



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
CASA CENTRAL  
ELO 322 REDES DE COMPUTADORES I  
PRIMER SEMESTRE 2009

# Informe Proyecto: Protocolo ARQ- Híbrido

Integrantes: Ignacio Catrileo D.  
Ignacio García A.

Profesor : Agustín González V.



## Resumen:

Los ARQ como Stop-and-Wait, Go-Back-N y Selective Repeat son protocolos que aseguran la transferencia de datos confiable. Para esto utilizan códigos como CRC para determinar la integridad (ED) y envían ACKs o NAKs si llegan los paquetes enviados, y en caso de no llegar o llegar mal, solicitan una retransmisión.

Una variación de estos protocolos son los ARQ-Híbridos, que además de revisar la integridad de los paquetes recibidos, entregan información que permite corregir algunos errores (FEC), sin la necesidad de solicitar data extra. Esto resulta en la no necesidad de un canal de vuelta hacia el transmisor o de evitar retransmisiones, pero teniendo como costo un mayor ancho de banda. Por esta razón son más utilizados donde realizar una retransmisión es muy costosa o difícil técnicamente. Se puede resumir en que cuando la calidad del enlace es mala es más conveniente usar ARQ-híbridos, pero cuando la calidad del enlace es buena el throughput disminuye. Casos donde esto es requerido son en conexiones inalámbricas de teléfonos móviles como UMTS (3G-4G) y WiMAX móvil (Wi-Fi).

## Tipos de ARQ-híbrido:

El ARQ-híbrido tipo 1, trabaja enviando ED (Error Detection) y FEC (Forward Error Correction) juntos con la información. Cuando el receptor recibe, primero analiza el FEC, y si se presentan errores, tratará de corregirlos, y luego usará el ED para determinar si es correcto. Si la calidad del canal es mala, sólo habrá podido corregir algunos de los errores, y solicitará retransmisiones. Si la calidad del enlace es buena, al encontrar un error éste será corregido con el FEC y no solicitará retransmisión.

Otra implementación de ARQ-híbrido es la tipo 2, que tiene la ventaja de no perder throughput cuando la calidad del canal es buena. La razón de la pérdida de throughput es



normalmente debida a que mientras el tamaño del código ED (como CRC) no excede los cuantos bytes, el código FEC puede llegar a ser del triple del tamaño de la información, disminuyendo el uso del canal para la transmisión de datos. Para evitar esto, el tipo 2 envía sólo bits ED o FEC por transmisión, alternándolos cuando la transmisión es correcta. Primero envía data y el código ED. Si no hay errores, la transmisión termina. Si detecta un error, se produce una retransmisión que incluye parte del código FEC. Si corrige el error y pasa el código ED, termina. Si solicita una nueva retransmisión, se envía otra parte del código FEC, y combina ambos para tratar de corregir el error. El receptor seguirá solicitando retransmisiones hasta que se envíe todo el código FEC, si no se ha corregido la información con ninguno de los reenvíos. El diagrama siguiente ilustra el funcionamiento:

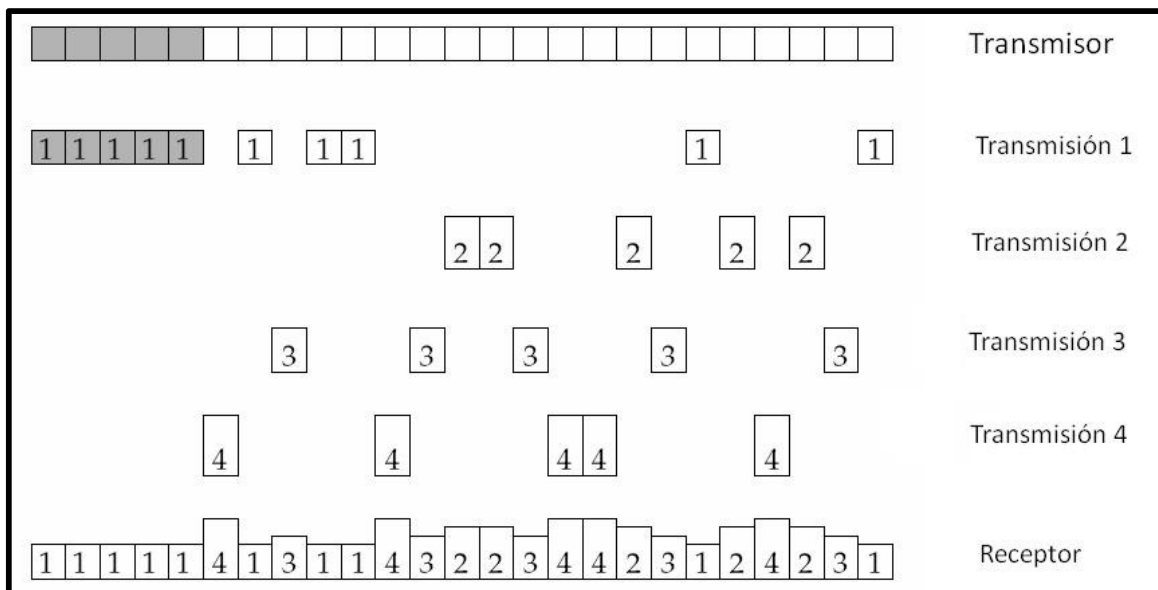


Fig.1 Diagrama HARQ

También existe ARQ-híbrido tipo 3, que es prácticamente idéntico al tipo 2, pero cada retransmisión genera su propio código FEC.



## Cómo funciona el código FEC:

Las implementaciones prácticas de los códigos de correcciones de errores son complejas, pero una explicación a groso modo que explica su funcionamiento básico es la siguiente:

| Data | Conversión<br>FEC |
|------|-------------------|
| 000  | 0                 |
| 001  | 0                 |
| 010  | 0                 |
| 100  | 0                 |
| 111  | 1                 |
| 110  | 1                 |
| 101  | 1                 |
| 011  | 1                 |

Tabla 1 Conversión FEC

Lo que realiza el código en este caso es tomar el “promedio”, o asumir un valor dependiendo del que más se repita. Luego este código FEC es recibido por el receptor, y si tiene que utilizarlo para corregir errores, toma el FEC y lo convierte a información asumiendo el que ocurre con más frecuencia de los asociados a cada FEC. Este ejemplo es muy ineficiente, pero explica a grandes rasgos cómo funciona.

## Aplicaciones:

HARQ es utilizado mayoritariamente por las redes inalámbricas de telefonía móvil, debido a la evidente vulnerabilidad de éstas en cuanto a los establecimientos de conexión.



Debido a su acelerado crecimiento, las redes de telefonía móvil como **3G** han adoptado este protocolo para mejorar la transmisión confiable de datos.

HARQ es usado en HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) y HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access) los cuales proveen transmisión de alta velocidad de bajada y subida respectivamente para redes de telefonía móvil como UMTS (que trabaja con 3G), y en el estándar IEEE 802.16-2005 para acceso inalámbrico de banda ancha móvil, también conocido como "mobile WiMAX". También ha sido utilizado en 3GPP Long Term Evolution que es un paquete de mejoras sobre UMTS.

El HARQ de tipo 1 también es usado en G.hn, un estándar de LAN de alta velocidad que puede operar con tasas de transmisión de hasta 1 Gbps sobre el cableado casero (línea de teléfono, coaxial, etc.). G.hn usa CRC para ED, LDPC para FEC y Selective Repeat para ARQ. HARQ es generalmente implementado en hardware más que en software, debido a la velocidad que éste debe actuar.

## Conclusiones

HARQ ayuda a abrir paso frente al crecimiento de la Internet y las redes de telecomunicaciones, mejorando las conexiones entre equipos aumentando la confiabilidad de las transmisiones. Las redes inalámbricas siempre serán susceptibles a más pérdidas que las redes alámbricas, es decir, el problema siempre existirá. Es por esto que protocolos como HARQ y futuros otros de la misma índole ayudan y ayudarán al desarrollo de las telecomunicaciones de hoy y el mañana.

## Referencias

- Wikipedia: Hybrid Automatic Repeat Request  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid\\_automatic\\_repeat-request](http://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid_automatic_repeat-request)
- Soljanin, Emina; Ruoheng Liu and Predrag Spasojevic (2004). "[Hybrid ARQ with Random Transmission Assignments](#)". *Advances in network information theory*.