

**NTP** -> NETWORK TIME PROTOCOL -> SI OCCUPA DI SINCRONIZZAZIONE DEGLI OROLOGI A LIVELLO DI RETE (RFC DI RIFERIMENTO: 5905)

IL NOSTRO COMPUTER ANCORA NON CONNESSO ALLA RETE HA UNA SUA CAPACITÀ DI CONTARE LO SCORRERE DEL TEMPO, ATTRAVERSO UN OROLOGIO (CLOCK)

- ALL'INTERNO DEL NOSTRO SISTEMA ABBIAMO UN PROCESSORE, AL CUI INTERNO ABBIAMO UN CLOCK, TIPICAMENTE CON UNA FREQUENZA ELEVATA
- I PROCESSORI SONO OTTIMIZZATI PER CERCARE DI RIDURRE IL CONSUMO DI CORRENTE, PER RIDURRE LA DISSIPAZIONE DI CALORE ECC. -> GRAZIE ALLE **FREQUENZE DI CLOCK VARIABILI**
- **NON È IL CLOCK DELLA CPU CHE USIAMO PER MISURARE IL TEMPO**

QUINDI IL CLOCK USATO PER MISURARE IL TEMPO È SEPARATO DAL PROCESSORE, INTEGRATO NELLA SCHEDA MADRE, E FUNZIONA COME UN OROLOGIO (GENERALMENTE AL QUARZO)

- LA VELOCITÀ CON CUI ACCEDIAMO A QUESTO OROLOGIO POTREBBE NON ESSERE SUFFICIENTE PER OTTENERE UN'INDICAZIONE DELL'ORA ESATTA
  - QUINDI : DIFETTO DEL **CLOCK HARDWARE DEL SISTEMA** -> LENTEZZA -> POSSIBILE ERRORE
- PER OVVIARE A QUESTO PROBLEMA: SI LEGGE DALL'OROLOGIO FISICO SOLO UNA VOLTA AL BOOT, POI L'ORA VIENE SALVATA IN RAM E IL SISTEMA OPERATIVO USA UN CLOCK VIRTUALE
- USA ANCHE UN **alarm clock**, UTILIZZATO IN MODALITÀ DI AGGIORNAMENTO DELL'OROLOGIO VIRTUALE -> L'alarm clock LANCIAGLI INTERRUPT A CADENZE REGOLARI PER CAMBIARE IL CLOCK VIRTUALE, INCREMENTANDO DI 1

### **CONNETTENDO LA MACCHINA ALLA RETE :**

MACCHINA CLIENT SI CONNETTE AD UN SERVER (NTP), MANDO UNA RICHIESTA, E IL SERVER RISPONDE CON L'ORA ESATTA. POI CLIENT CONFRONTA L'ORA RICEVUTA DAL SERVER CON L'OROLOGIO INTERNO, E SE L'ORARIO DELL'OROLOGIO È SBAGLIATO LO AGGIUSTA

- UNA COMUNICAZIONE DI TIPO CLIENT-SERVER, BASATA SU PROTOCOLLO UDP

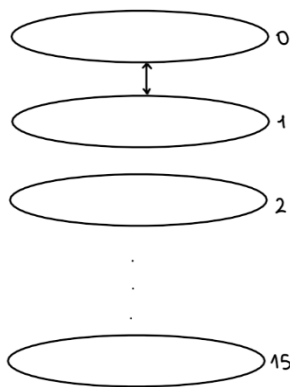
### **COME FA IL SERVER AD AVERE UN ORARIO PIÙ PRECISO DEL NOSTRO?**

LA PRECISIONE NEGLI OROLOGI MECCANICI DIPENDE DALLA TEMPERATURA, DALLE CONDIZIONI AMBIENTALI ECC. CHE CAMBIA LA GEOMETRIA E QUINDI L'OSCILLAZIONE DEL BILANCIERE; ANCHE NEGLI OROLOGI AL QUARZO LA FREQUENZA DI OSCILLAZIONE PUÒ VARIARE IN BASE ALLA TEMPERATURA

- POSSO STUDIARE IL FENOMENO E CORREGGERE LA FREQUENZA IN BASE ALLA TEMPERATURA

L'OROLOGIO MIGLIORE È L'**OROLOGIO ATOMICO**, BASATO SUL DECADIMENTO RADIOATTIVO, FENOMENO FISICO CHE NON DIPENDE DALLE CONDIZIONI AMBIENTALI

NTP HA UNA STRUTTURA GERARCHICA, LA CUI IDEA È QUELLA DI POTER IDENTIFICARE DIVERSI TIPI DI RIFERIMENTO DEL TEMPO, CHIAMATI STRATO, NUMERATI DA 0 A 15 (DA MASSIMO LIVELLO DI PRECISIONE A MINIMO LIVELLO DI PRECISIONE)



STRATO 0 -> OROLOGIO ATOMICO

STRATO 1 -> COMPUTER COLLEGATO DIRETTAMENTE CON UN OROLOGIO ATOMICO (CON RETE LOCALE); PUÒ FUNZIONARE COME SERVER

STRATO 2 -> COMPUTER DISTANTE COLLEGATO A INTERNET, PUÒ FUNZIONARE COME SERVER

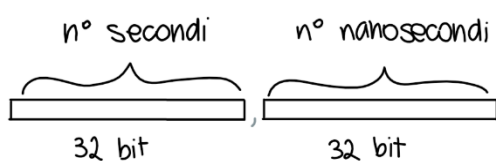
STRATO 3 -> COMPUTER COLLEGATO AD UN COMPUTER DI STRATO 2

**STRATO n -> COMPUTER COLLEGATO AD UN COMPUTER DI STRATO n-1**

UN CLIENT SI PUÒ COLLEGARE A QUALSIASI STRATO PARTENDO DALL' 1, OVVIAMENTE SI PREFERISCONO QUELLI DI LIVELLO PIÙ BASSO IN QUANTO PIÙ PRECISI

**POSSIBILITÀ DI FUNZIONARE SIA COME CLIENT CHE COME SERVER** -> PEER-TO-PEER -> P2P

LA **RAPPRESENTAZIONE DEL TEMPO** SECONDO NTP È OTTENUTA IN UN MODO SIMILE ALLA RAPPRESENTAZIONE DEL TEMPO NEL SISTEMA UNIX, USANDO DUE PAROLE DA 32 BIT: UNA RAPPRESENTA IL NUMERO DI SECONDI, L'ALTRA IN NUMERO DI NANOSECONDI. IL NUMERO È RAPPRESENTATO COME UN NUMERO RAZIONALE, CON LA VIRGOLA TRA LA PRIMA E LA SECONDA PAROLA. L'**EPOCA** CI DICE QUANTO VALE IL VALORE ZERO, OSSIA IL PUNTO DI PARTENZA DI QUESTO CONTATORE.



NEL CASO DEL PROTOCOLLO NTP LA RAPPRESENTAZIONE È QUELLA **UTC** (UNIVERSAL TIME COORDINATE) A PARTIRE DA EPOCH -> 01/01/1900. IL MASSIMO NUMERO RAPPRESENTABILE PRIMA DELL'OVERFLOW È FINO AL 2038.

NELLA CONVENZIONE UNIX (SIMILE MA LEGGERMENTE DIVERSA) CAMBIANO DUE COSE:

- IL NUMERO HA UN SEGNO CHE CI PERMETTE DI TORNARE INDIETRO RISPETTO ALL'EPOCA
- L'EPOCA È IL 01/01/1970, OSSIA LA DATA DI NASCITA PRESUNTA DEL SISTEMA UNIX
- INOLTRE, ANCHE NEL SISTEMA UNIX C'È UN PROBLEMA DI OVERFLOW E SI PUÒ RAPPRESENTARE FINO AL 2032/2036 (NON LO SA NEMMENO LUI)

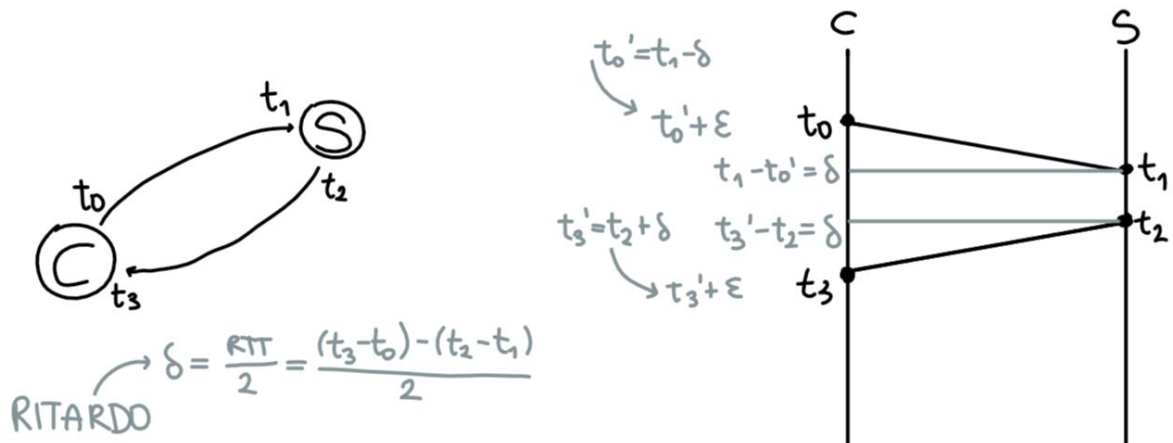
DOPO LA DATA LIMITE, SI VUOLE AUMENTARE IL NUMERO DI BIT A DISPOSIZIONE, PASSANDO AD UNA RAPPRESENTAZIONE SU 64 + 64 BIT.

RICHIEDO L'ORA AD UN SERVER (CON PROTOCOLLO UDP -> NON È DETTO CHE RICEVO)

**TIMESTAMP** -> MARCA TEMPORALE

PREPARO UN MESSAGGIO CON L'ORA CHE SEGNA IL MIO OROLOGIO (TIMESTAMP  $T_0$ ), IL SERVER, SE RICEVE LA RICHIESTA, APPENA LA RICEVE INSERISCE DIRETTAMENTE IL SUO TIMESTAMP ( $T_1$ ), POI SE RISPONDE APPLICA UN SECONDO TIMESTAMP ( $T_2$ ) E APPENA IL MESSAGGIO ARRIVA A DESTINAZIONE IL CLIENT AGGIUNGIAMO SUBITO UN ULTERIORE TIMESTAMP ( $T_3$ )

- $T_0$  E  $T_3$  DERIVANO DALL'OROLOGIO DEL CLIENT E  $T_1$  E  $T_2$  DERIVANO DALL'OROLOGIO DEL SERVER

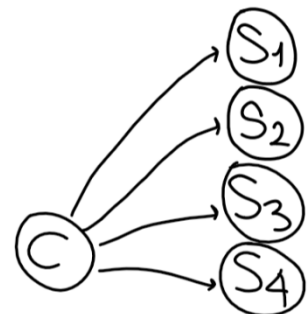


- $T_0$  : INDICAZIONE SBAGLIATA DEL MIO OROLOGIO RIGUARDO ALL'ISTANTE DI PARTENZA DEL MESSAGGIO
- $T_1$  : VERO ORARIO DI ARRIVO DELLA RICHIESTA
- $T_2$  : VERO ORARIO DI PARTENZA DELLA RICHIESTA
- $T_3$  : FALSO ORARIO DI RICEZIONE DELLA RISPOSTA (PERCHÉ IL CLIENT HA L'OROLOGIO SBAGLIATO)
- RTT -> ROUND TRIP TIME

PER RICEVERE UN'INDICAZIONE AFFIDABILE DOBBIAMO RICHIEDERE PER UN CERTO NUMERO DI VOLTE FINO A RACCOLGERE UNA STATISTICA SIGNIFICATIVA.

**IN UNA SITUAZIONE REALISTICA DELL'IMPLEMENTAZIONE DEL NTP:**

PARTO CON UN'INDICAZIONE DI UNA CERTA QUANTITÀ DI SERVER NTP CHE POSSONO ESSERE CONTATTATI; HO UN ELENCO DI SERVER CHE POSSO CONTATTARE, DEVO FARE PIÙ RICHIESTE AI VARI SERVER (CHE POSSONO ESSERE DI QUALSIASI LIVELLO). IL TUTTO VIENE ORGANIZZATO IN CICLI: NEL PRIMO CICLO LANCIO LA RICHIESTA, ASPETTO PER UN



TEMPO PREDEFINITO E RACCOLGO LE RISPOSTE FINO A QUEL TEMPO; PASSO AL CICLO SUCCESSIVO. POSSIAMO PARTIRE CON UNA CERTA FREQUENZA (ESEMPIO UNA RICHIESTA AL MINUTO), CONTINUO PER TOT MINUTI: DOPO TOT CICLI HO RACCOLTO UNA STATISTICA, SULLA QUALE MI POSSO BASARE PER TOGLIERE DALLA LISTA DEI SERVER CHE NON RISPONDONO NEL TEMPO ECC.

CONTROLLO IL CONTENUTO DELLE RISPOSTE, CALCOLO IL ROUND TRIP TIME, e cercherò di tenere chi ha un RTT costante ed eliminare quelli che ne hanno uno variabile. CALCOLO POI L'errore dei server, e in base a quello controllo l'affidabilità dei vari server (esempio: se 5 server dicono che l'orologio è indietro di 1 minuto, e un server dice che l'orologio è avanti di un minuto, quest'ultimo sarà sbagliato). CONTINUO FINO A QUANDO NON TROVO I SERVER PIÙ AFFIDABILI e a quel punto aggiusto il mio tempo in base ai più affidabili: a questo punto sono sincronizzata con questo server, e quindi non devo più "testarlo" ad ogni ciclo.