**SMART Objective**: Effectiveness of the Slotted Random-Access Network Protocol

**KPI** (what defines the performances of the protocol):

* throughput,
* packet delay,
* percentage of loss packets (due to overflow in the queues)
* network traffic
* (compatibility with real-time Application = percentage of deadline not respected)

**Factors**:

* **N couples** of Tx-Rx,
* **C number of channels**,
* probability **p** (probability of sending a packet in the current timeslot),
* **lambda rate** of the exponential distribution,
* Tx and Rx **buffer size**
* (**Deadline** for real-time application)
* **time slot**

**Assumptions**:

* Pure Slotted (packets can only be sent at the beginning of the time-slot),
* One slot Packet Length,
* No bit errors in the channel,
* No trasmission delay in the channel (=> speed of an electromagnetic wave on air is very close to c. With a distance of 2km from the transmitter to the receiver, the transmission delay is in the order of some ns, so we choose to not considere trasmission delay)
* FIFO queues with limited capacity (=> maybe M/M/1/C)
* Tx and Rx always synchronized
* After an eventual collision the packet will change its channel choice randomly

**Implementation in Omnet++**:

* **Transmitter**: campo nextArrivalTime per capire se arriverà pacchetto nel prossimo time slot. Campo verrà ricalcolato nel caso di più pacchetti nello stesso time slot
* Channel: vector<PacketMsg\*> per capire se c’è stata collisione in un canale

**Implementazione protocollo**

**TRANSMITTER**

1. Il **Transmitter** viene riattivato **all’inizio di ogni timeslot** da parte del **Channel** tramite dei messaggi di **ACK**/**NACK** (nel caso in cui il Transmitter abbia inviato un pacchetto nel timeslot precedente al Channel), oppure semplici **messaggi di sincronizzazione**. Esso pertanto effettuerà le seguenti azioni:
   1. Nel caso abbia ricevuto un **ACK** può cancellare dalla propria coda il messaggio in testa. Nel caso abbia ricevuto un **NACK → backoff:** il Transmitter non tenterà più di inviare pacchetti per un determinato tempo, ma continuerà a ricevere pacchetti da mandare al Channel.
   2. ~~Schedula gli istanti di arrivo dei nuovi pacchetti a~~ **~~partire dall’istante di ultima ricezione~~** ~~finchè l’istante di arrivo del nuovo pacchetto non supererà il tempo corrente (ovvero l’inizio del timeslot). Se gli istanti di arrivo sono precedenti al tempo corrente, I pacchetti verranno effettivamente inseriti (se lo spazio lo permette) nella coda.~~
   3. Nel caso **la coda sia non vuota e non sia in backoff**, il **Transmitter** proverà ad inviare il pacchetto in testa alla coda nel canale.
      1. In caso di successo nel tentativo di trasmissione, il **Transmitter** invierà effettivamente il pacchetto al **Channel** ed attenderà una risposta da esso nel timeslot successivo.
      2. Altrimenti ritenterà il rinvio al successivo time slot.
2. Il **Transmitter** può essere anche risvegliato dagli **arrivi dei pacchetti in qualsiasi istante**, il Transmitter effettuerà le seguenti azioni
   1. Tenterà di memorizzare il pacchetto in caso ci sia spazio nel buffer
   2. Schedulerà l’arrivo del prossimo pacchetto

**CHANNEL**

1. Il **Channel** viene risvegliato all’inizio di ogni timeslot. Il **Channel**, basandosi sulle sue strutture dati, invierà **NACK/ACK,** ai **Transmitter** che hanno inviato un pacchetto nello scorso timeslot, o un semplice **messaggio di sincronizzazione** nel caso opposto.
2. ll **Channel** eliminerà I pacchetti ricevuti nei canali con collisioni e manderà I pacchetti “buoni” al **Receiver,** il tutto riferito al timeslot precedente.
3. Il **Channel**, riceverà tutti i pacchetti dai **Transmitter**, per il timeslot corrente.

**Nota:** Gran parte della comunicazione tra **Transmitter e Channel** avverrà sempre allo stesso istante (no propagation delay nei link), sfruttando messaggi con priorità.

**VERIFICATION EXPERIMENTS:**

**\*\*Modificare thoughput**

**\*\*Aggiungere controllo #packet >= #discarder + #received**

* **Un coppia tx-rx, un canale, Probabilità di trasmissione a 1, Interarrival time deterministico (> timeslot), buffer 5 slot**
* **Una coppia tx-rx, 5 canali, Probabilità di trasmissione a 1, interarrival time deterministico (con pacchetto sempre nel buffer : < timeslot), buffer 5 slot**
* **Un coppia, un canale, probabilità di trasmissione a 0.5, interarrival time deterministico (> timeslot), buffer 5 slot**
* **Due coppie, 1 canale, Probabilità di trasmissione a 1, interarrival time deterministico, buffer 5 slot => deve rispettare slotted aloha**
* **Tre coppie, 2 canali, Probabilità di trasmissione a 1, interarrival time deterministico, buffer 5 slot => deve rispettare slotted aloha**
* **Degeneracy test (Probabilità trasmissione a 0, 0 coppie tx-rx**
* **Consistency test (1 coppia, 1 canale, interarrival deterministico a k vs 2 coppie 500 canali, interarrival deterministico a 2k)**