

Implementació i validació de mecanismes per a l'intercanvi consistent d'informació entre nodes d'un sistema encastrat distribuït basat en HaRTES

Maties Melià

Supervisors

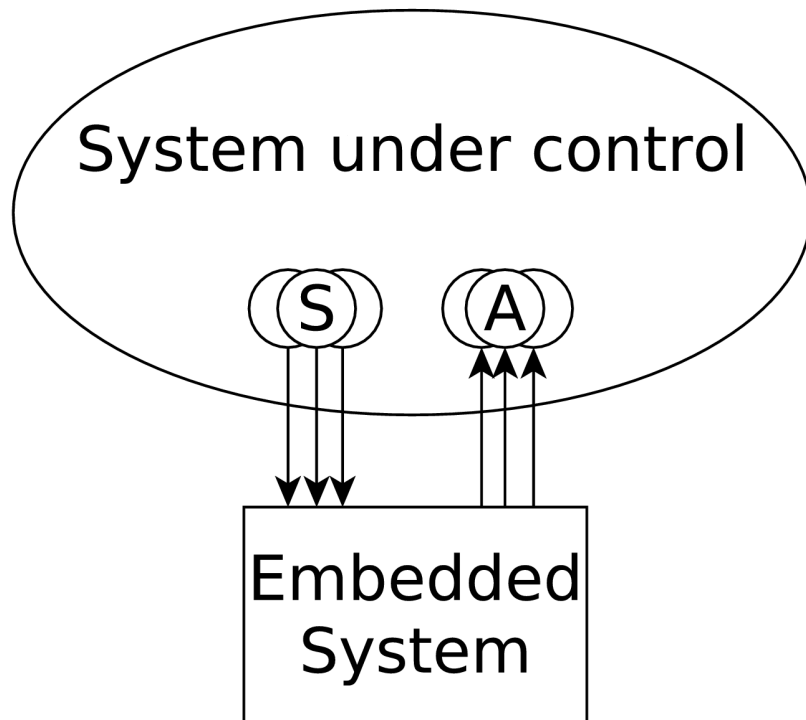
Julián Proenza i Alberto Ballesteros



Universitat
de les Illes Balears

Treball Final
Màster Universitari en Tecnologies de la Informació

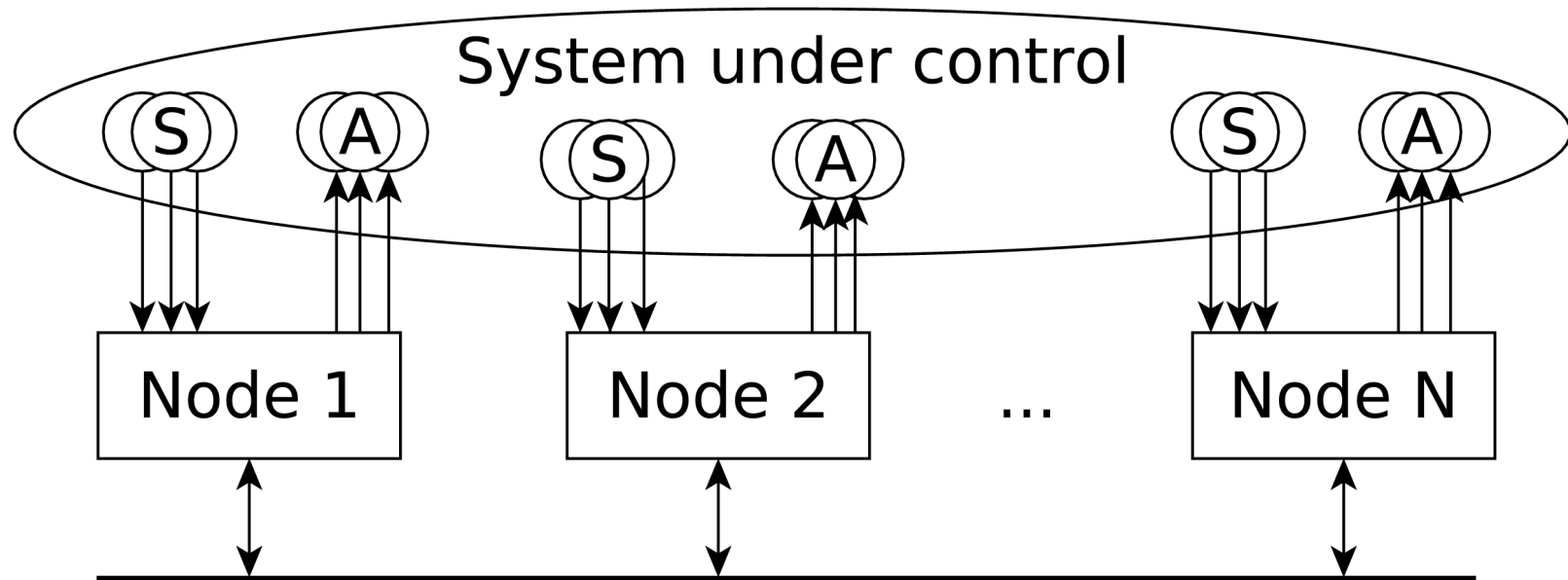
Introducció



- Ⓢ Sensors
- Ⓐ Actuators

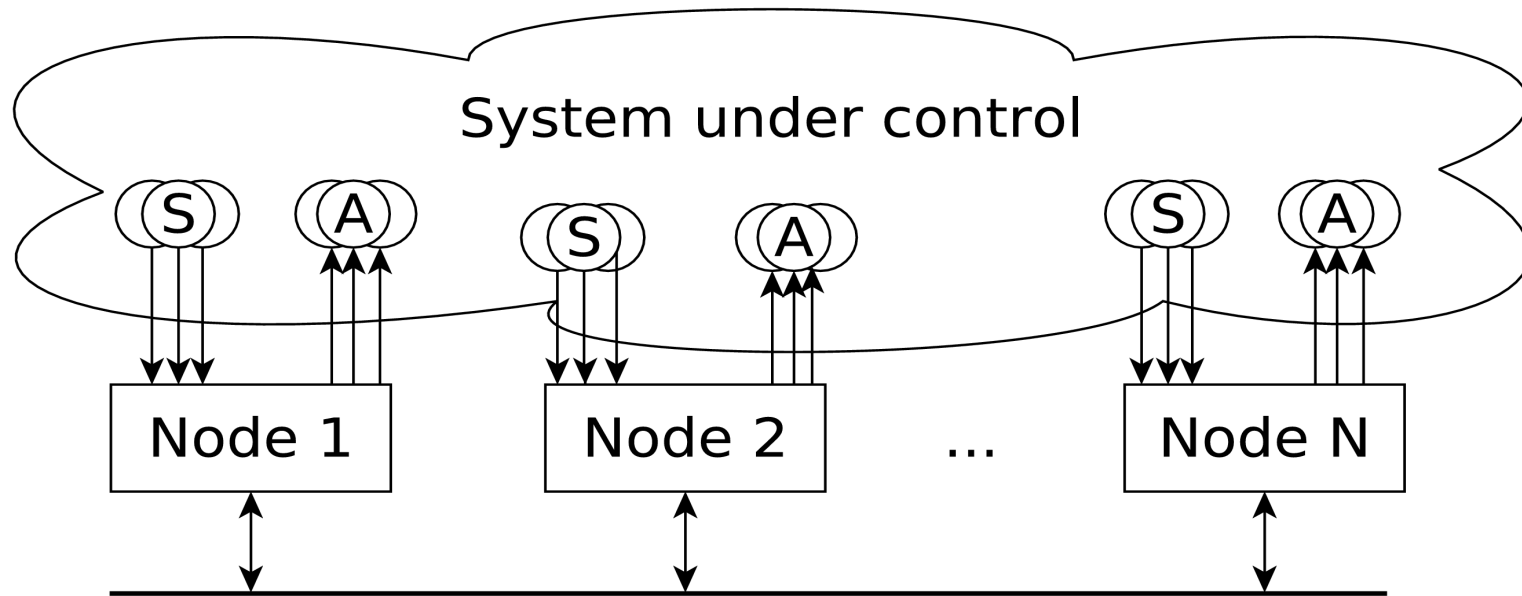
- Sistemes Encastats:
 - Requisits restrictius
 - Resposta en temps real
 - Elevada fiabilitat

Introducció



Sistemes Encastats Distribuïts

Introducció



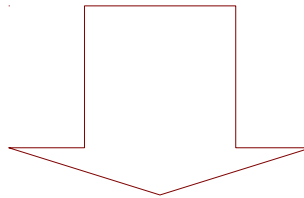
Sistemes Encastats Distribuïts Adaptatius

Introducció

- Sistemes Encastats Distribuïts Adaptatius
 - Requisits restrictius
 - Resposta en temps real
 - Elevada fiabilitat
 - **Flexibilitat**

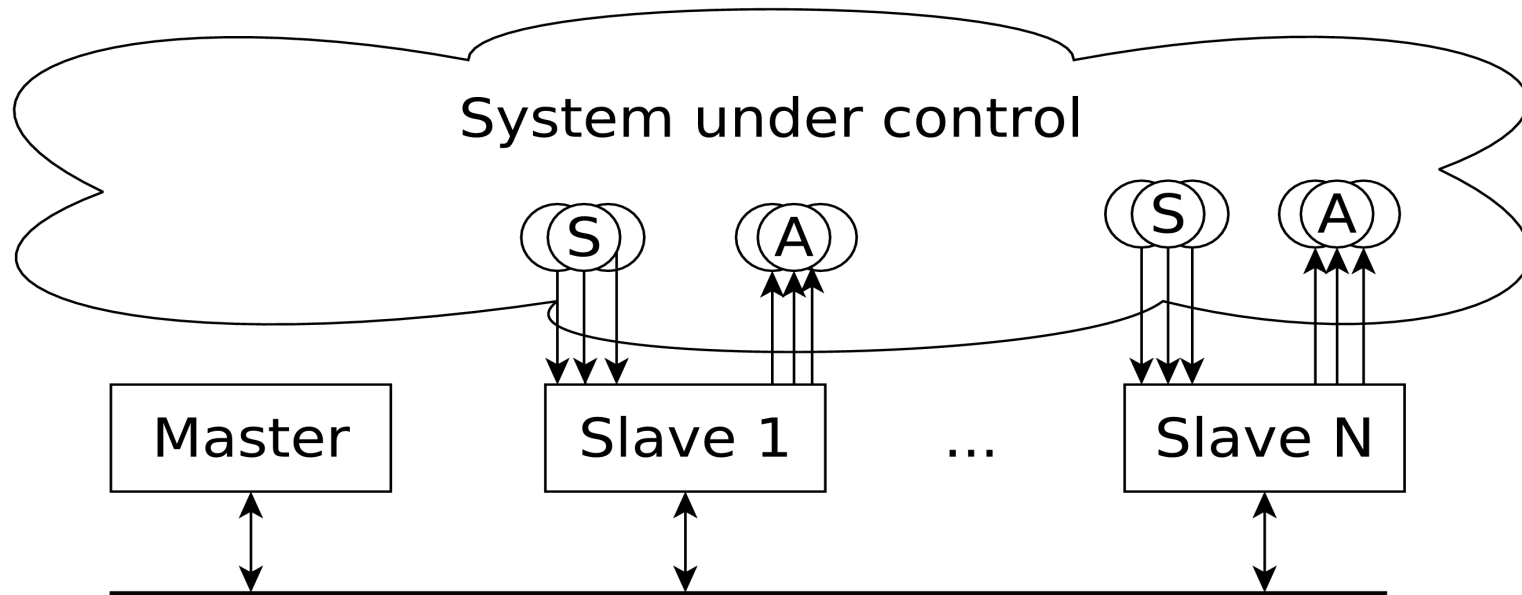
Introducció

- La xarxa de comunicacions es pot considerar flexible si dona suport a:
 - Comunicacions periòdiques
 - Comunicacions no periòdiques
 - Canvis dinàmics en els requisits de les comunicacions



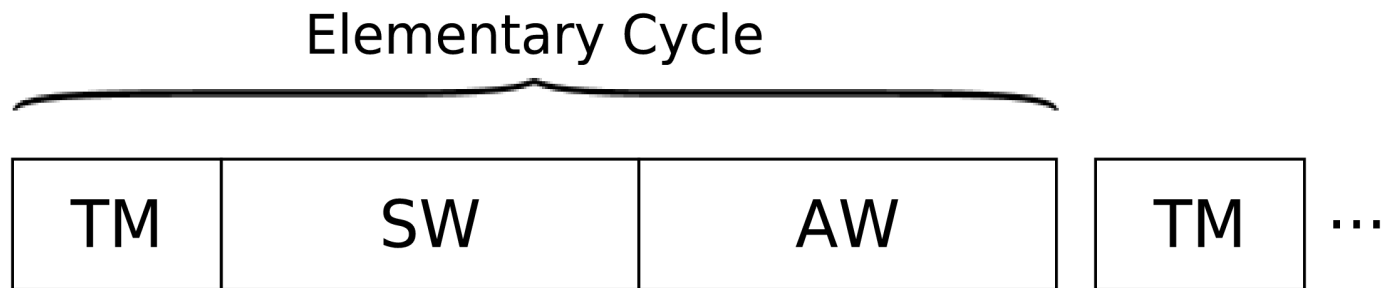
Flexible Time Triggered (FTT)

Introducció



Flexible Time Triggered (FTT)

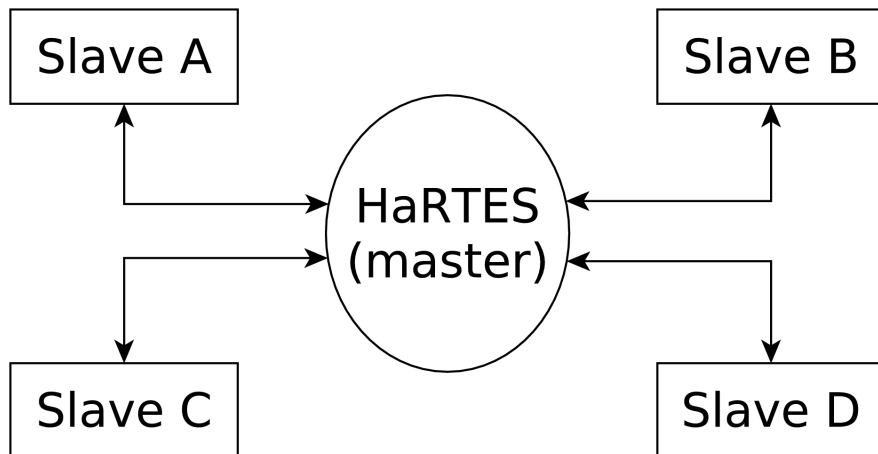
Introducció



FTT: Estructura de l'*Elementary Cycle*

Introducció

- FTT desenvolupat per CAN i adaptat a Ethernet i Switched Ethernet (FTT-SE)
- HaRTES implementació específica de FTT-SE

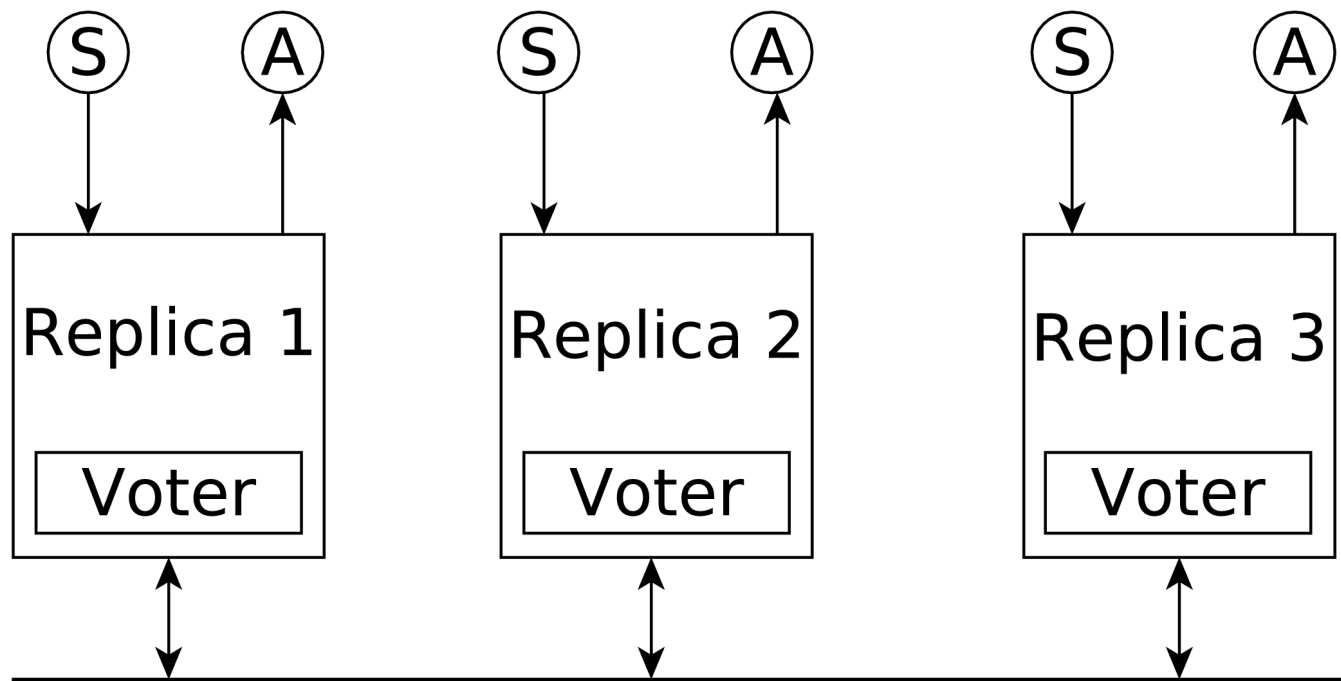


Introducció

- A FTT atributs per aconseguir elevada fiabilitat poc desenvolupats
- *Fault Tolerance for Flexible Time-Triggered Ethernet* (FT4FTT) pretén aconseguir una **infraestructura** de comunicació **altament fiable i flexible** basada en FTT-SE utilitzant HaRTES.
- Desenvolupament de diversos mecanismes per a la tolerància a fallades.

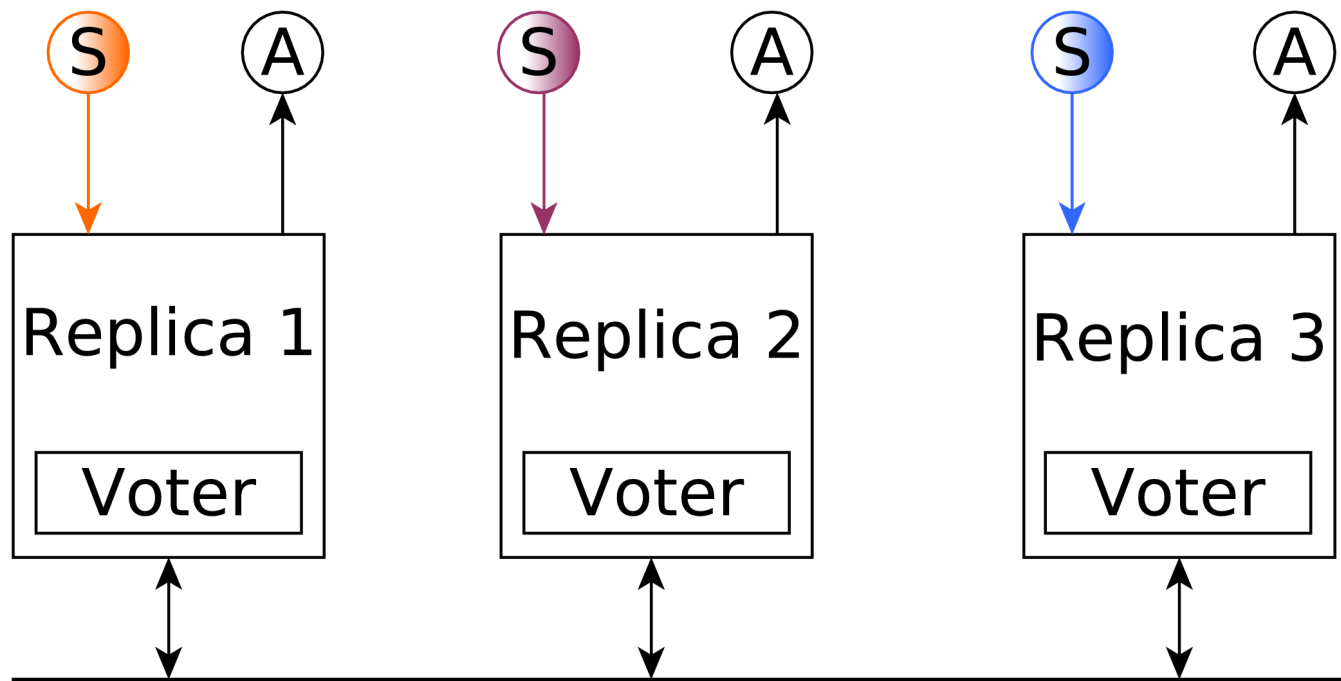
Introducció

- Replicació Activa



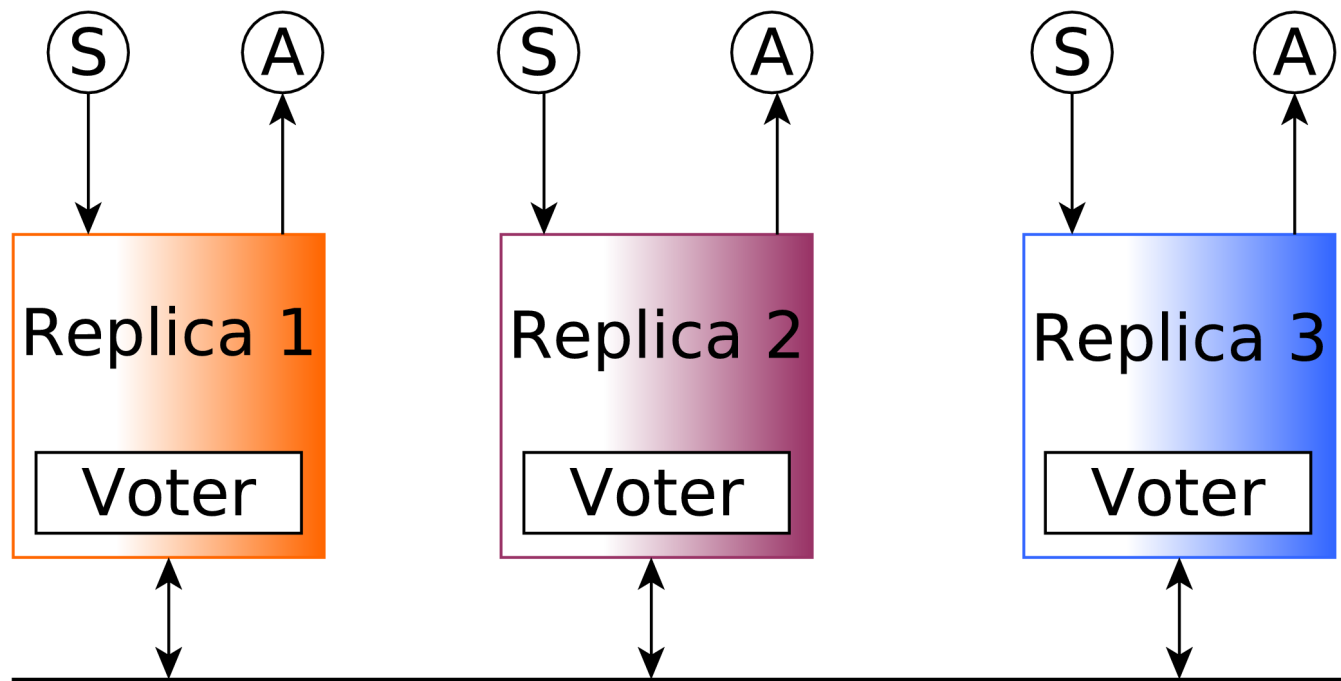
Introducció

- Replicació Activa



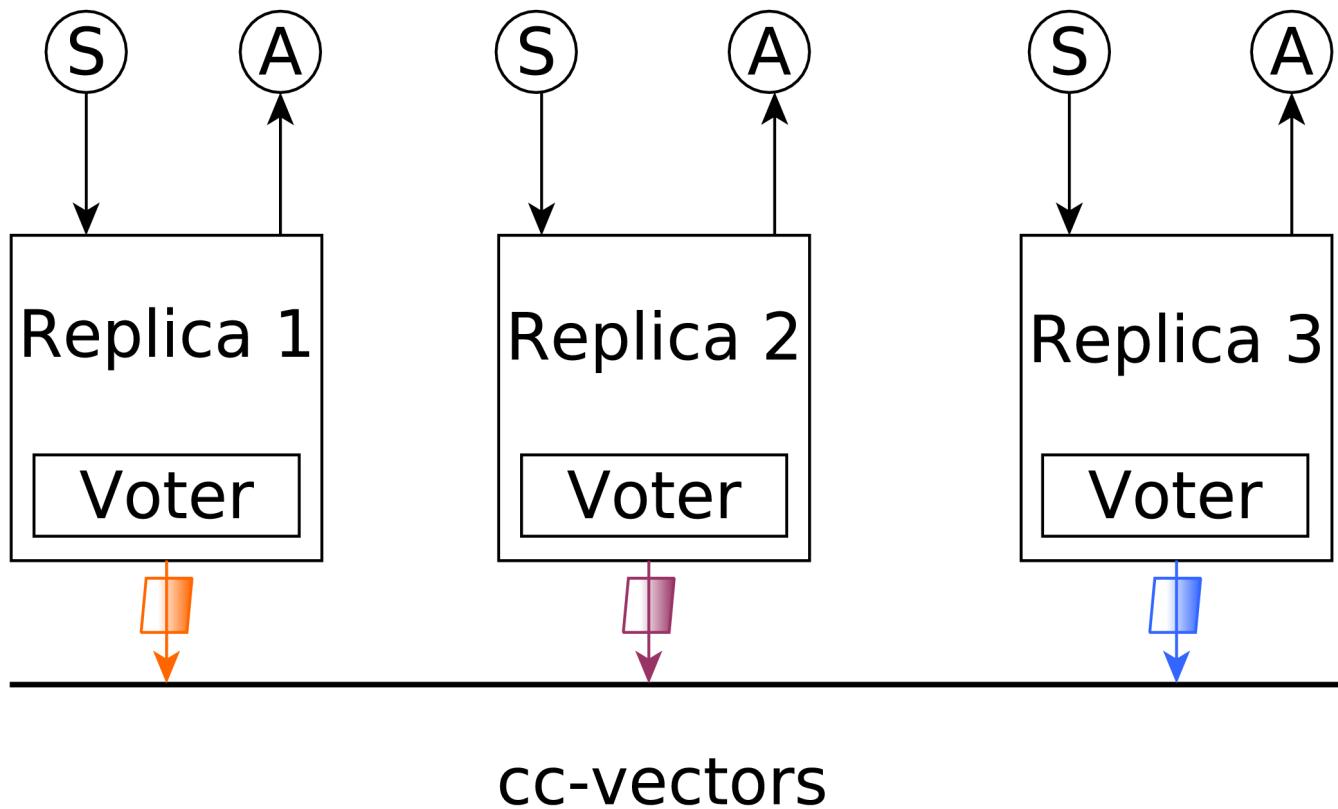
Introducció

- Replicació Activa



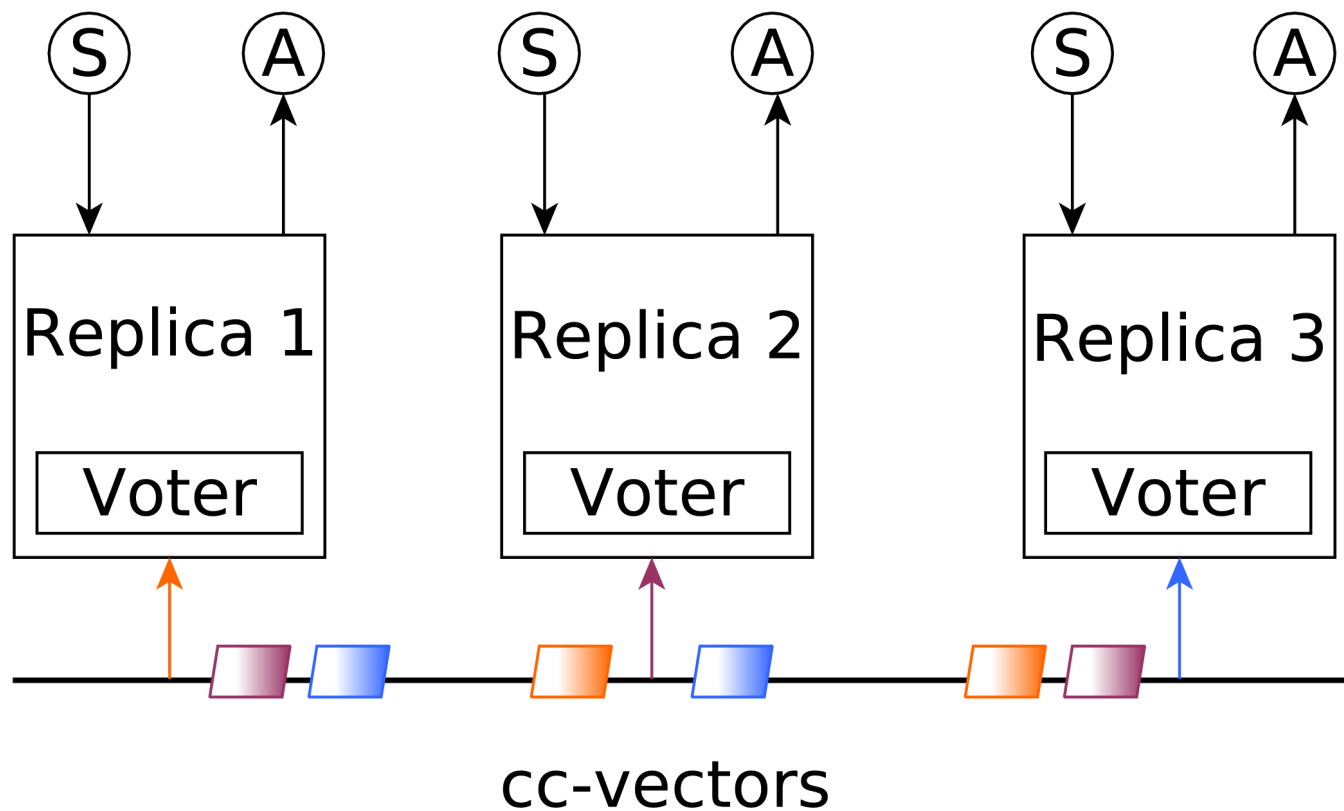
Introducció

- Replicació Activa



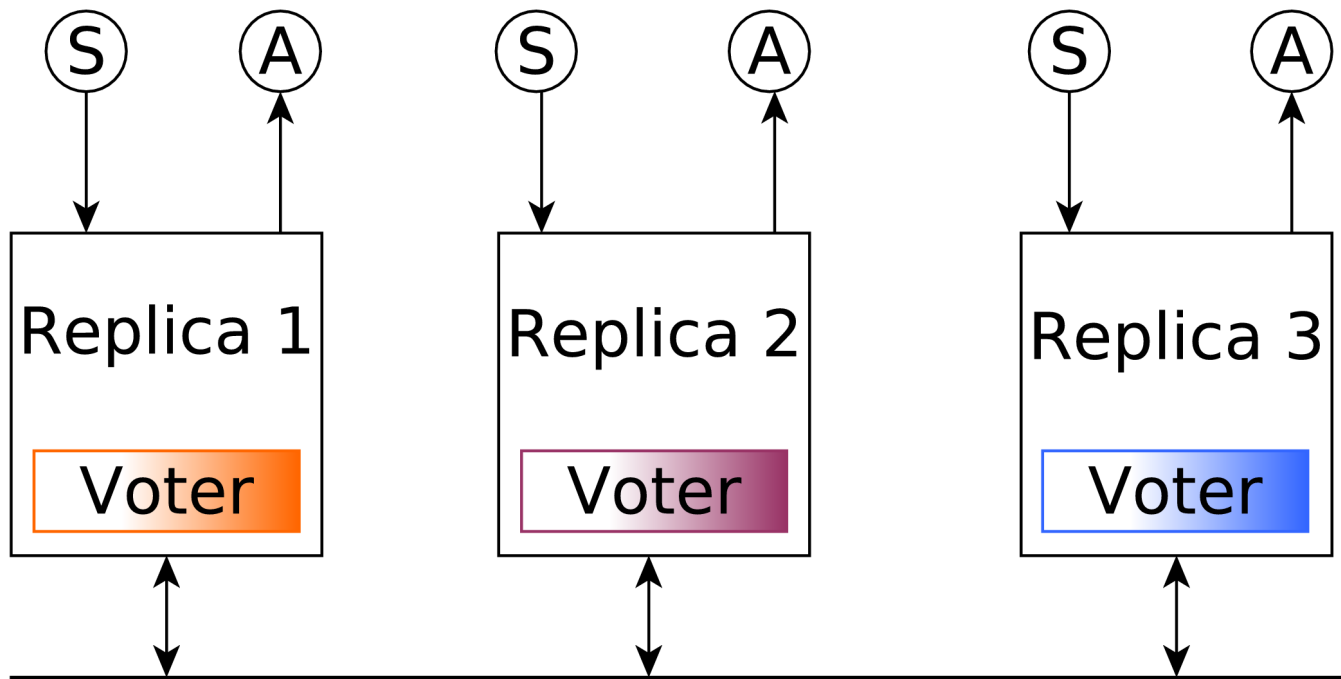
Introducció

- Replicació Activa



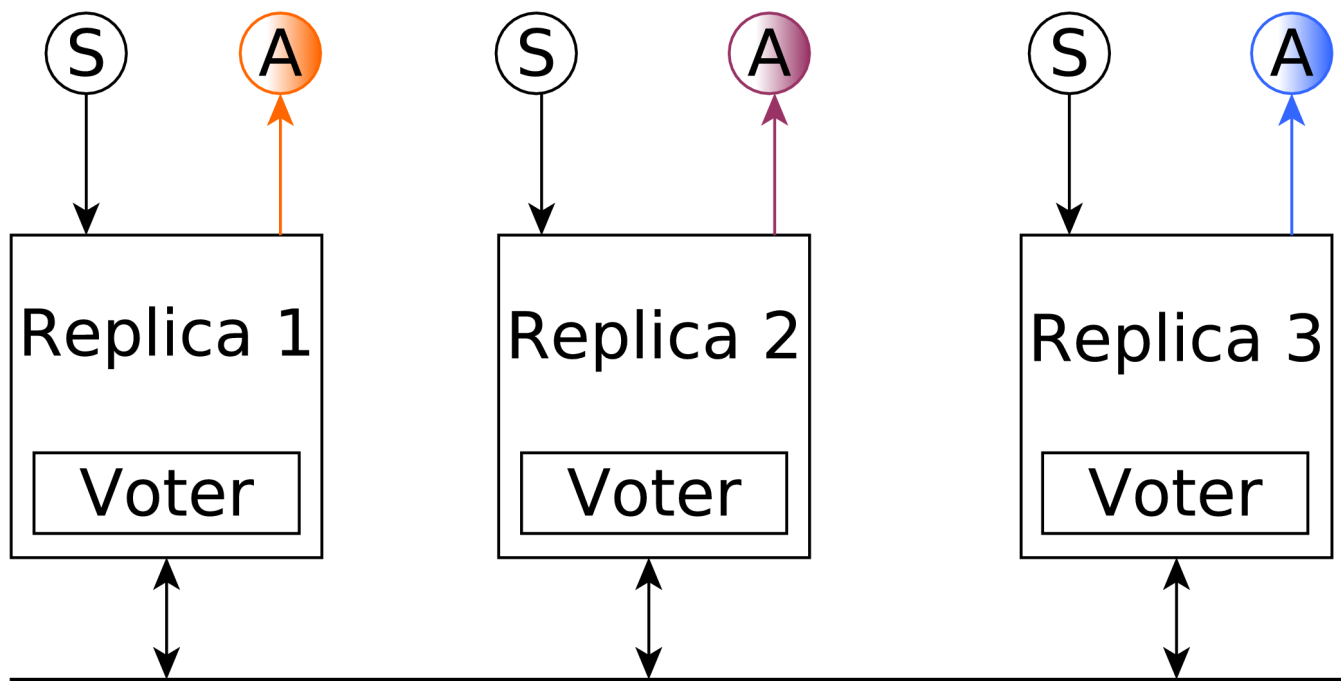
Introducció

- Replicació Activa



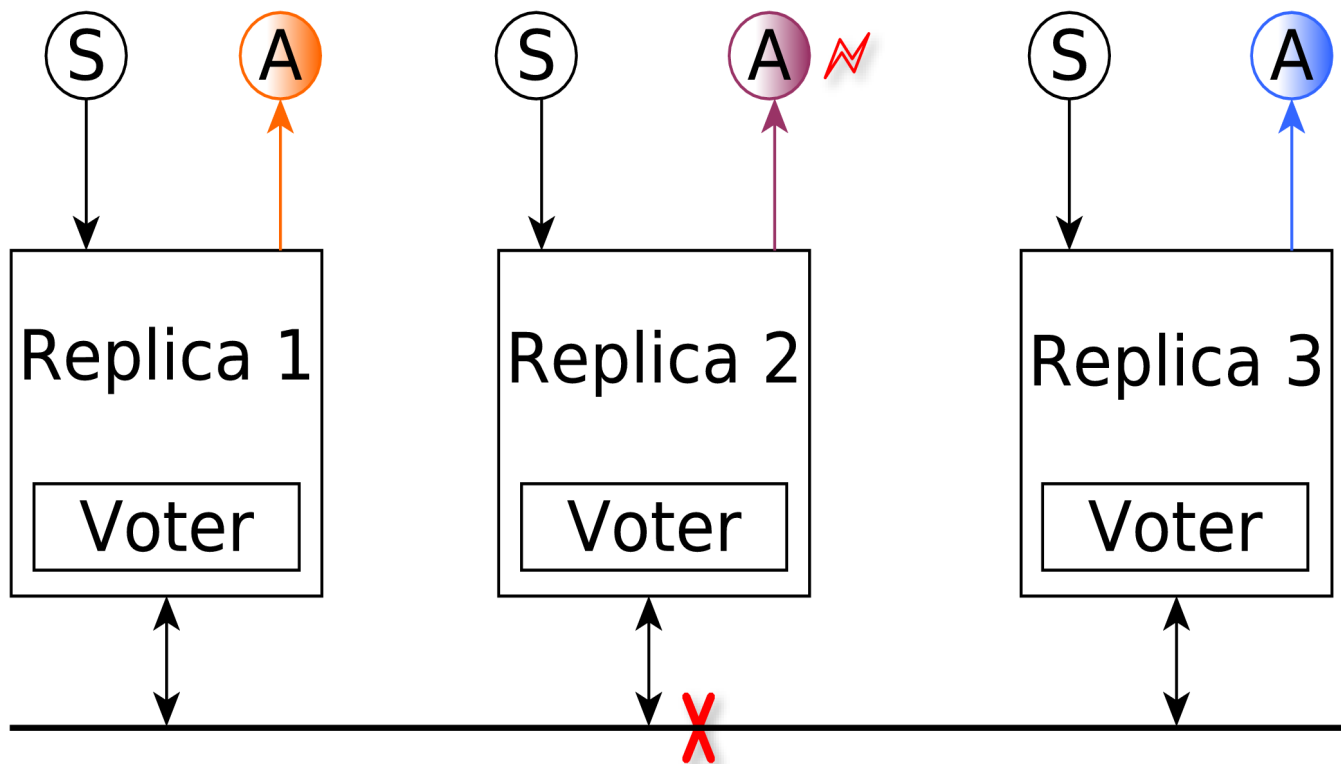
Introducció

- Replicació Activa



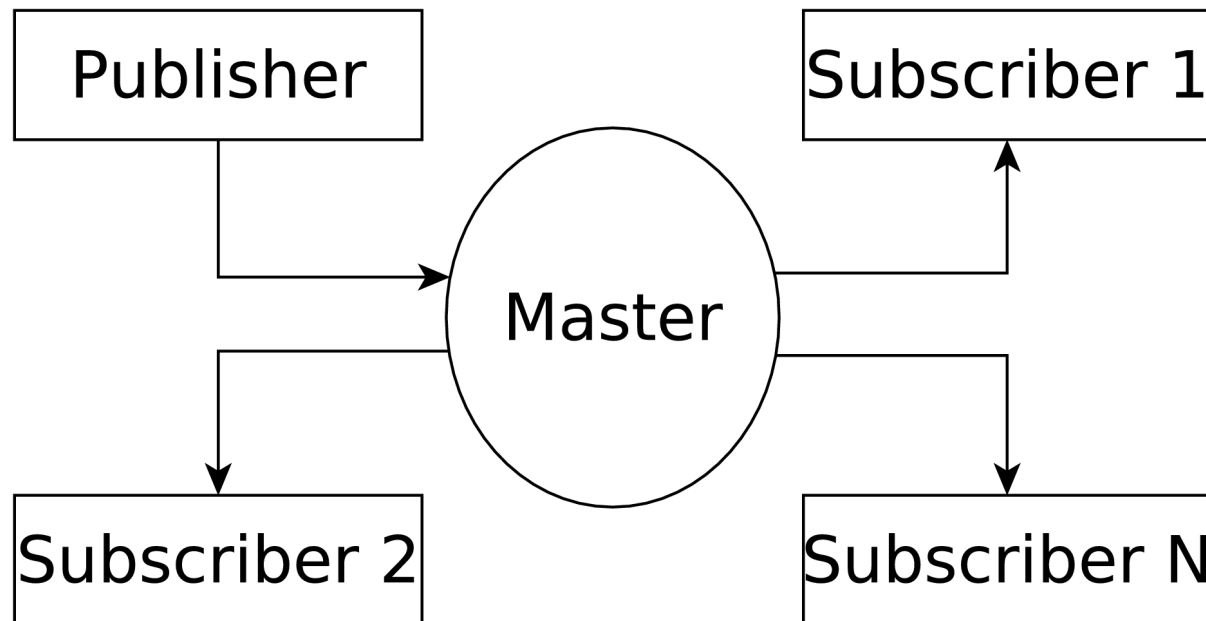
Introducció

- Problema: *Replica non-determinism*



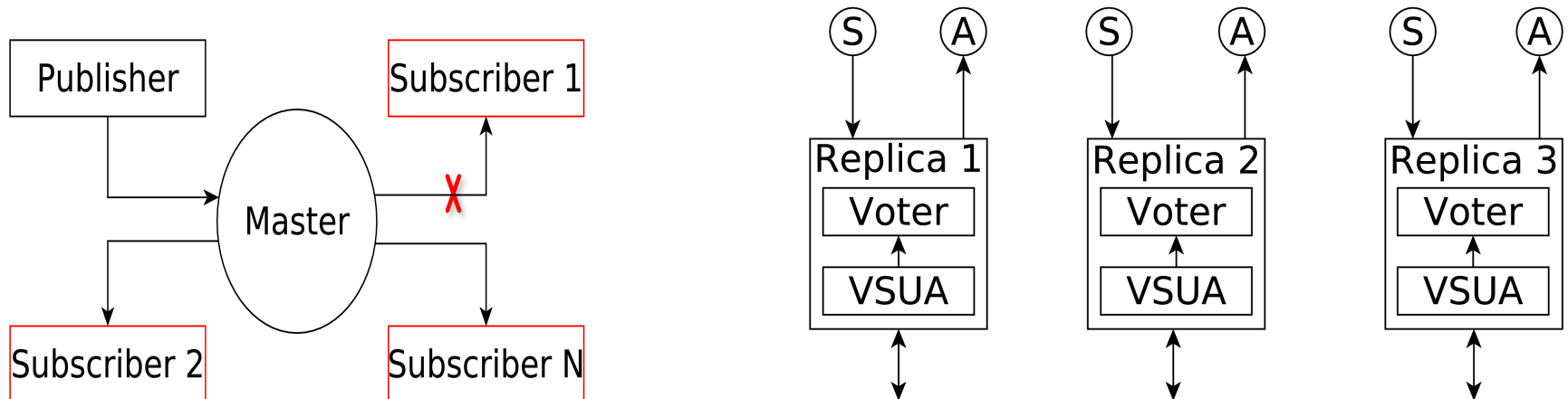
Introducció

- TOPS, *Total Order Publish/Subscribe*:
 - Garanteix tant la plena consistència com l'ordre total en les transmissions de missatges síncrons, basat en el sistema *publish/subscribe* d'FTT-SE



Introducció

- TOPS és molt restrictiu → *Consistent Replicated Voting (CRV)*
 - Afegeix un sistema de retransmissions (no desenvolupat)
 - Algoritme VSUA: **és suficient que la majoria de les rèpliques hagin intercanviat de manera consistent un número suficient de missatges**



Contingut

- Estudi de la proposta TOPS
- Estudi del prototip HaRTES
- Implementació de TOPS
- Validació de TOPS
- Estudi de la proposta CRV
- Implementació de CRV
- Validació de CRV
- Conclusions
- Referències

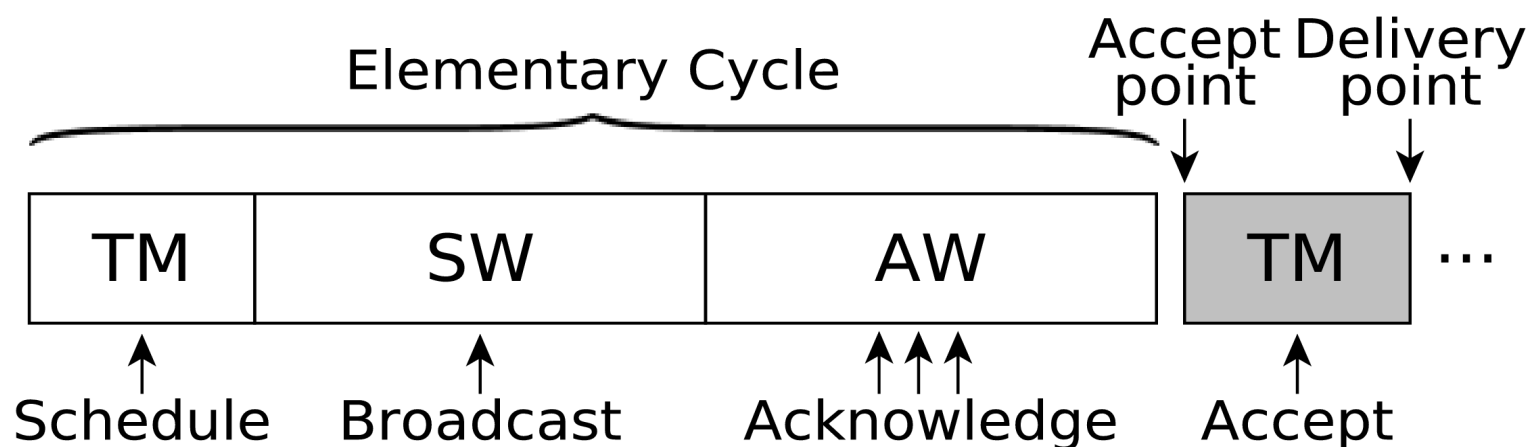
Contingut

- **Estudi de la proposta TOPS**
- Estudi del prototip HaRTES
- Implementació de TOPS
- Validació de TOPS
- Estudi de la proposta CRV
- Implementació de CRV
- Validació de CRV
- Conclusions
- Referències

Estudi de la proposta TOPS

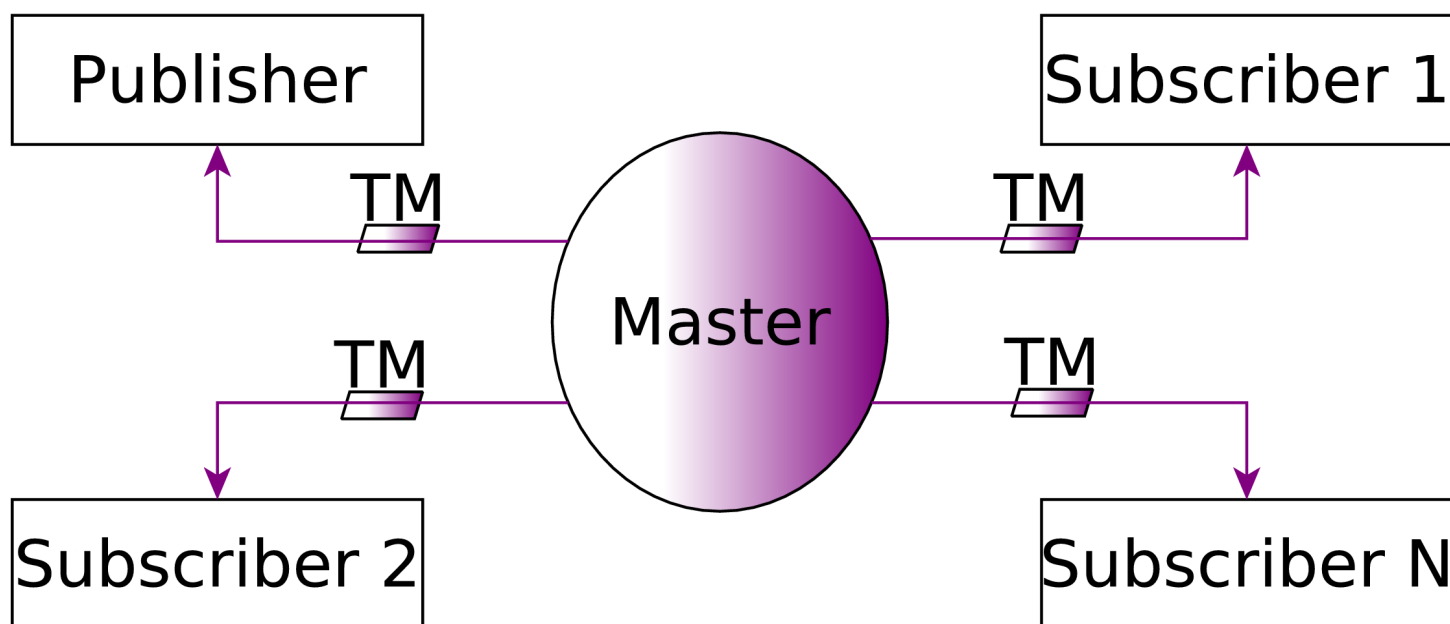
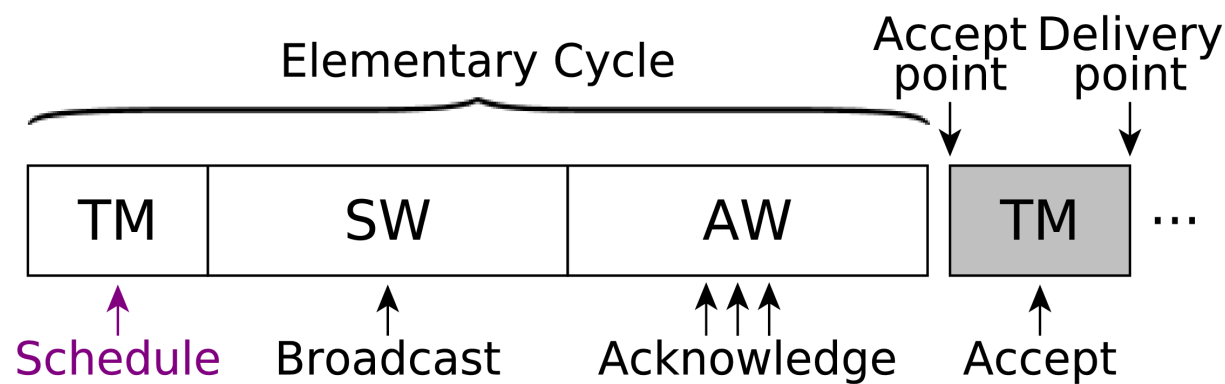
- Pretén proporcionar plena consistència en els intercanvis de missatges síncrons.
 - Validesa (Validity)
 - Acord (Agreement)
 - Integritat (Integrity)
 - Odre total (Total order)

Estudi de la proposta TOPS

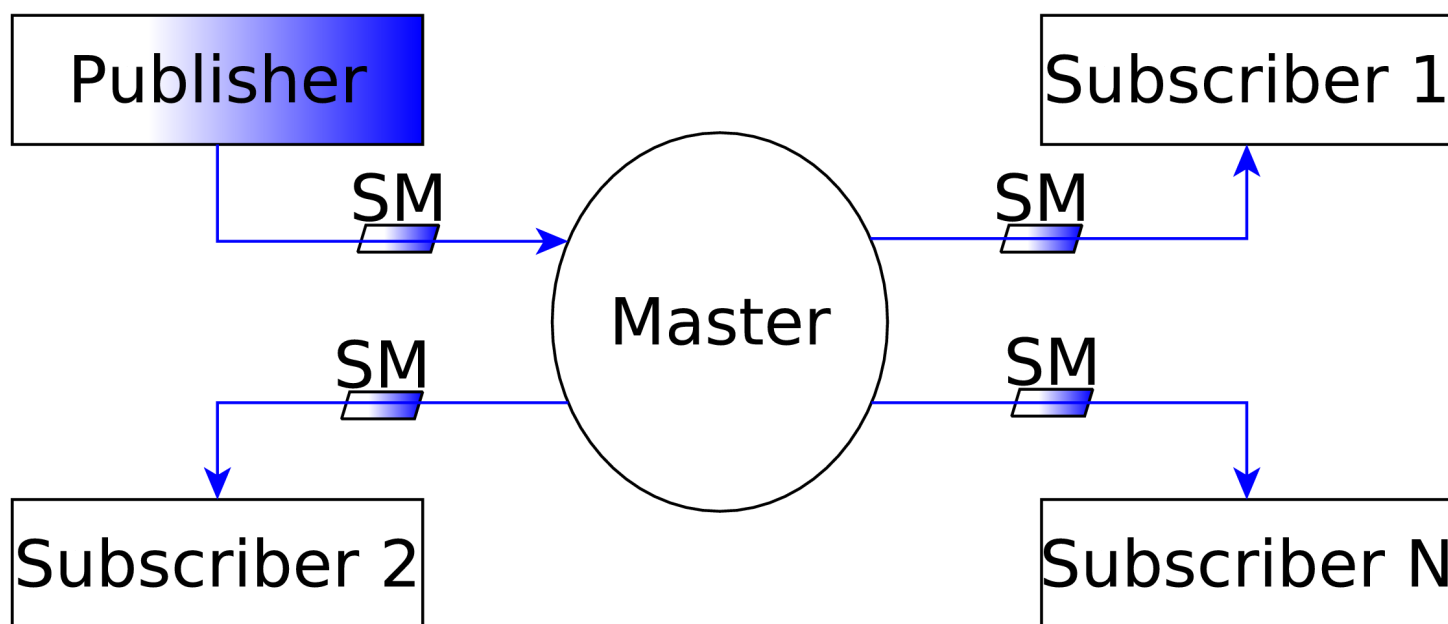
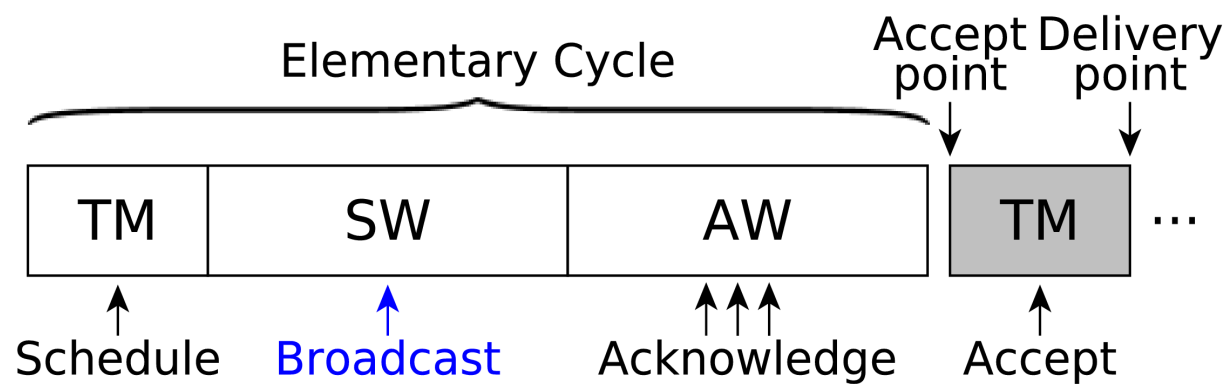


Distribució de les fases de TOPS
sobre l'estructura de l'EC

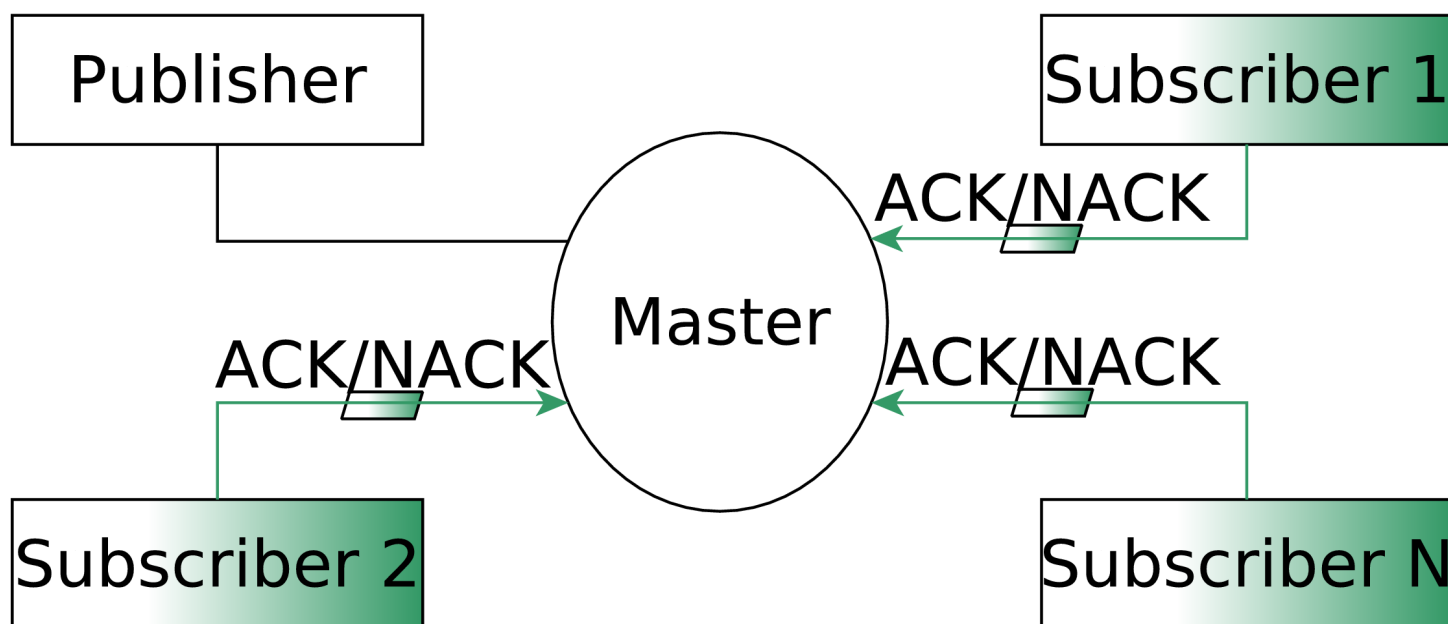
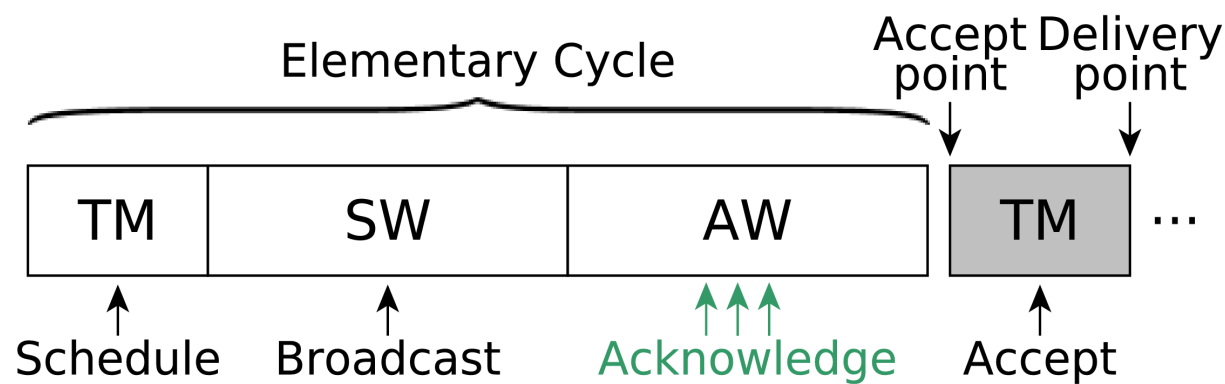
Estudi de la proposta TOPS



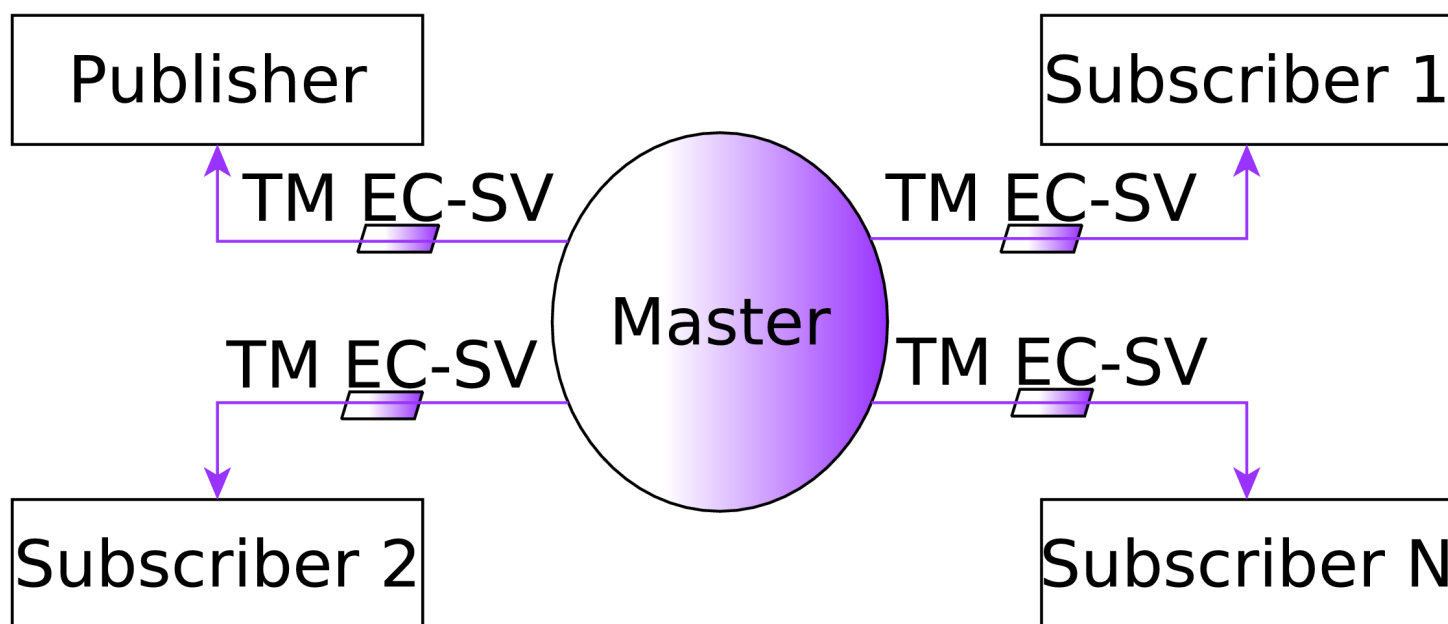
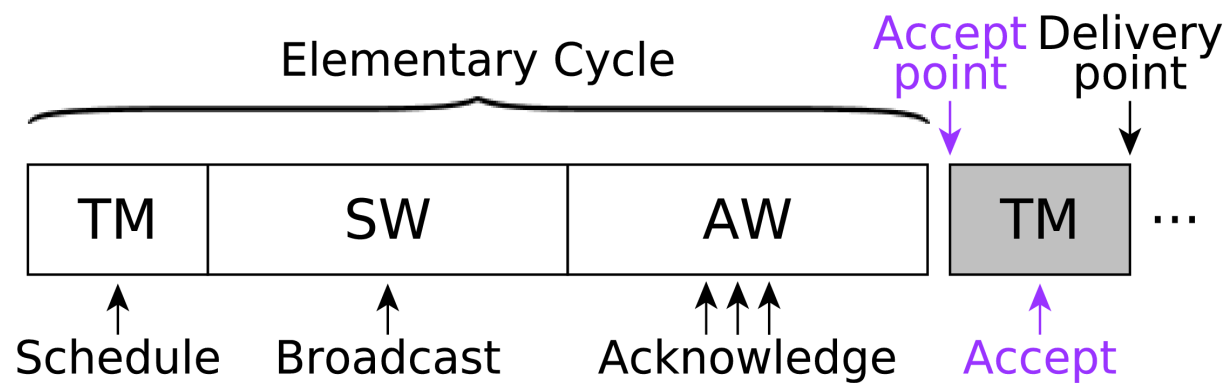
Estudi de la proposta TOPS



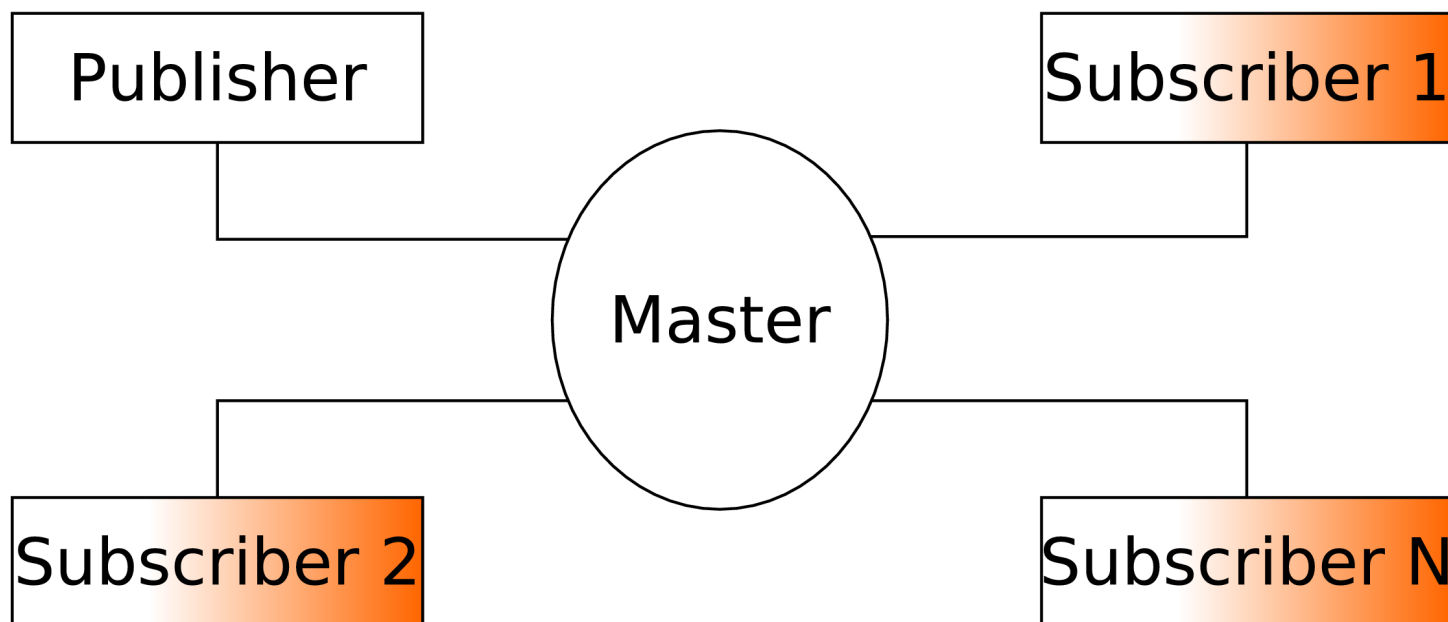
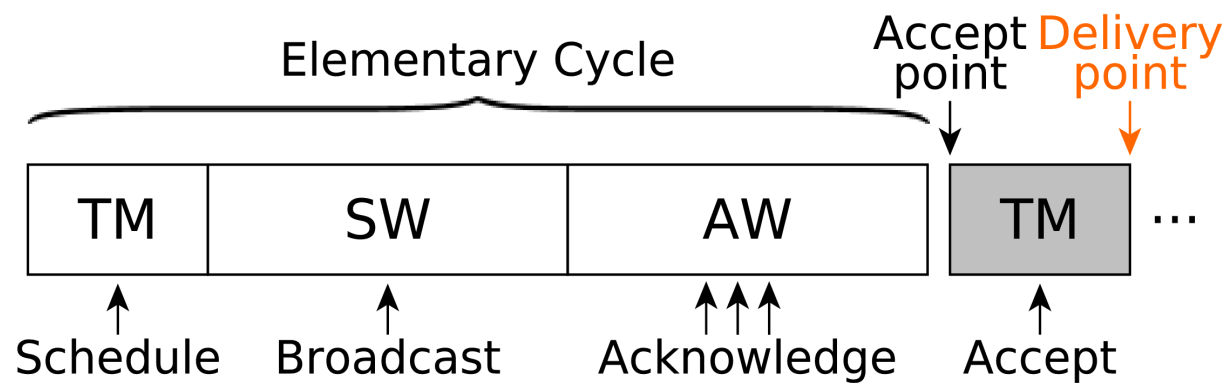
Estudi de la proposta TOPS



Estudi de la proposta TOPS



Estudi de la proposta TOPS

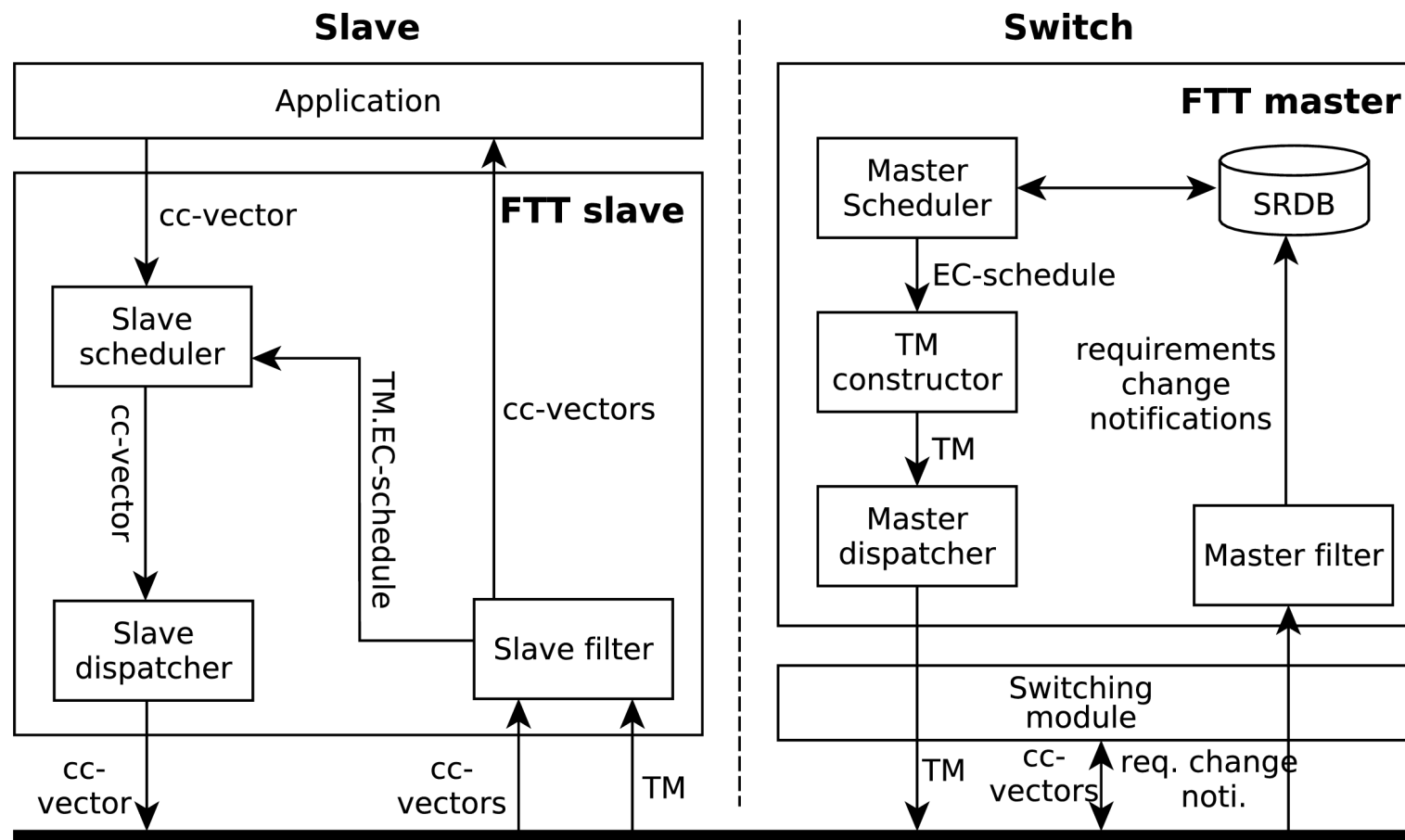


Contingut

- Estudi de la proposta TOPS
- **Estudi del prototip HaRTES**
- Implementació de TOPS
- Validació de TOPS
- Estudi de la proposta CRV
- Implementació de CRV
- Validació de CRV
- Conclusions
- Referències

Estudi del prototip HaRTES

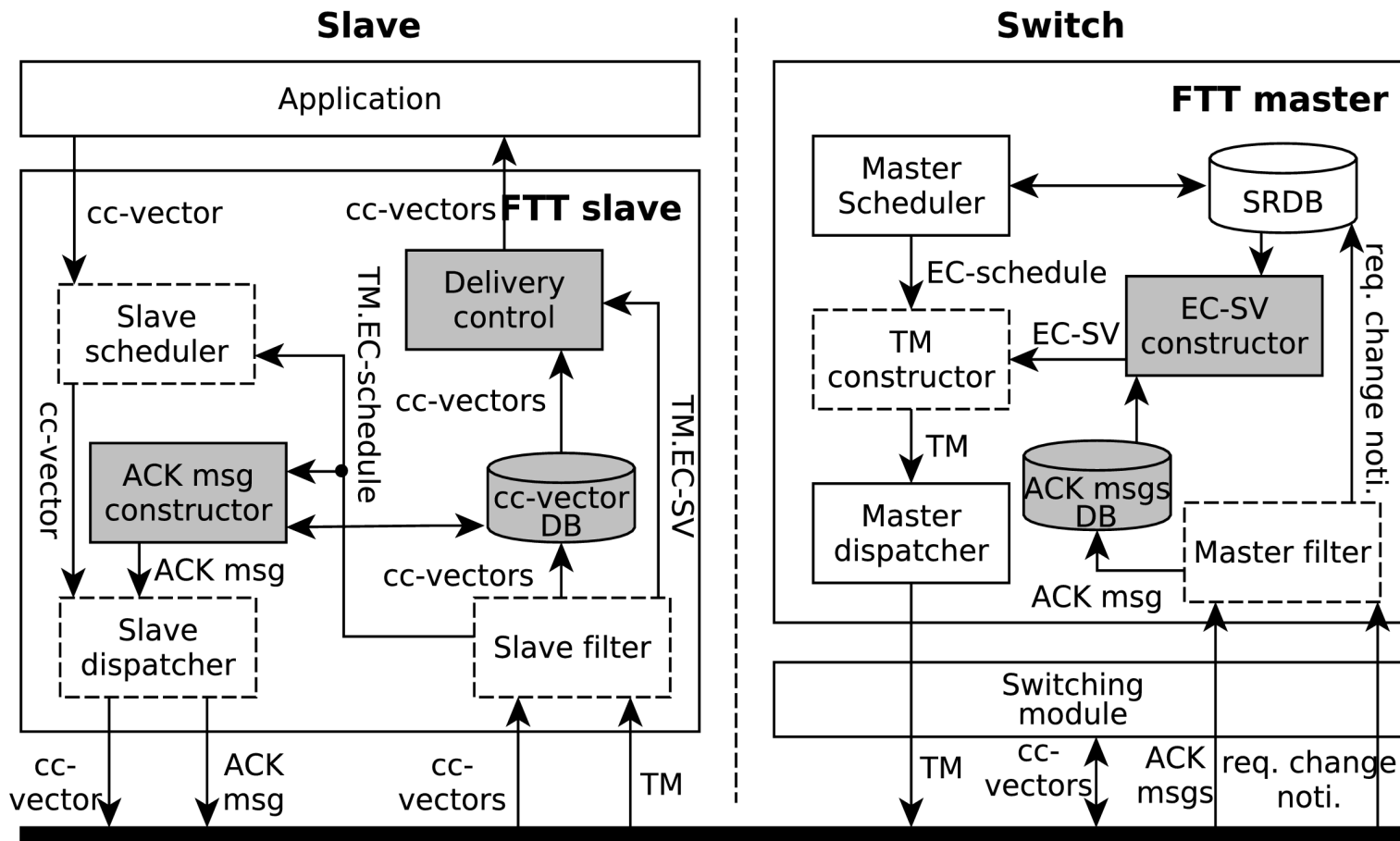
- Punt de partida



Contingut

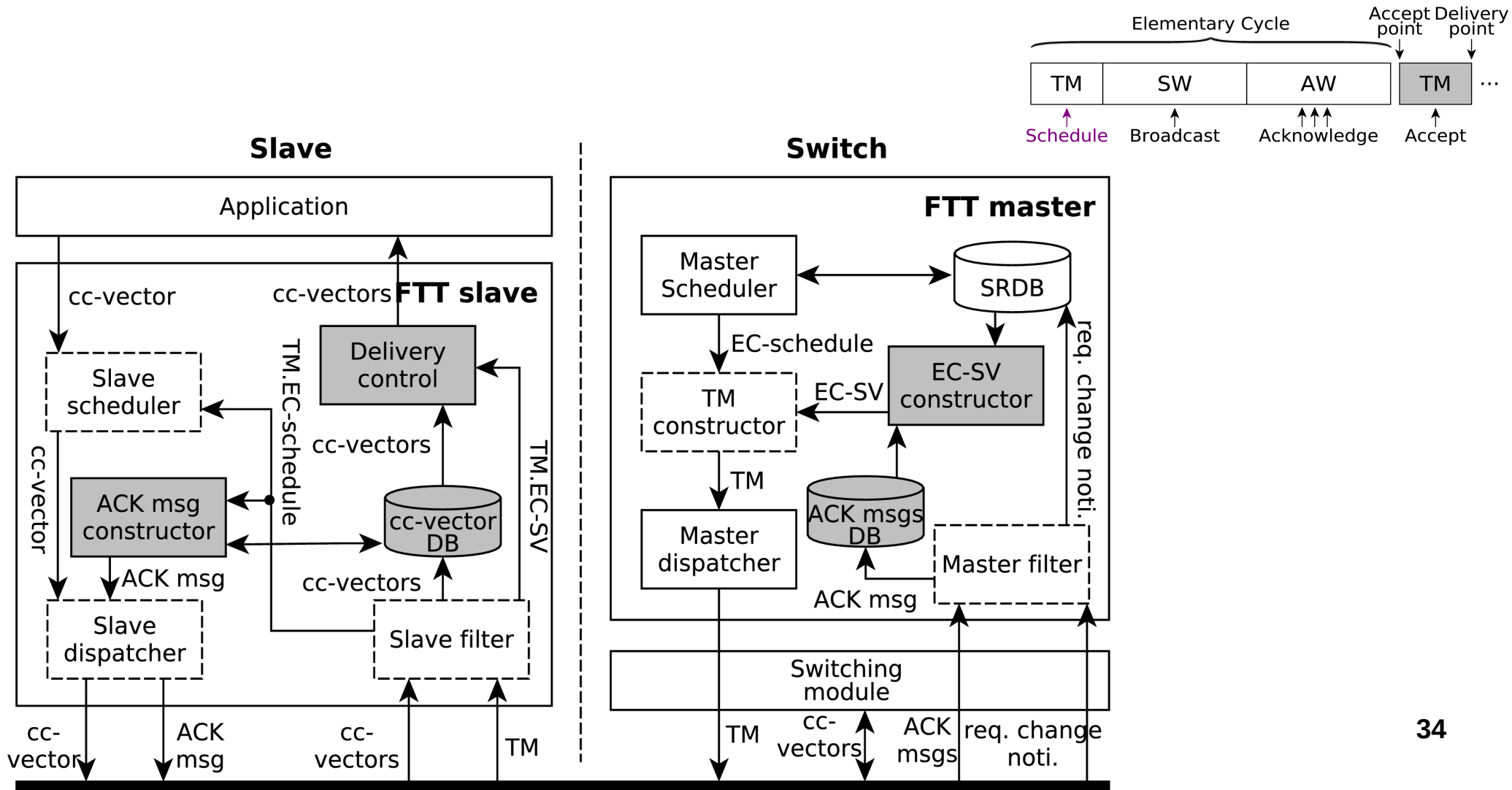
- Estudi de la proposta TOPS
- Estudi del prototip HaRTES
- **Implementació de TOPS**
- Validació de TOPS
- Estudi de la proposta CRV
- Implementació de CRV
- Validació de CRV
- Conclusions
- Referències

Implementació de TOPS



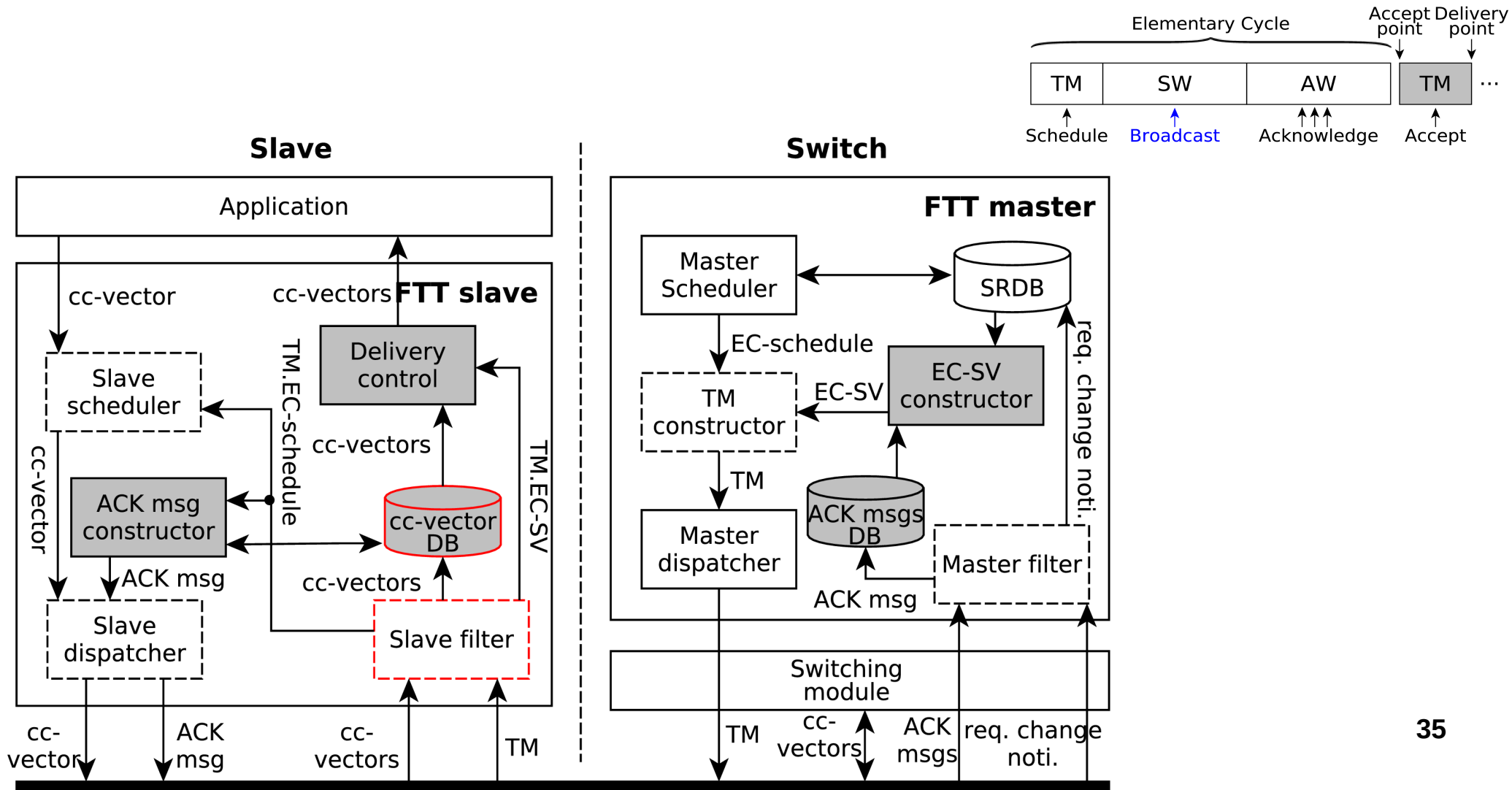
Implementació de TOPS

- Implementació de l'*schedule phase*



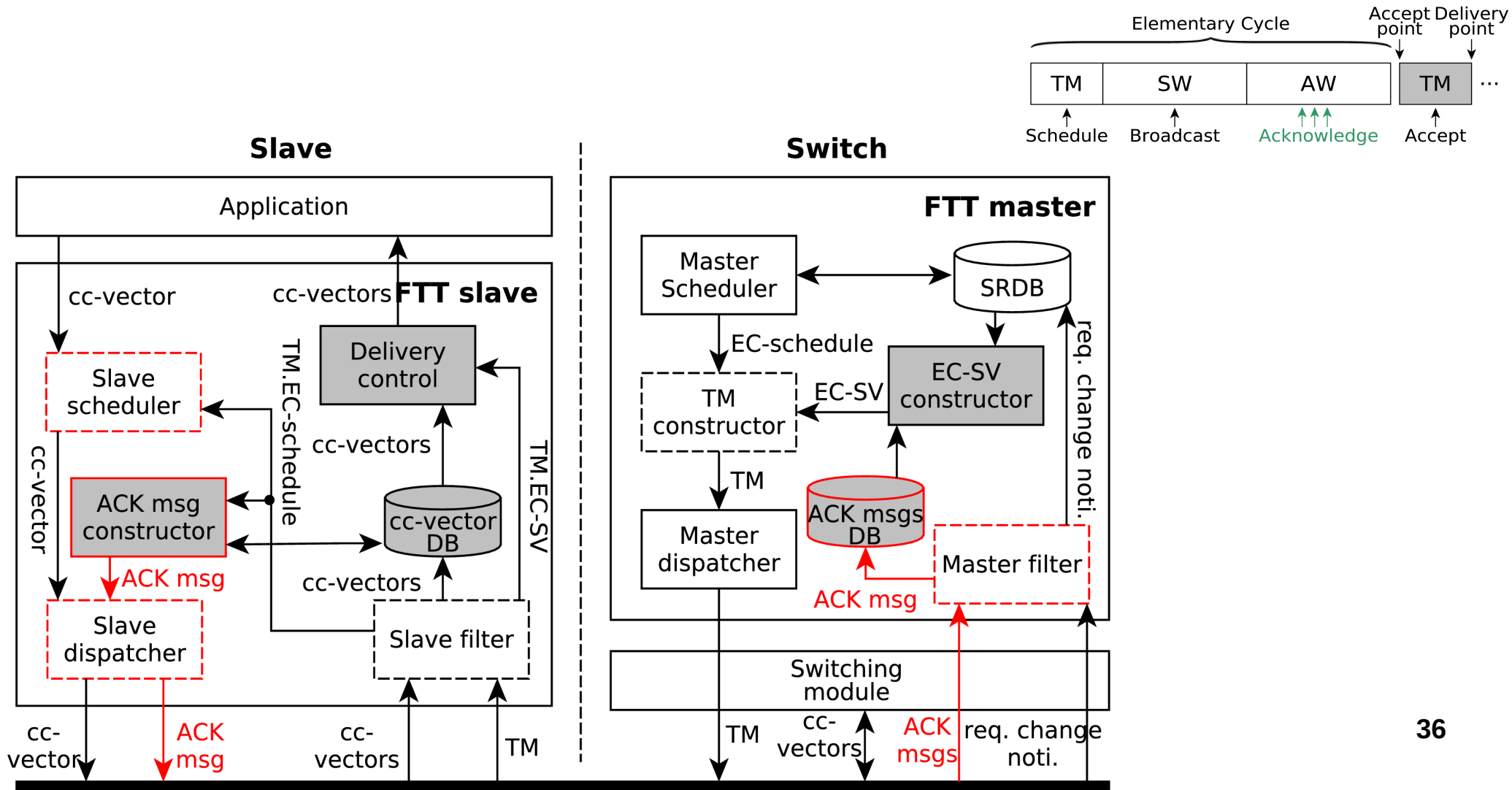
Implementació de TOPS

- Implementació de la *broadcast phase*



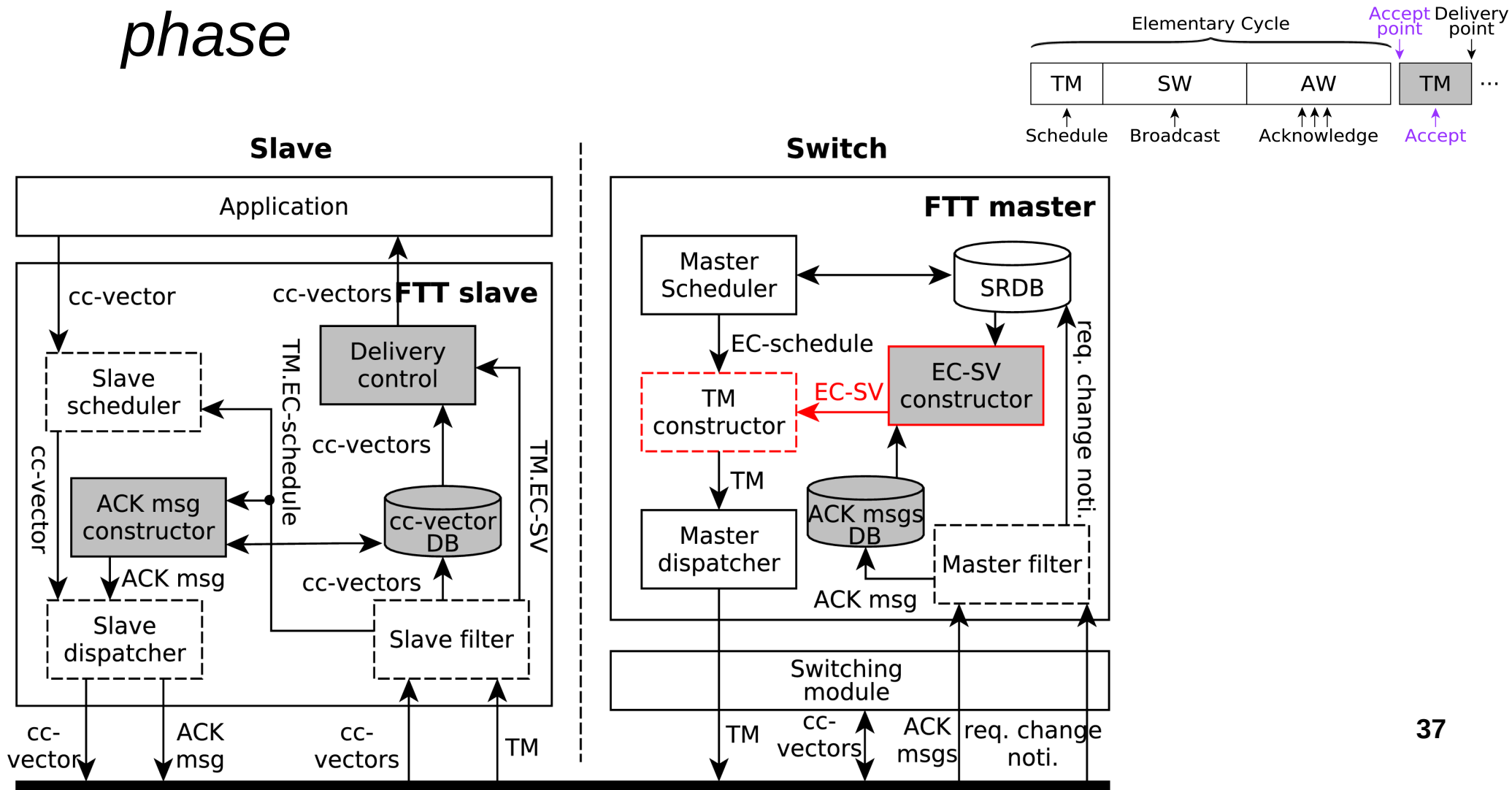
Implementació de TOPS

- Implementació de l'*acknowledge phase*



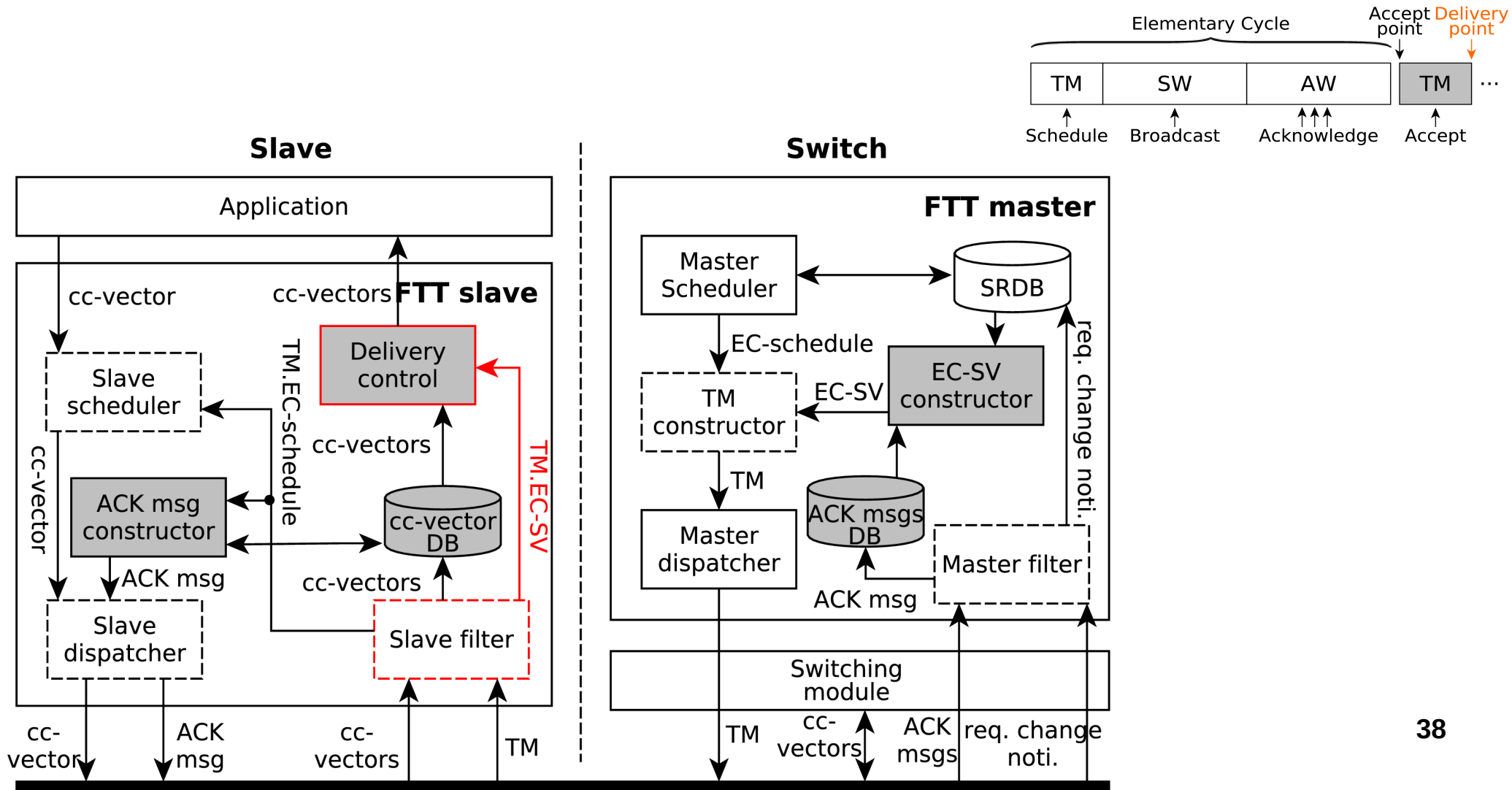
Implementació de TOPS

- Implementació de l'*accept point* i l'*acceptance phase*



Implementació de TOPS

- Implementació del *delivery point*



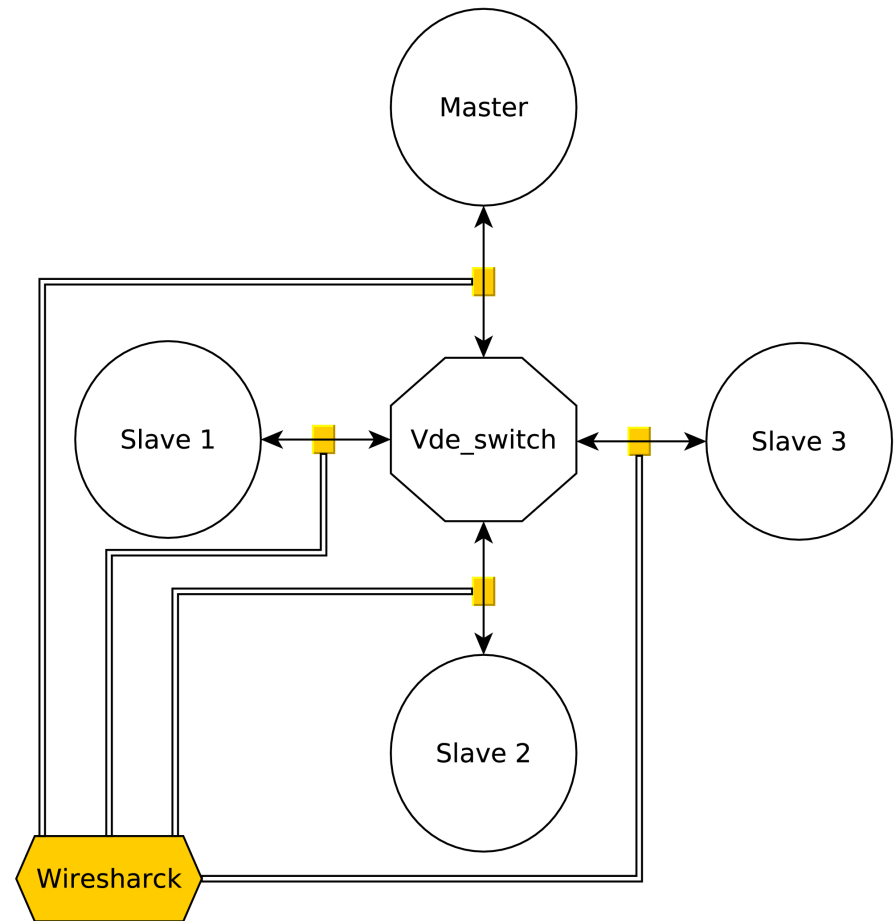
Contingut

- Estudi de la proposta TOPS
- Estudi del prototip HaRTES
- Implementació de TOPS
- **Validació de TOPS**
- Estudi de la proposta CRV
- Implementació de CRV
- Validació de CRV
- Conclusions
- Referències

Validació de TOPS

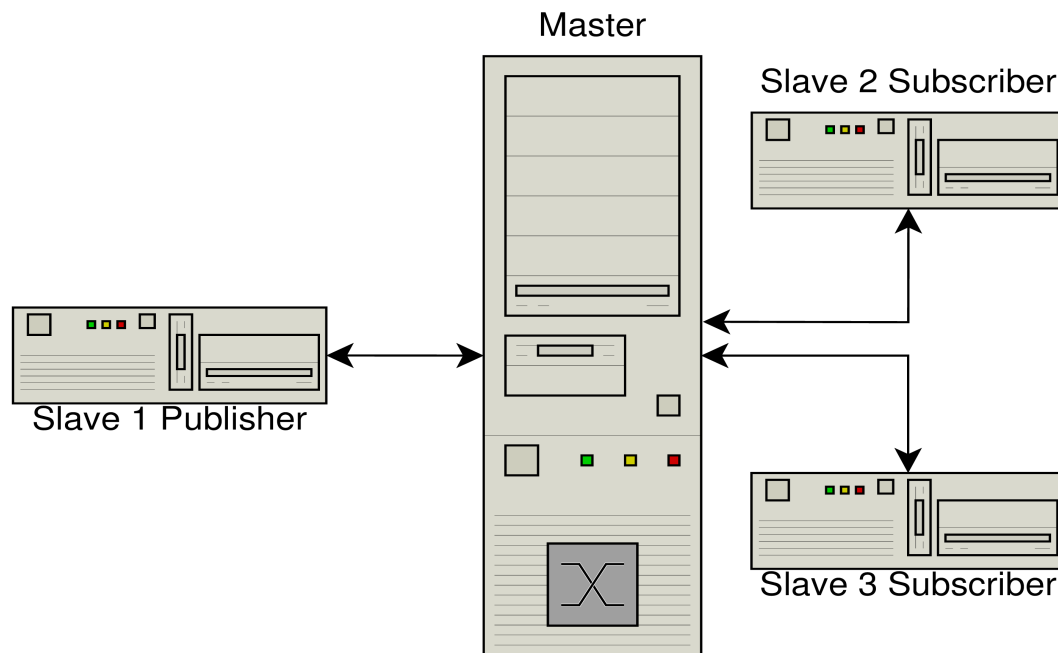
Amb un sol ordinador:

- ✓ Contingut dels missatges
- ✓ Contingut de les estructures de dades del mestre i els esclaus



Validació de TOPS

- Amb varis nodes *hardware*:
 - ✓ Injectar tots els possibles errors

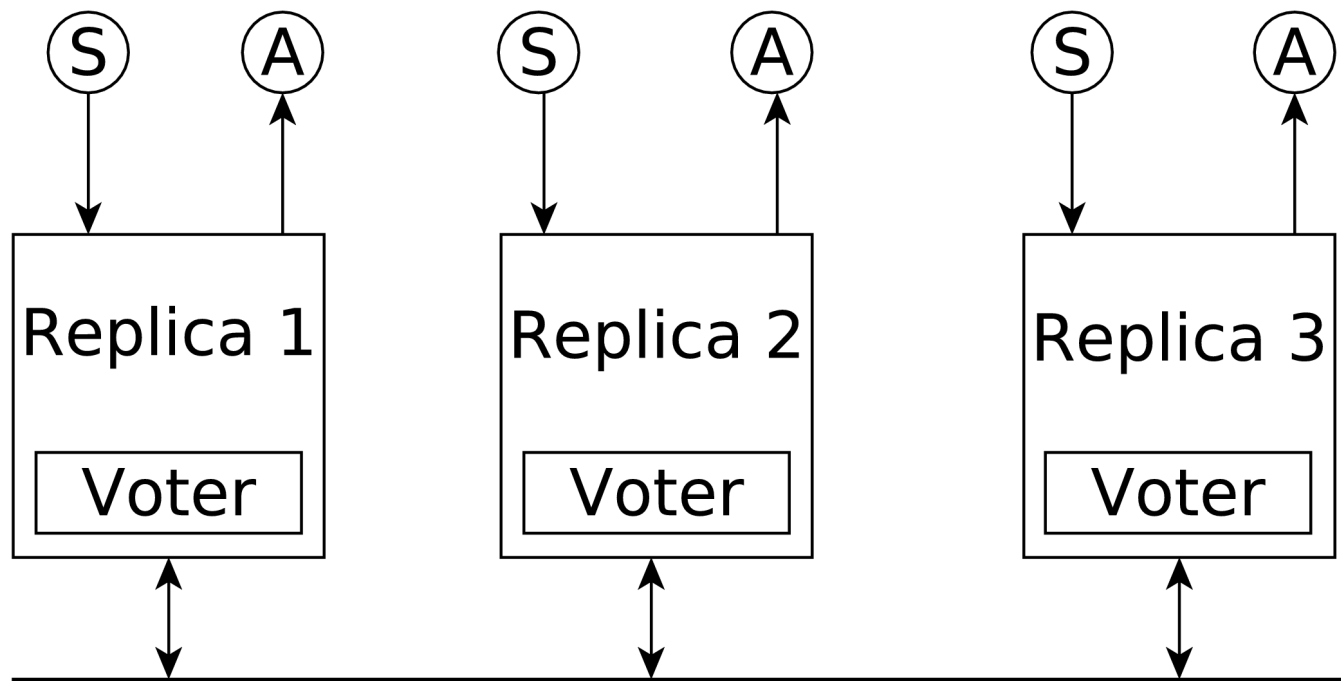


EC	Slave 2	Slave 3	Resultat
1	OK	OK	Lliurat Consistent
2	OK	Fail	No Lliurat Consistent
3	Fail	OK	No Lliurat Consistent
4	Fail	Fail	No Lliurat Consistent

Contingut

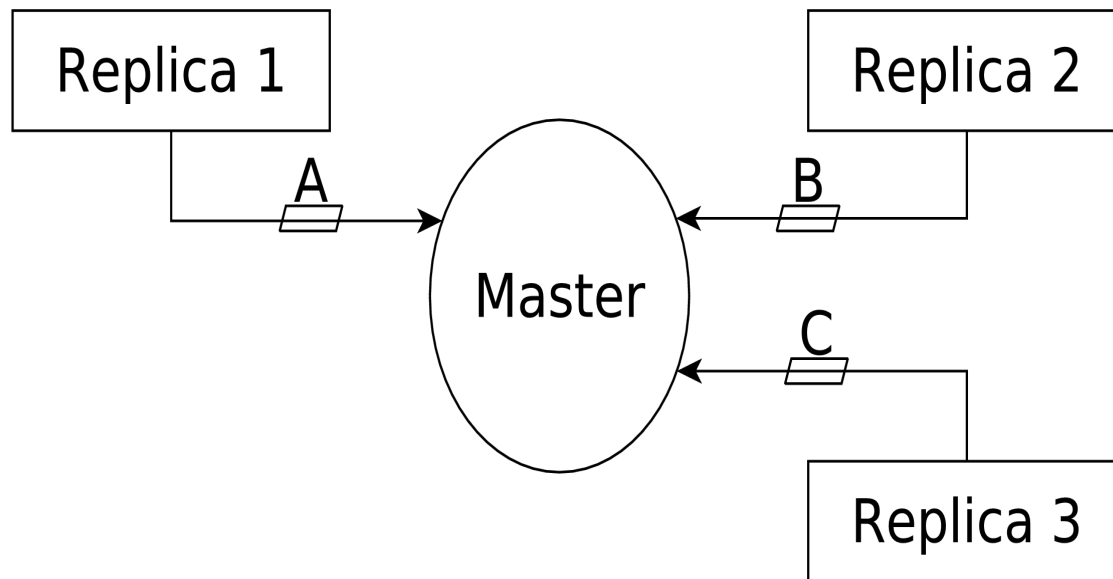
- Estudi de la proposta TOPS
- Estudi del prototip HaRTES
- Implementació de TOPS
- Validació de TOPS
- **Estudi de la proposta CRV**
- Implementació de CRV
- Validació de CRV
- Conclusions
- Referències

Estudi de la proposta CRV



Estudi de la proposta CRV

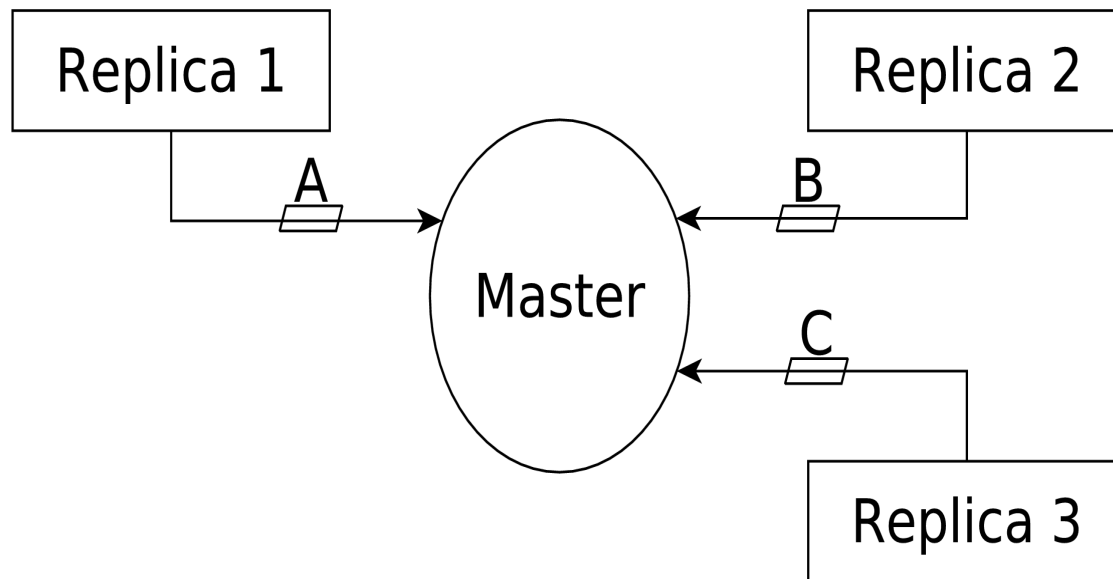
- Sistema retransmissions (no desenvolupat)
- Substitueix l'EC-SV per l'MS-Vector



	A	B	C
Replica 1	T/F	T/F	T/F
Replica 2	T/F	T/F	T/F
Replica 3	T/F	T/F	T/F

Estudi de la proposta CRV

- Algoritme VSUA (té com entrada l'MS-Vector)

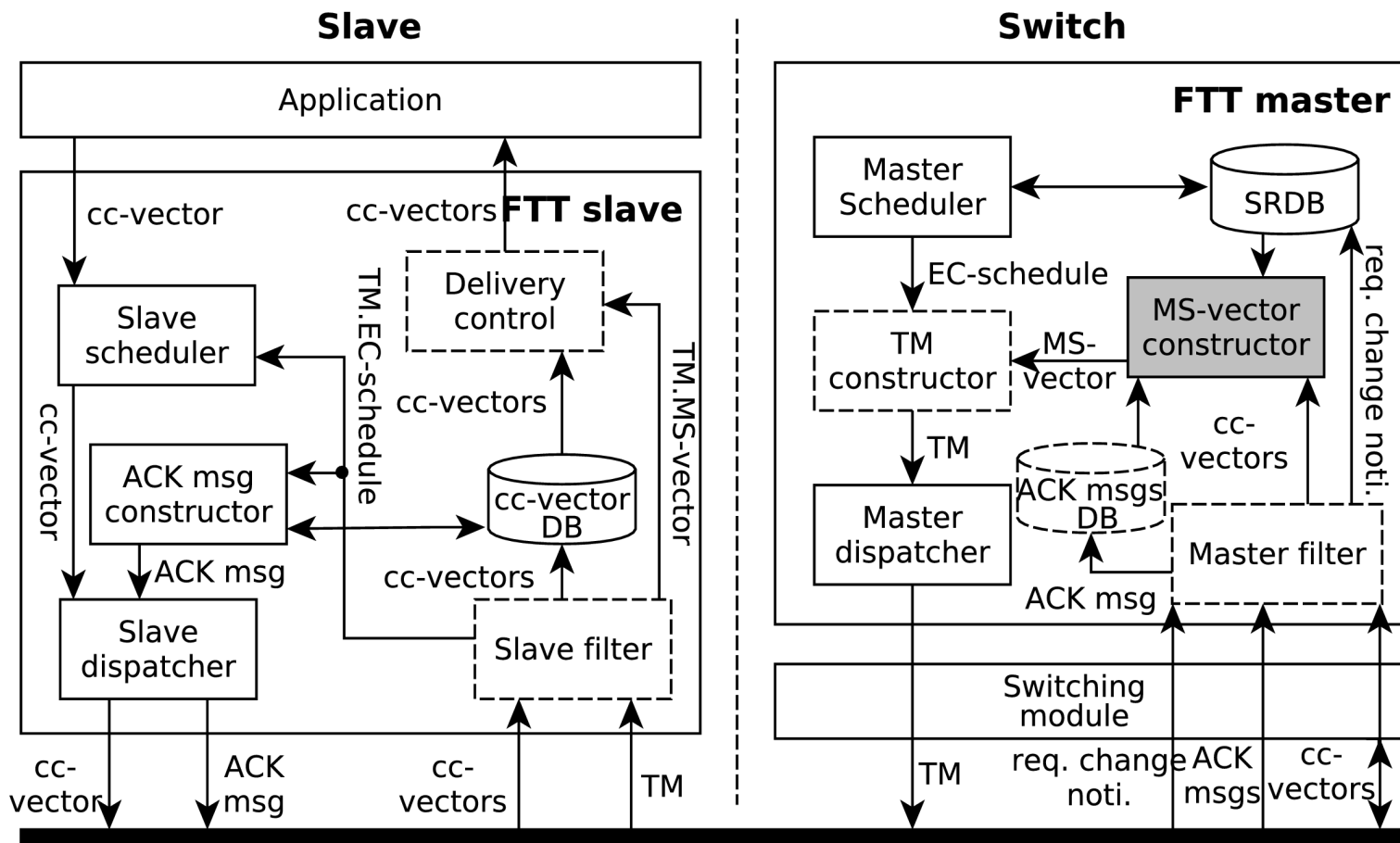


	A	B	C
Replica 1	T	T	T
Replica 2	T	T	F
Replica 3	T	T	T

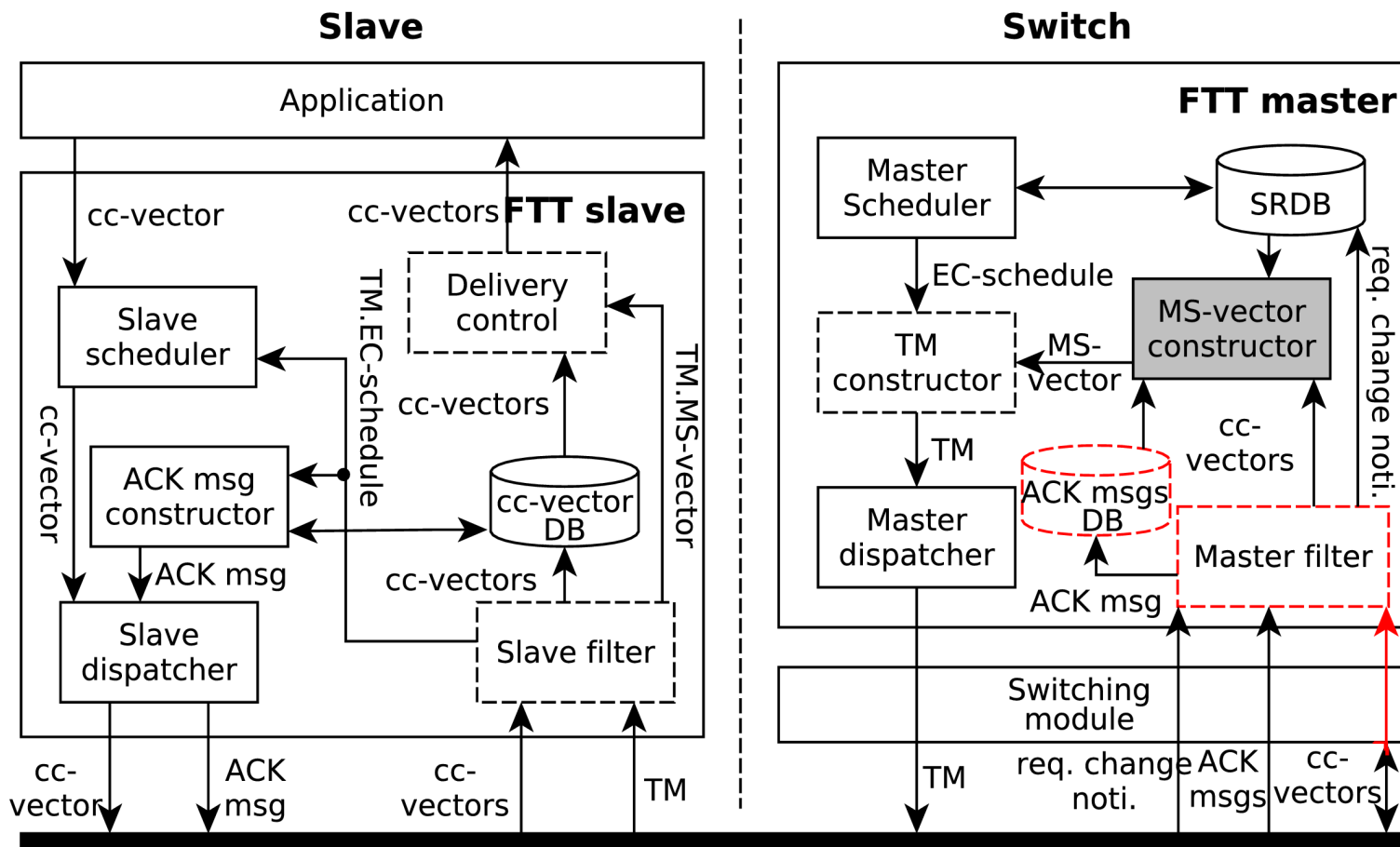
Contingut

- Estudi de la proposta TOPS
- Estudi del prototip HaRTES
- Implementació de TOPS
- Validació de TOPS
- Estudi de la proposta CRV
- **Implementació de CRV**
- Validació de CRV
- Conclusions
- Referències

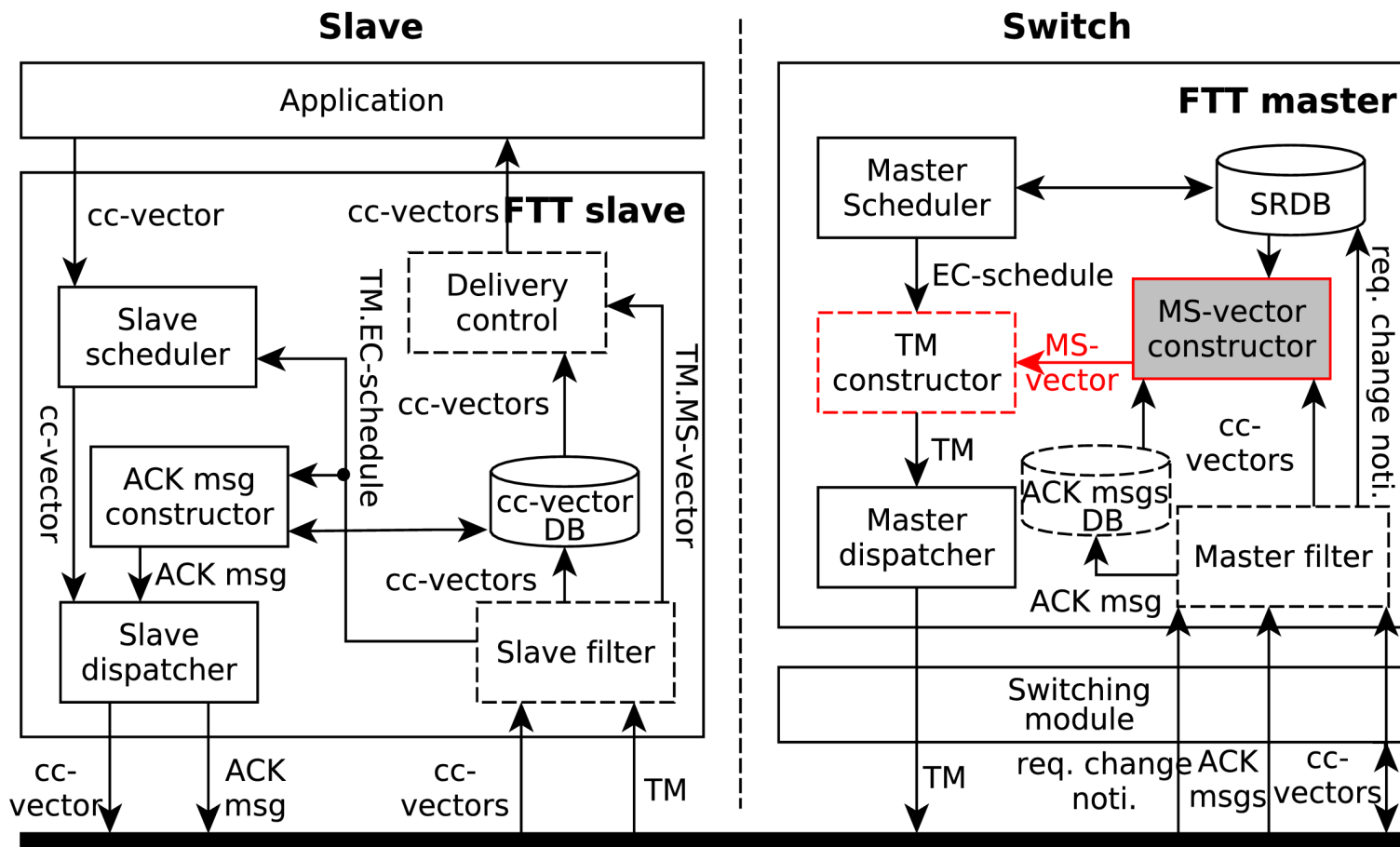
Implementació de CRV



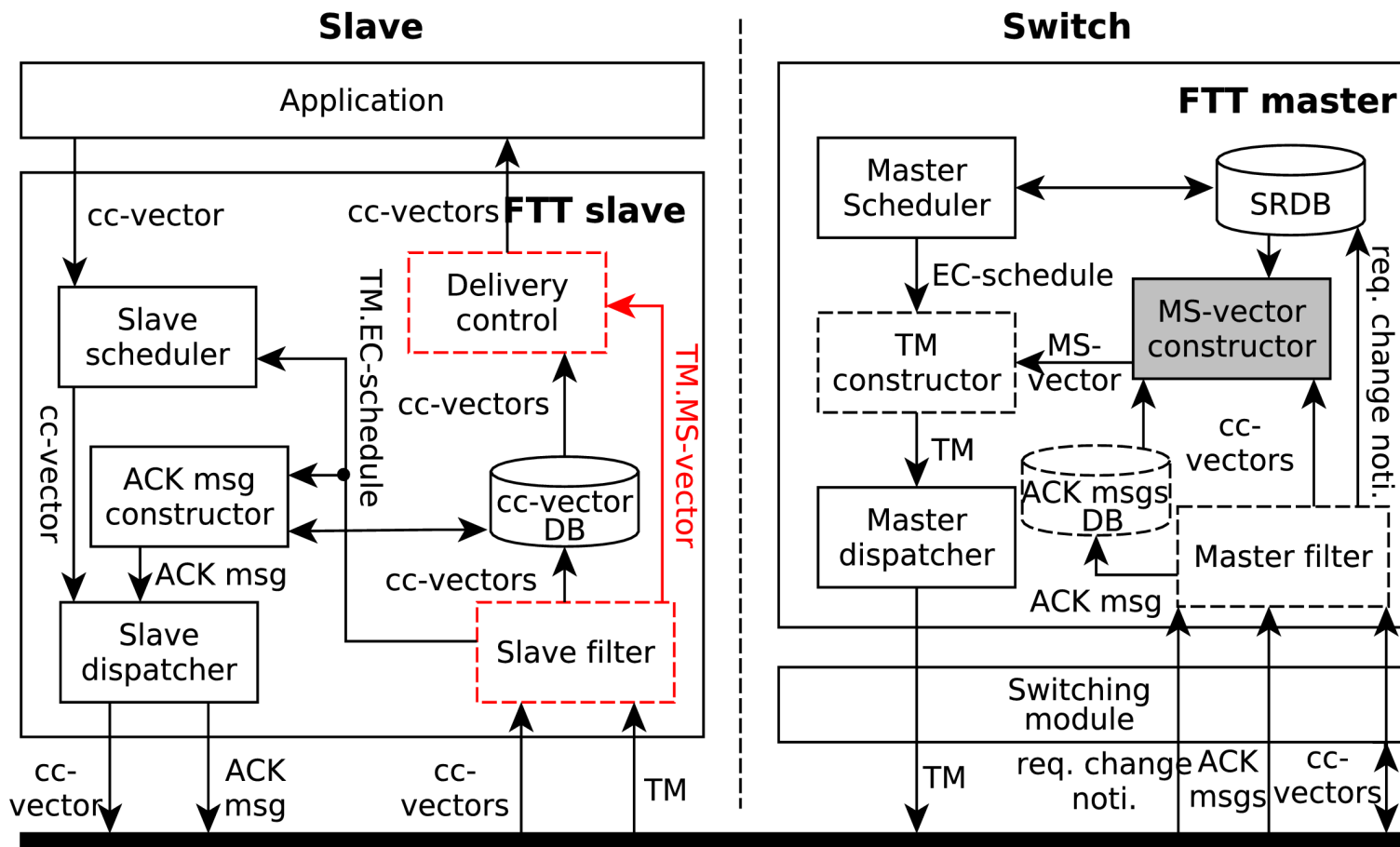
Implementació de CRV



Implementació de CRV



Implementació de CRV



Contingut

- Estudi de la proposta TOPS
- Estudi del prototip HaRTES
- Implementació de TOPS
- Validació de TOPS
- Estudi de la proposta CRV
- Implementació de CRV
- **Validació de CRV**
- Conclusions
- Referències

Validació CRV

- Només amb un sol ordinador:
 - ✓ Contingut MS-Vector
 - ✓ Contingut estructures de dades
 - ✓ Algoritmes matemàtics que utilitza l'VSUA
- Verificació completa per A. Ballesteros et al.:
First Experimental Evaluation of the Consistent Replicated Voting in the Hard Real-time Ethernet Switching architecture

Contingut

- Estudi de la proposta TOPS
- Estudi del prototip HaRTES
- Implementació de TOPS
- Validació de TOPS
- Estudi de la proposta CRV
- Implementació de CRV
- Validació de CRV
- **Conclusions**
- Referències

Conclusions

- Dues propostes de **mecanismes** per a l'intercanvi consistent d'**informació** en un DES: **TOPS** i **CRV**.
- **TOPS** servei de **difusió fiable** per els **missatges síncrons**, les aplicacions reben consistentment cada missatge i en el mateix ordre.
- **TOPS** és massa **restrictiu** per utilitzar **replicació activa**.
- **CRV** modifica TOPS i **aporta** l'algoritme **VSUA**.
- **VSUA**: és suficient que la majoria de nodes rèplica hagin intercanviat consistentment un nombre suficient de missatges.
- Gràcies a **CRV** s'**aprofita** millor la **redundància**.
- Implementació i validació sobre el prototipus **HaRTES**

Contingut

- Estudi de la proposta TOPS
- Estudi del prototip HaRTES
- Implementació de TOPS
- Validació de TOPS
- Estudi de la proposta CRV
- Implementació de CRV
- Validació de CRV
- Conclusions
- **Referències**

Referències

- G. RODRIGUEZ-NAVAS, i J. PROENZA. 2013. A proposal for flexible, realtime and consistent multicast in FTT/HaRTES switched ethernet. A *18th IEEE Conf. on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)*. IEEE, Cagliari, Italy, 1 – 4.
- S. DERASEVIC, M. BARRANCO, i J. PROENZA. 2014. Appropriate consistent replicated voting for increased reliability in a node replication scheme over FTT. A *2014 IEEE Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)*. IEEE, Barcelona, 1 – 4.
- **S. DERASEVIC, M. MELIÀ, A. BALLESTEROS, M. BARRANCO, i J. PROENZA. 2015. First Experimental Evaluation of the Consistent Replicated Voting in the Hard Real-time Ethernet Switching architecture. A *2015 IEEE Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)*. IEEE, Luxembourg.**

Implementació i validació de mecanismes per a l'intercanvi consistent d'informació entre nodes d'un sistema encastat distribuït basat en HaRTES

Maties Melià

Supervisors

Julián Proenza i Alberto Ballesteros

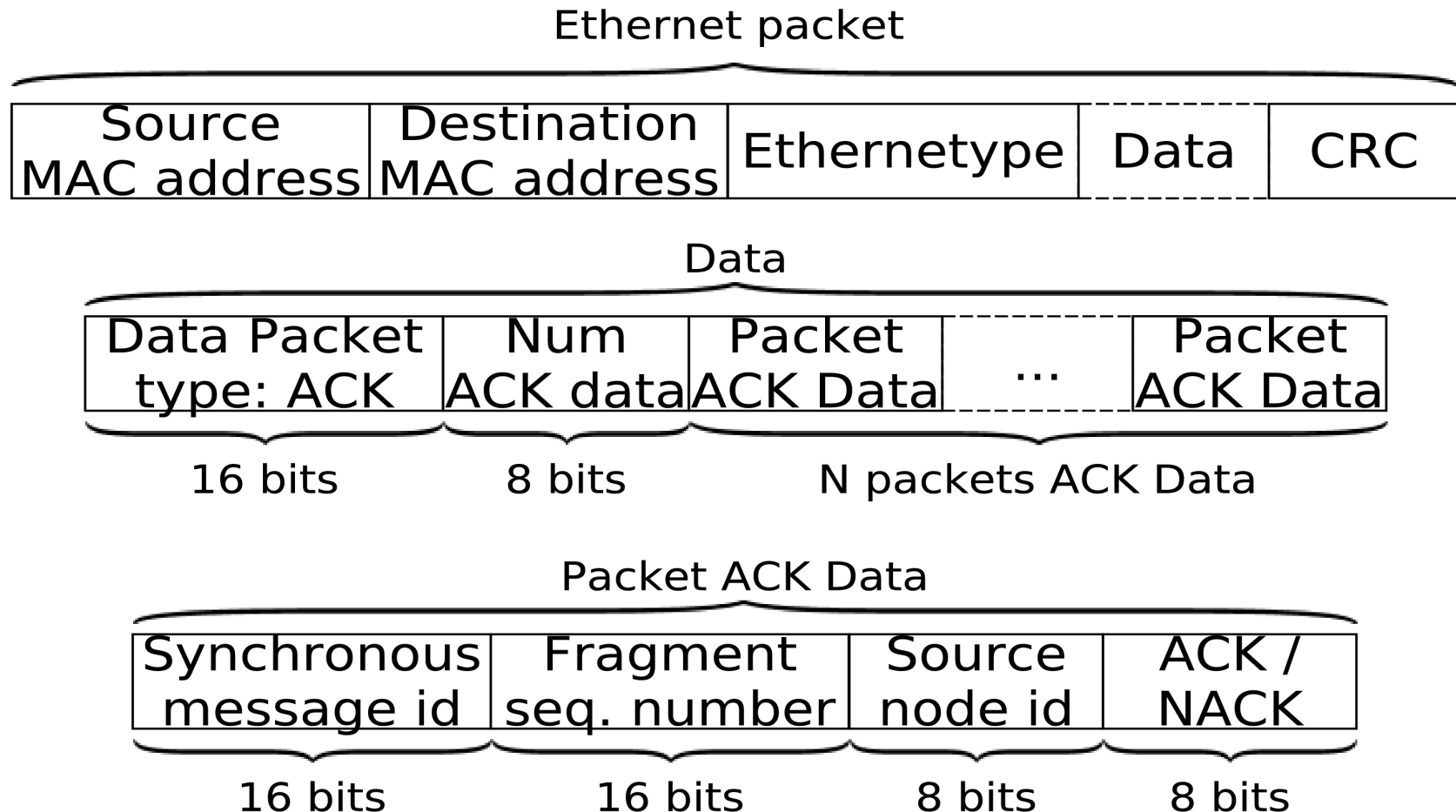


Universitat
de les Illes Balears

Treball Final
Màster Universitari en Tecnologies de la Informació

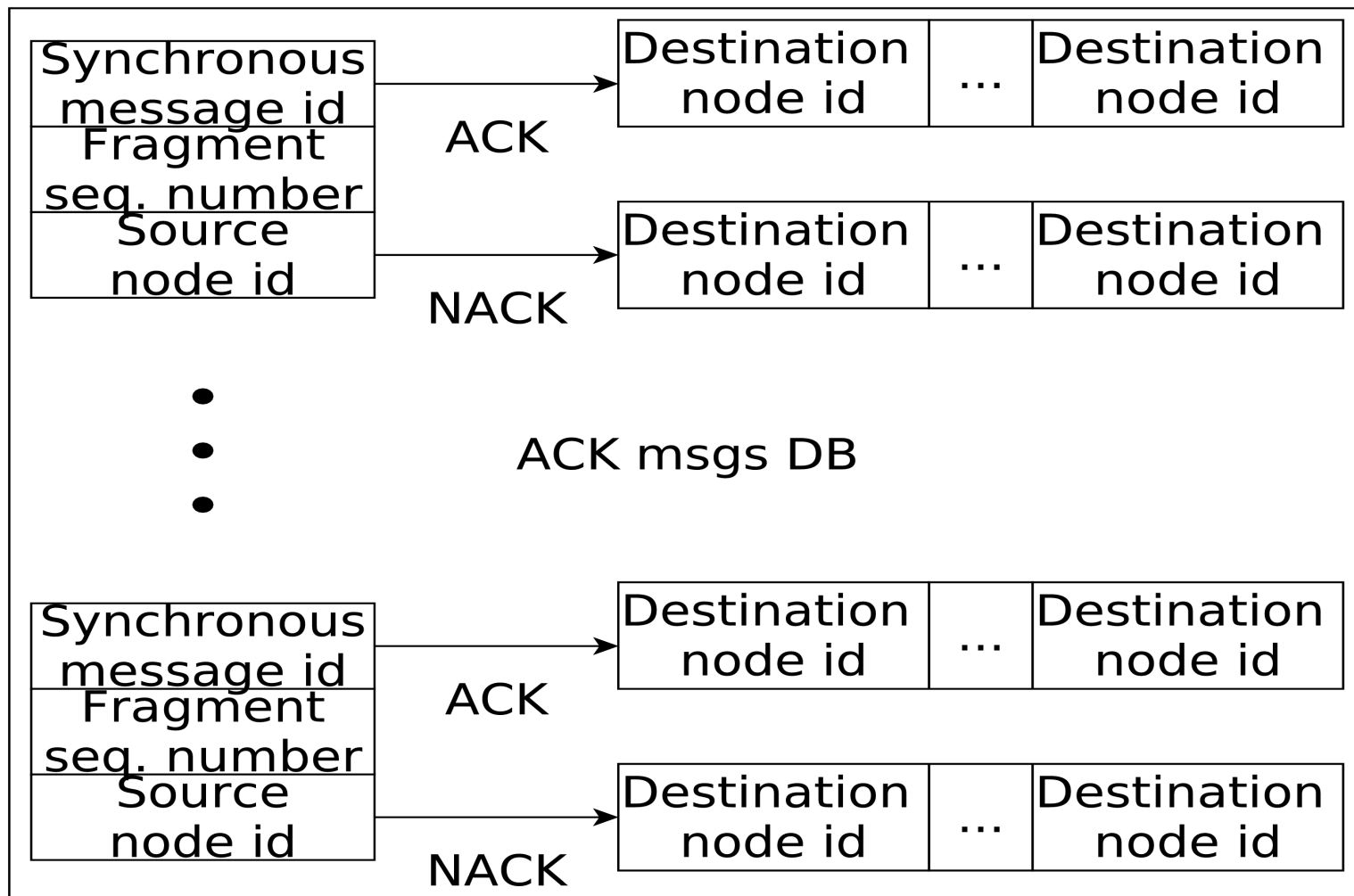
Implementació de TOPS

- Implementació de l'*acknowledge phase*
 - *Estructura dels missatges ACK.*



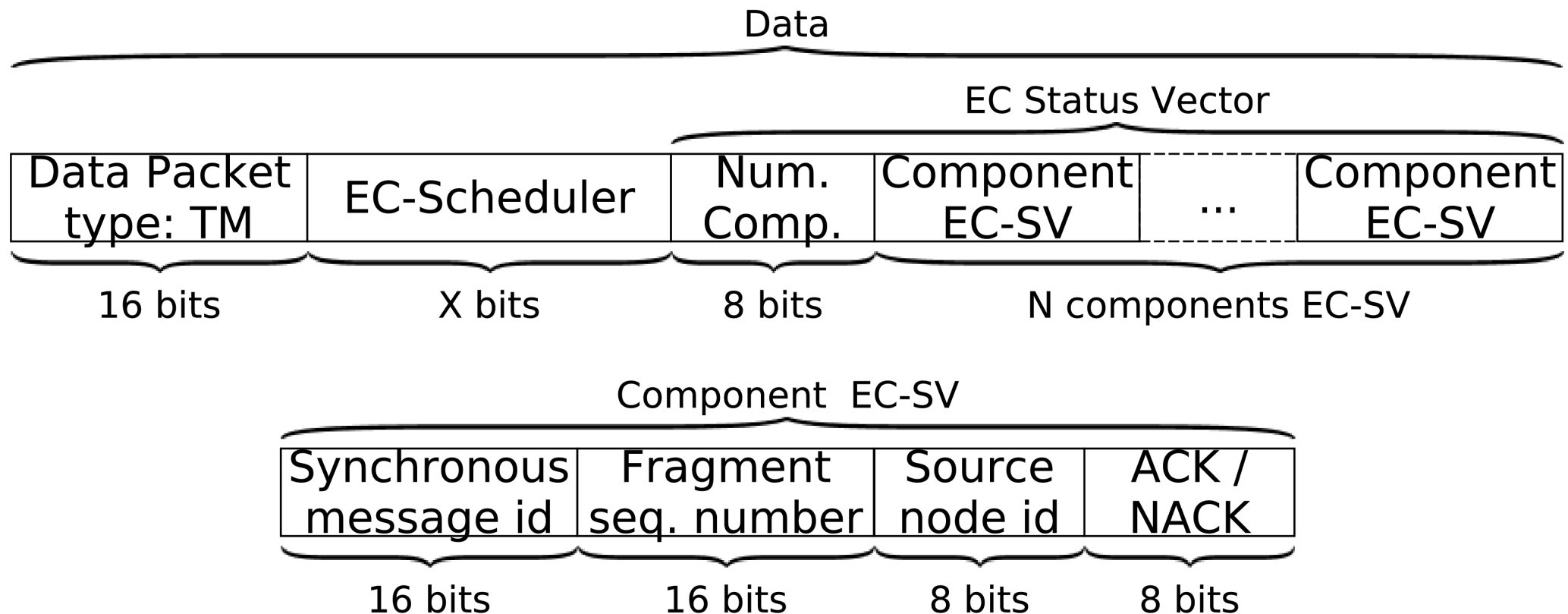
Implementació de TOPS

- Implementació de l'*acknowledge phase*



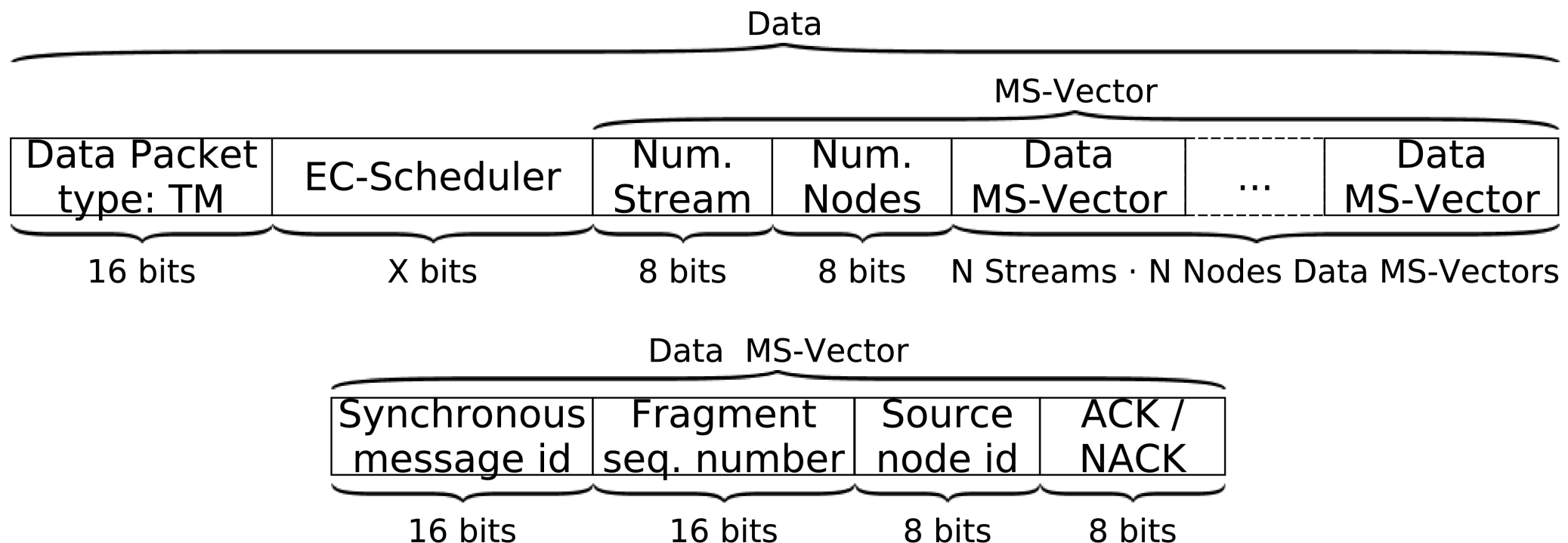
Implementació de TOPS

- Implementació de l'*accept point* i l'*acceptance phase*
 - Estructura de l'*EC-Status vector*



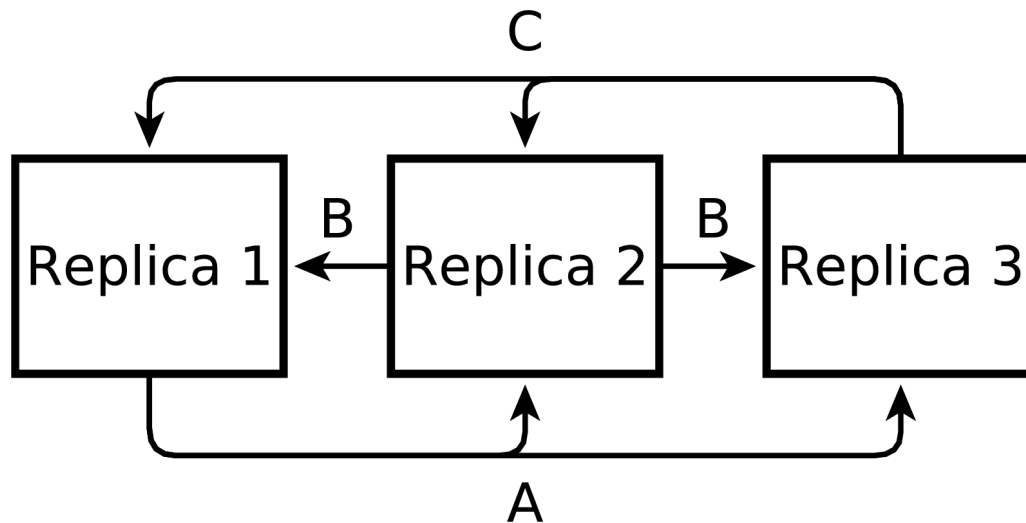
Implementació CRV

- Estructura de l'MS-Vector.



Estudi de la proposta CRV

- Algoritme VSUA (té com entrada l'MS-Vector)



	A	B	C
Replica 1	T	T	T
Replica 2	T	T	F
Replica 3	T	T	T

	A	B	C
Replica 1	T	T	T
Replica 2	T	T	F
Replica 3	T	T	T

	A	B	C
Replica 1	T	T	T
Replica 2	T	T	F
Replica 3	T	T	T

	A	B	C
Replica 1	T	T	T
Replica 2	T	T	F
Replica 3	T	T	T