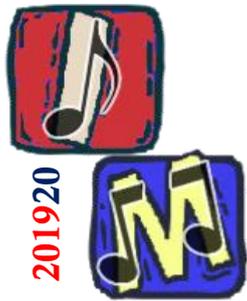


1983 – Nascita di MIDI

(dal blocco di slide 0)

- Musical Instrument Digital Interface (MIDI)
- Il MIDI rappresenta un linguaggio comune per far dialogare fra loro computer, sintetizzatori e altro hardware





1985 – Atari rilascia ST (dal blocco di slide 0)

- L'Atari ST aveva porte MIDI



- Negli anni '80 era il computer più richiesto da ogni musicista





Principi di definizione

- Necessità di far comunicare sintetizzatori musicali di case produttrici diverse
 - Rappresentazioni diverse
 - Sincronizzazione del flusso dati
 - Velocità di trasmissione fissate
 - Segnali temporizzati di sincronizzazione

- Protocollo MIDI, un esempio operativo:
 1. Performance musicale
 2. Codifica dati MIDI
 3. Trasferimento (o memorizzazione)
 4. Decodifica e sintetizzazione



Principi di definizione

- **Sequencer**
 - E' un sistema di registrazione ed esecuzione
 - Dotato di memoria programmabile
 - Consente l'editing

- Per i sequencer, il MIDI è il protocollo standard per la memorizzazione dei suoni

- Il MIDI ha solo un controllo indiretto sul suono
 - La qualità timbrica dipende dal modulo di sintesi



Principi di definizione

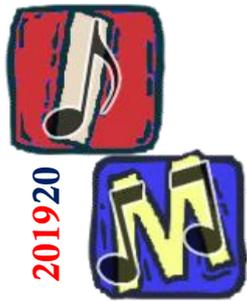
Un esempio per analogia

- Il compositore di musica
 - Una partitura fornisce le istruzioni per gli esecutori
 - (come il protocollo MIDI)
 - La sintesi del suono dipende però dai gesti degli esecutori stessi e dalla qualità degli strumenti a loro disposizione



Tipi di informazione

- Canali (da 1 a 16)
 - Implementano il concetto di **strumento**
 - Timbri differenziabili simultaneamente
 - Tutti i messaggi indirizzati a un canale vengono associati allo stesso timbro
- Tracce (da 1 a n)
 - Implementano concetti come **partiture** e **mixing**
 - Permettono una distinzione logica, di contenuto
 - Es.: un brano per due pianoforti, le varie voci in un brano per un singolo pianoforte, distinguere melodia e accompagnamento

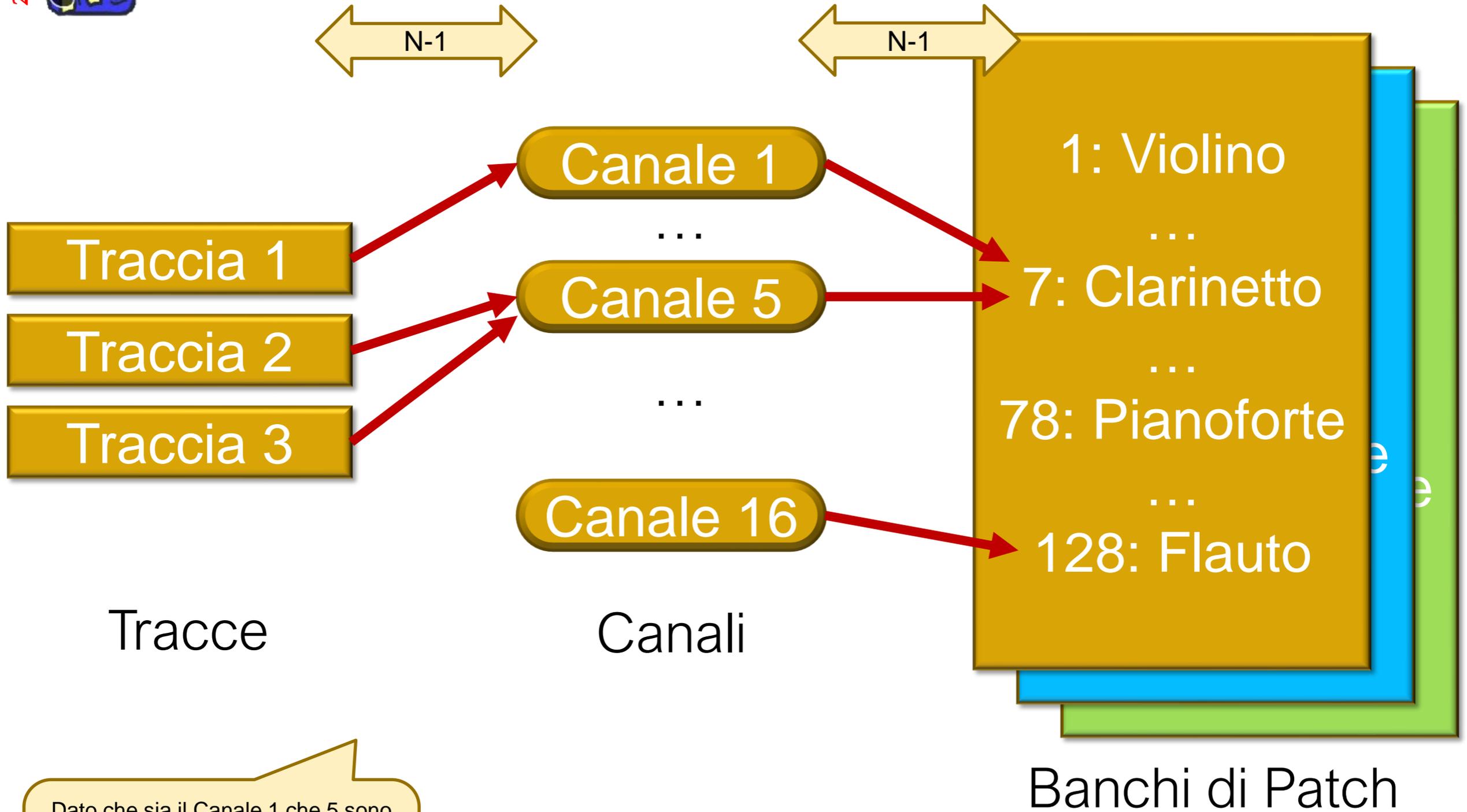


Tipi di informazione

- Patch (da 1 a 128)
 - Implementano il concetto di **timbro**
- Banchi (da 1 a n)
 - Permettono di **incrementare il numero di patch** disponibili (128 è un numero basso)
- Relazioni N-a-1 fra
 - Tracce-Canali
 - Canali-Patch



Tracce, canali, patch, banchi



Dato che sia il Canale 1 che 5 sono associati al timbro Clarinetto, perché potrebbe avere senso associare le tracce 1, 2, e 3 a canali diversi invece che allo stesso?



Tipi di informazione

■ Nota

- L'esecuzione di una nota viene codificata mediante due messaggi di inizio e fine
 - **Note On – Note Off**
- La **velocity** caratterizza la velocità di completamento della fase di inizio e fine
- L'**aftertouch** indica eventuali variazioni nella pressione
 - Vedi effetto **Tremolo**
- Il **pitch** indica l'altezza di una nota, con **128** valori possibili
 - Più che sufficienti per un pianoforte (88 tasti)

In che modo velocity e volume sono correlati?



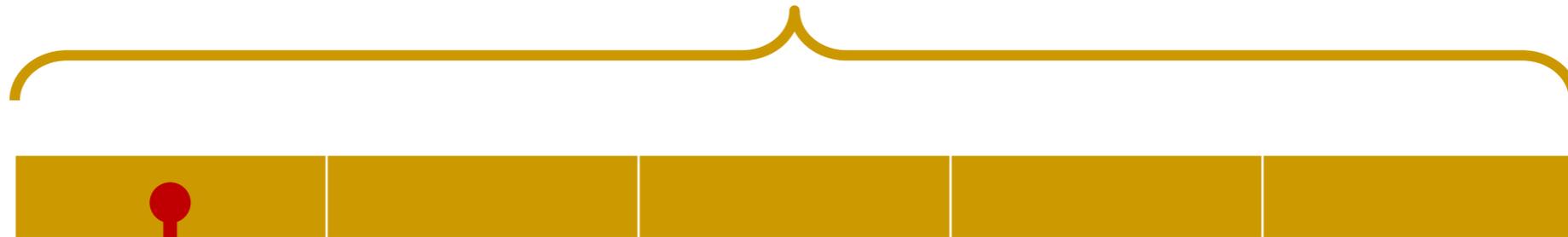
Informazione temporale

- Ogni dispositivo MIDI è dotato di un **clock** per ordinare i messaggi
- L'unità di misura base sono i **tick**
 - I tick sono anche detti **Parti-Per-Quarto (PPQ)**
 - Variabile da 24 a 4096
(sempre un **multiplo o potenze di 2**)
 - I PPQ non sono un'unità di misura assoluta, ma un'unità relativa alla definizione di Quarto
- Il numero di Quarti in un minuto è indicato dai **Beat-Per-Minuto (BPM)**
 - Variabile da 40 a 240



Informazione temporale

BPM (1 minuto)



Quanto dura 1 tick?



Tick (PPQ)



Informazione temporale

■ Esercizio: Quanto dura 1 tick?

□ BPM = 120

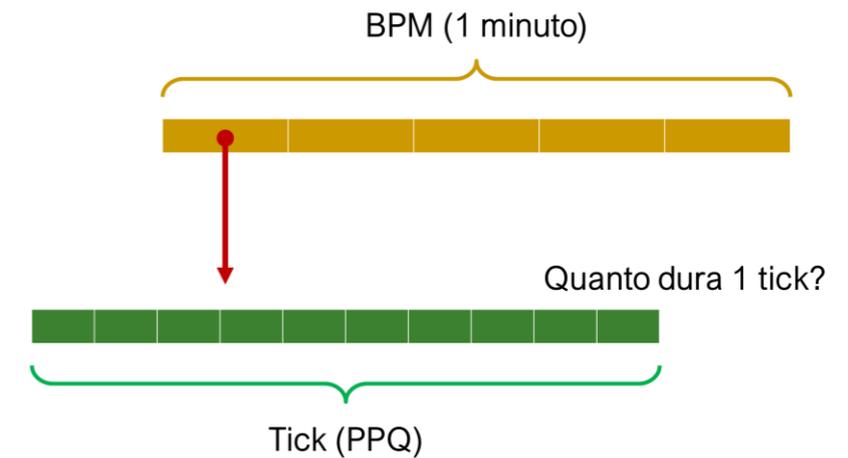
□ PPQ = 24

□ Durata di un beat

■ $60 \text{ secondi} / 120 \text{ beat-per-minuto} = 0,5 \text{ secondi}$

□ Durata di un tick

■ $0,5 \text{ secondi-per-beat} / 24 \text{ PPQ} = 0,02 \text{ secondi}$

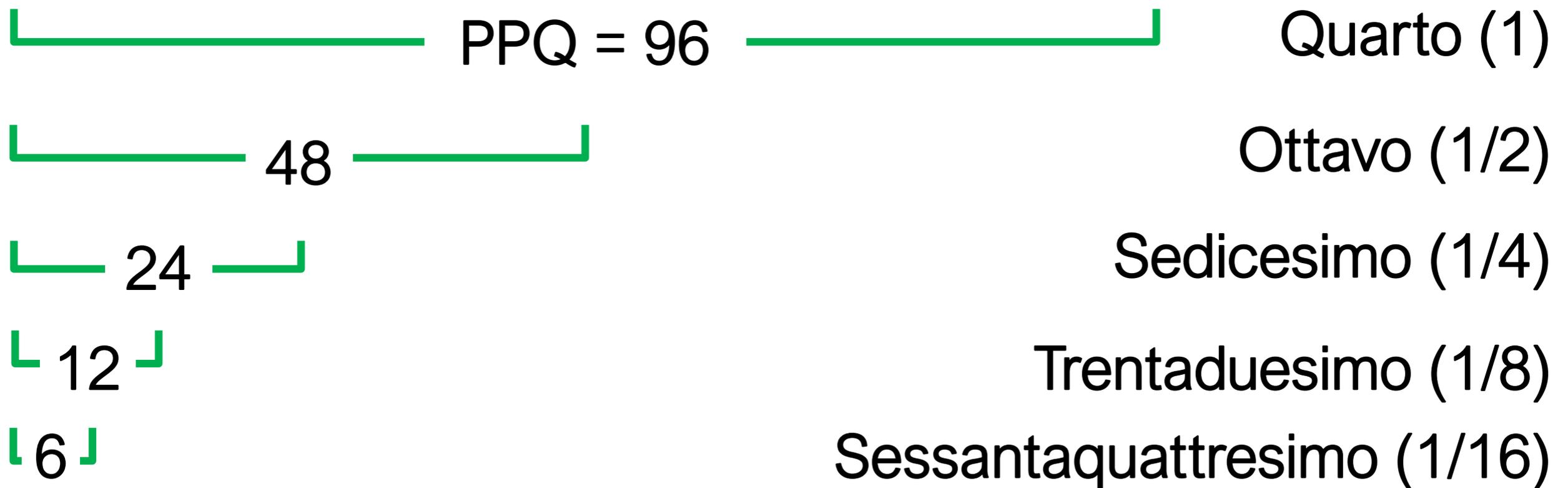




Informazione temporale Division e Risoluzione

Paragonabile al campionamento:
una division più alta sarebbe
come avere più campioni a
disposizione per segnalare degli
eventi all'interno del Quarto

- La grandezza del PPQ è detta ***Division***
- Maggiore è la Division, maggiore sarà la risoluzione temporale possibile





Informazione temporale Division e Risoluzione

- Ma se dovessi rappresentare, ad esempio, 3 note per Quarto, avrei davvero bisogno di 96 parti?

┌────────────────── PPQ = 96 ───────────────────┐ Quarto (1)



Informazione temporale

Division e Risoluzione

- Ma se dovessi rappresentare, ad esempio, 3 note per Quarto, avrei davvero bisogno di 96 parti (tick)? → No, ne basterebbero meno



Potremmo fare lo stesso con $PPQ = 6$, ma non con $PPQ = 3$.
Perché?
(→ slide 12)



Protocollo MIDI

Struttura generale dei messaggi

- I messaggi MIDI sono sequenze di parole di 10 bit, ma poiché il primo e l'ultimo indicano inizio e fine della parola possiamo considerare parole di 8 bit (1 byte)

Start	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	Bit 8	Stop
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------



Protocollo MIDI

Struttura generale dei messaggi

- Il primo bit serve a distinguere fra
 - Bit1=1 → **Status byte**
 - Identificano le tipologie di messaggi
 - Bit1=0 → **Data byte**
 - Contengono i parametri dei messaggi





Protocollo MIDI

Struttura generale dei messaggi

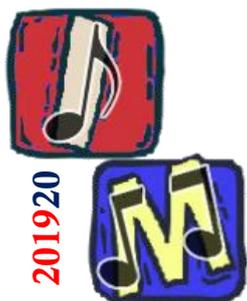
- Gli Status Byte possono essere di 2 tipi:
 - **Messaggi di canale**
 - Operazioni come produzione di una nota, cambio timbro
 - **Messaggi di sistema**
 - Operazioni come timing, sincronizzazione, specifiche
 - Il Nibble 1 identifica quale dei 2 tipi
 - Da 000 a 110 → Channel Message
 - 111 → System Message





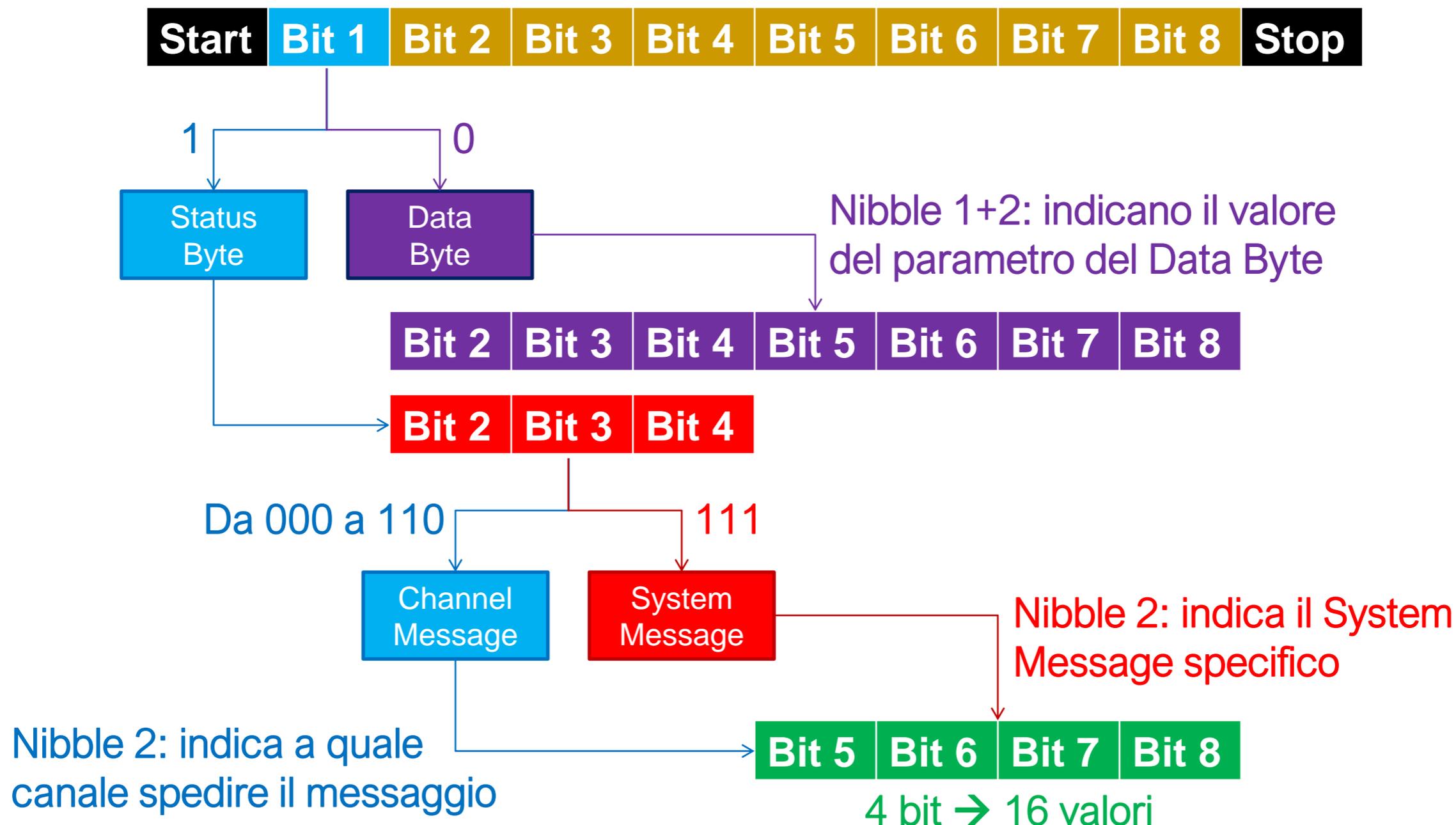
Tipologia dei messaggi MIDI

- Message Type
 - **Channel Message** (singolo canale)
 - ***Voice Message***
 - Cosa deve suonare uno strumento
 - ***Mode Message***
 - Comportamento rispetto ai Voice Message
 - **System Message** (tutto il sistema)
 - ***Common Message***
 - ***Real Time Message***
 - ***Exclusive Message***



Protocollo MIDI

Schema riassuntivo dei messaggi





Channel Voice Message

Note On



- Indica di suonare una nota
- Il Nibble 2 ha 4 bit \rightarrow 16 canali possibili
- Il Data Byte ha 7 bit a disposizione (Ni1+Ni2)
- 2 Data Byte:
 - 128 valori possibili per pitch
 - 128 valori possibili per velocity



Channel Voice Message

Note Off



- Indica di smettere di suonare una nota
- Equivale ad un Note On con $velocity = 0$
 - Ottimizzazione:
 - Sostituire la coppia NoteOn+NoteOff con
 - Un solo NoteOn seguito da 2 coppie di Data Byte
 - La seconda coppia avrà $velocity = 0$



Channel Voice Message

Channel Pressure (Aftertouch)



- Indica il **tremolo**
- Il Nibble 2 ha 4 bit → 16 canali possibili
- 1 Data Byte
 - Tipicamente si applica a tutte le note (pitch) attive
 - 128 valori possibili per variazione di pressione



Channel Voice Message Pitch Bend Change (Vibrato)



- Indica il vibrato
- Il Nibble 2 ha 4 bit → 16 canali possibili
- 2 Data Byte
 - 128x128 valori possibili per variazione di frequenza



Channel Voice Message Program Change

Errata Corrige:
Il libro riporta erroneamente il Nibble 1 pari a 110, mentre la definizione corretta per il Program Change è 100



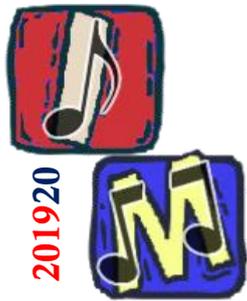
- Usati per il cambio timbro
- Usato per qualsiasi esigenza di indicizzazione
- Il Nibble 2 ha 4 bit → 16 canali possibili
- Il Data Byte ha 7 bit a disposizione (Ni1+Ni2)
 - 128 indici possibili



Channel Voice Message Control Change



- Si riferiscono a vari eventi:
 - Controllo del fiato, pedale di sostegno, pan, cambio di banco di filtri
- Il Nibble 2 ha 4 bit → 16 canali possibili
- 2 Data Byte
 - 128x128 valori possibili
 - Es.: DataByte#1 : 00000000 ← Cambio Banco
DataByte#2 : 00000100 ← Banco numero 4



System Message

- **Common Message**
 - **MIDI Time Code (MTC) Quarter Frame**
 - Per avere un riferimento temporale assoluto
 - **Song Position Pointer**
 - Indicizza all'interno di una song (insieme di messaggi)
 - **Song Select**
 - Seleziona una song
 - **Tune Request**
 - Richiesta di verifica di accordatura (poco usato)



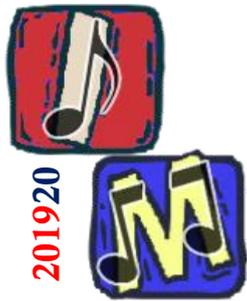
System Message

- **Real Time Message**
 - **MIDI Clock**
 - Per avere un riferimento temporale relativo
 - **Start / Continue / Stop**
 - Gestione attivazione dei sistemi MIDI
 - **Active Sensing**
 - Mantiene aperta la connessione fra due device
 - **System Reset**
 - Reimposta la configurazione del device



System Message

- **Exclusive Message (SysEx)**
 - Utilizzati dai costruttori per specificare informazioni relative ai loro prodotti
 - Sono gli unici messaggi ad avere 2 Status Byte
 - Se non riconosciuti dai device vengono ignorati
- Anche se il Nibble 2 potrebbe indicizzare 16 System Message, ne sono stati definiti solo 11 (c'è spazio per altri 5)



Evoluzioni del MIDI

- General MIDI (GM, o GM1)
 - Miglioramento della gestione delle patch (timbri)
- General Standard (GS) – Roland
 - Aggiunto il messaggio per cambiare banco
- Standard XG – Yamaha
 - Aggiunta di ulteriori patch (timbri)