

# **FX.25**

## **Forward Error Correction Extension to AX.25 Link Protocol**

Presented by Jim McGuire  
KB3MPL

# Synopsis

---

- Issue - AX.25 packets are easily damaged
  - Single bit error causes discard
  - Error recovery at Layer 2 and above
  - No recovery for connectionless operation
- FX.25 intended to remedy situation
  - FEC applied at bottom of Layer 2
  - Compatible with existing AX.25 deployments
  - Future growth path

# AX.25 Packet Review

---

- From the AX.25 Version 2.2 specification

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110

Figure 3.1a U And S Frame Construction.

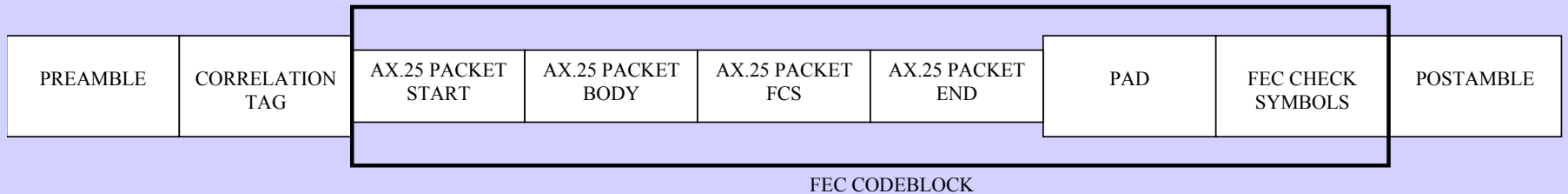
Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 Bits	8/16 Bits	8 Bits	N*8 Bits	16 Bits	01111110

Figure 3.1b Information Frame Construction.

# FX.25 Frame Structure

---

- Encapsulation of AX.25 Packet



# FX.25 Frame Elements

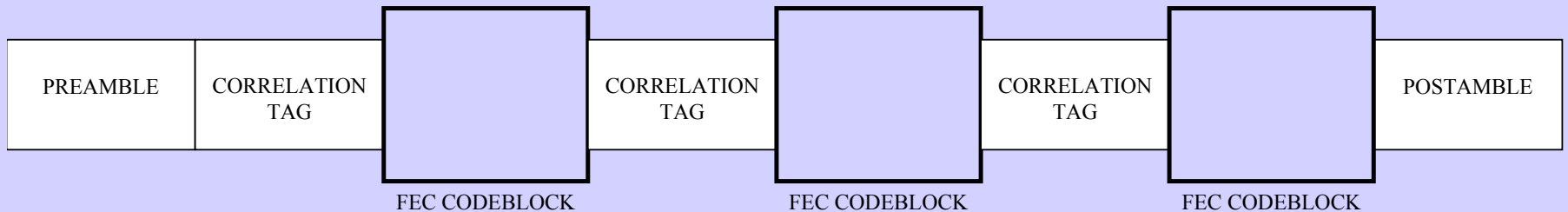
---

- Preamble
- Correlation Tag
- FEC Codeblock
  - AX.25 Packet
  - Pad bytes
  - FEC Check Symbols
- Postamble

# Multi-Frame Concatenation

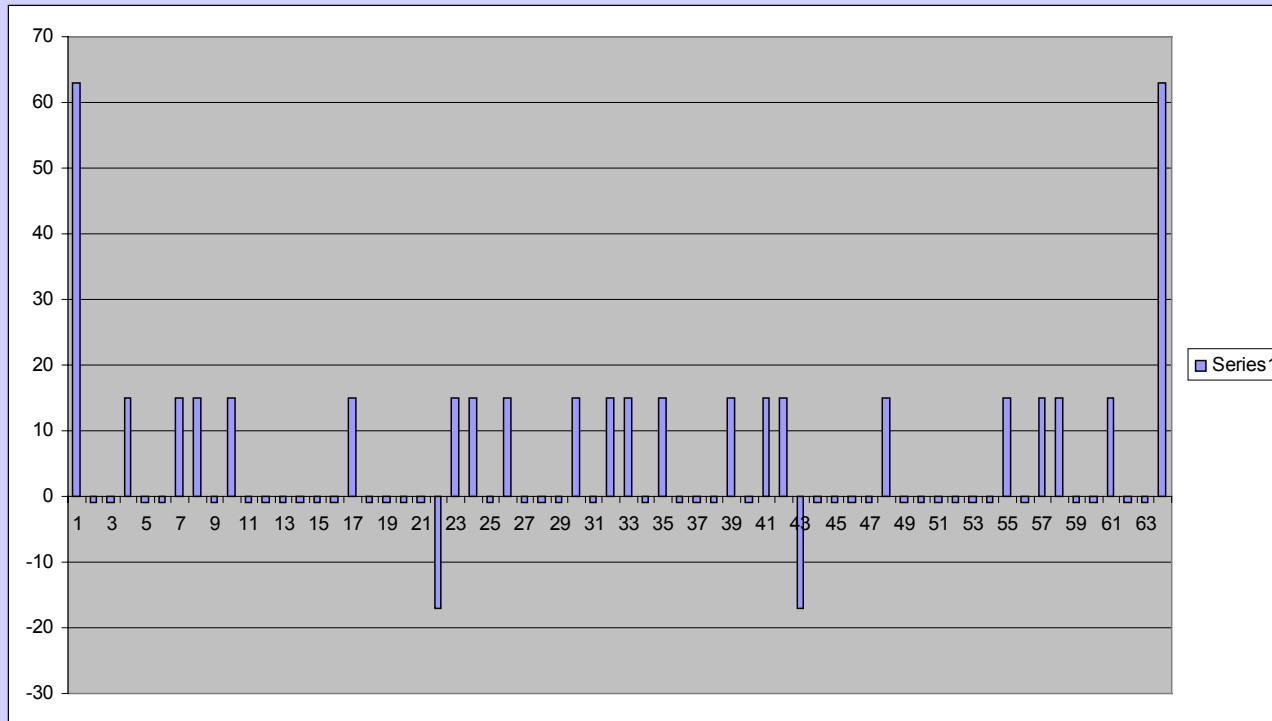
---

- Chain multiple Frames together in a single block



# FX.25 Performance

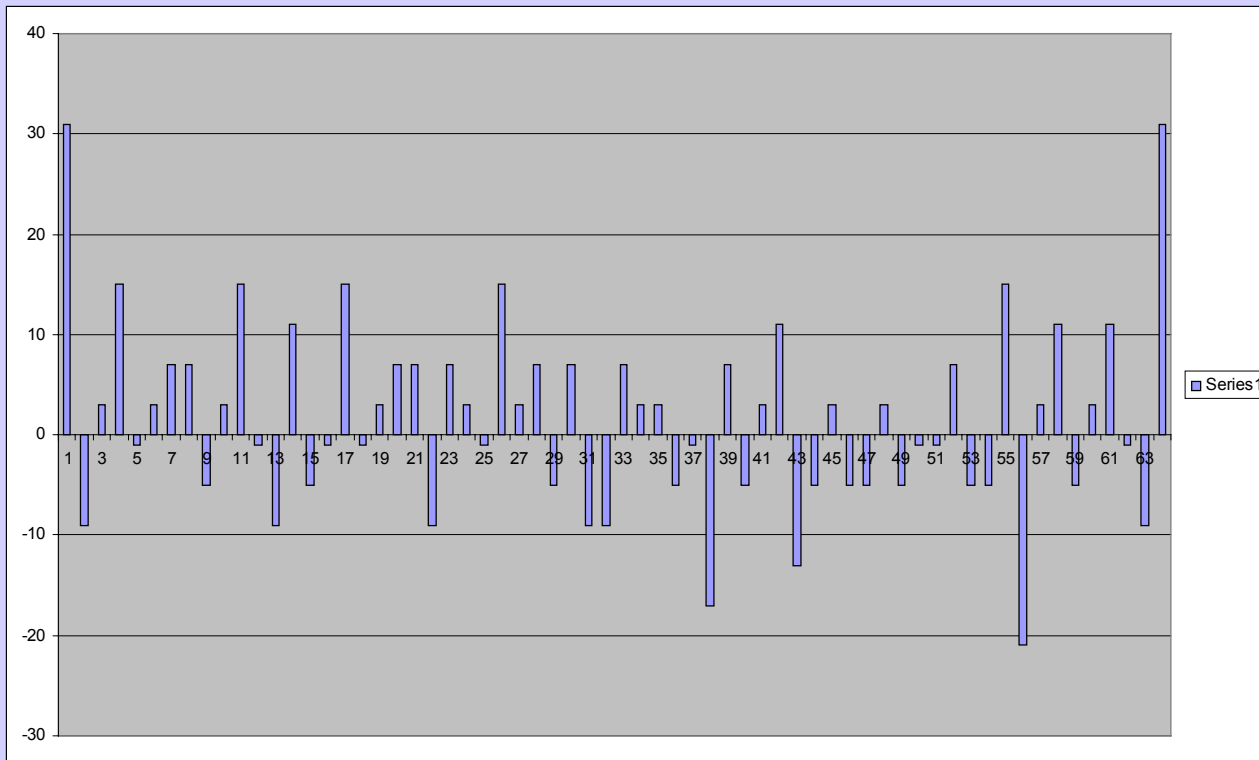
- Correlation Tag



- High Auto-correlation, Low Cross-Correlation

# FX.25 Performance

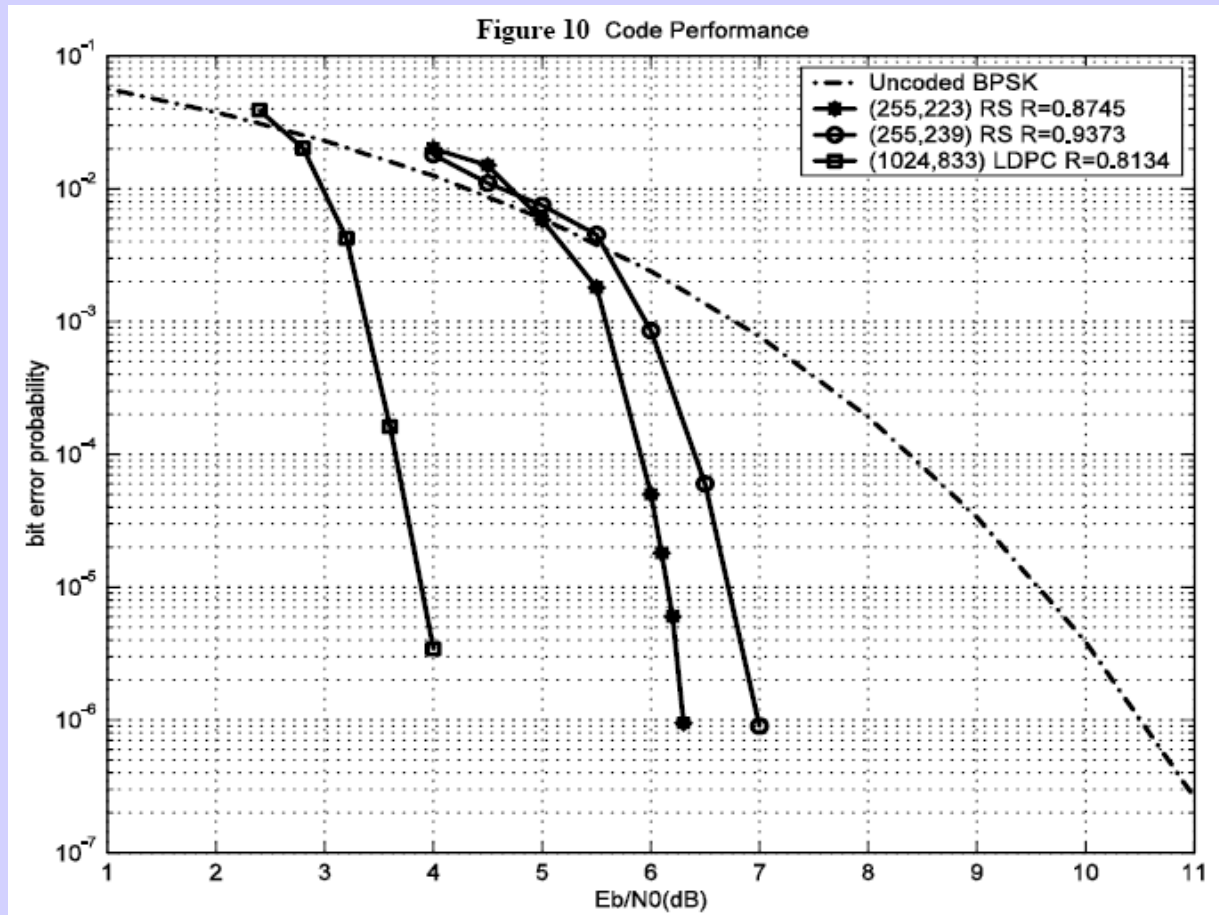
- Correlation Tag - 16/64 bits in error





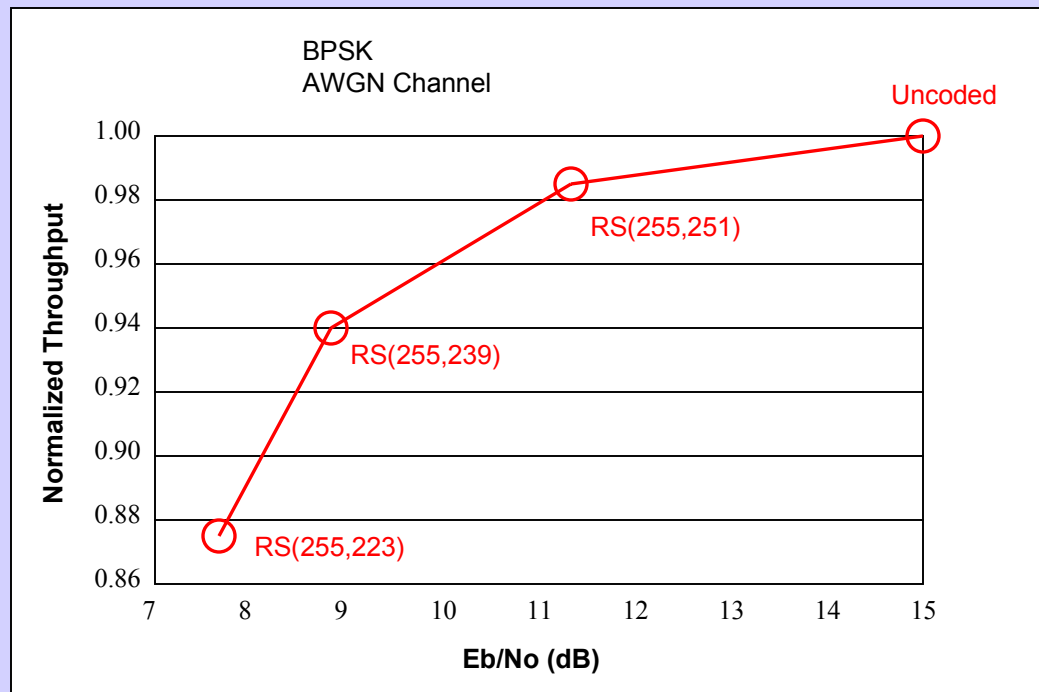
# FX.25 Performance

- Error Correction



# FX.25 Performance

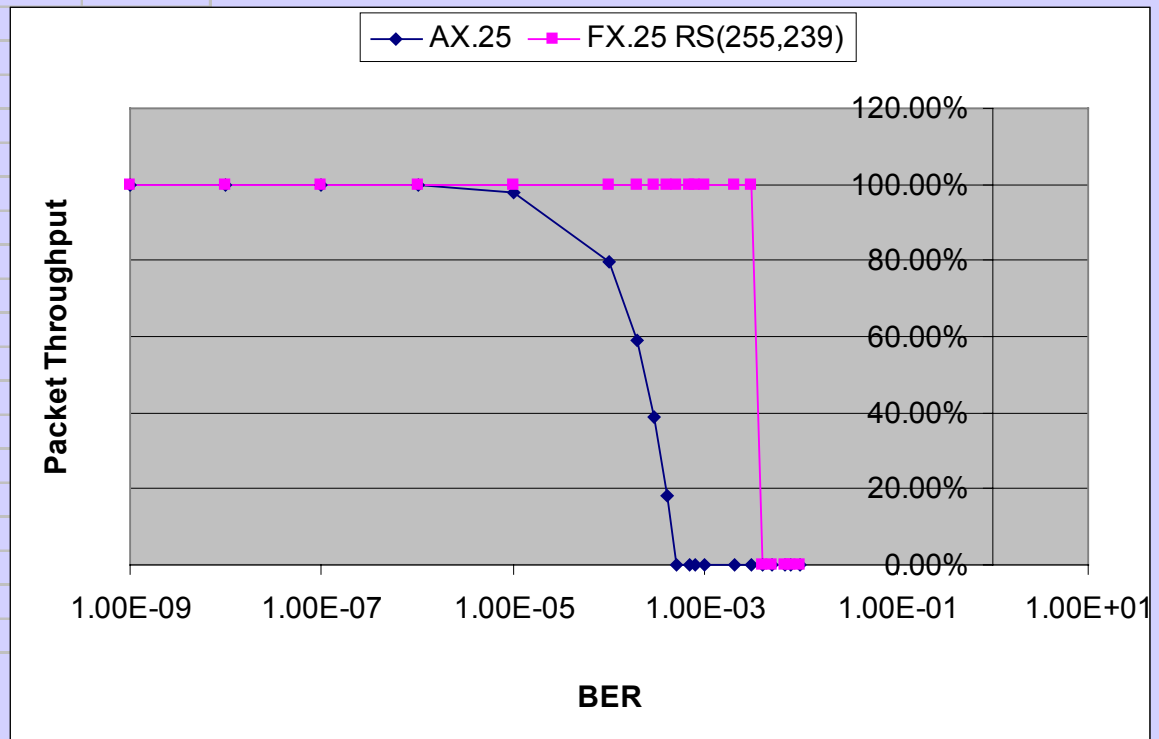
- Link Utilization vs. Bandwidth



# FX.25 Performance

- Packet Throughput Comparison

AX.25 Channel BER vs. Packet Throughput			255 byte packet Uniform error rate	
Channel BER	Packet Size (bits)	AX.25 Throughput (%)	RS(255,239) Throughput (%)	
1.00E-09	2040	100.00%	100.00%	
1.00E-08	2040	100.00%	100.00%	
1.00E-07	2040	99.98%	100.00%	
1.00E-06	2040	99.80%	100.00%	
1.00E-05	2040	97.96%	100.00%	
1.00E-04	2040	79.60%	100.00%	
2.00E-04	2040	59.20%	100.00%	
3.00E-04	2040	38.80%	100.00%	
4.00E-04	2040	18.40%	100.00%	
5.00E-04	2040	0.00%	100.00%	
7.00E-04	2040	0.00%	100.00%	
8.00E-04	2040	0.00%	100.00%	
1.00E-03	2040	0.00%	100.00%	
2.00E-03	2040	0.00%	100.00%	
3.00E-03	2040	0.00%	100.00%	
4.00E-03	2040	0.00%	0.00%	
5.00E-03	2040	0.00%	0.00%	



# FX.25 Application

---

- Depends on environment
  - Control Operator still need to make “good” decisions
- Desirable in connectionless operation
  - Beacons and Unidirectional Telemetry
  - No opportunity for retransmission request
- Resource Tradeoffs

# FX.25 Tx Demo

```
0000000 7e 86 a2 40 40 40 40 60 96 84 66 9a a0 98 62 a8
0000020 8a 98 8a 9a 40 61 03 f0 54 68 69 73 20 69 73 20
0000040 61 20 74 65 73 74 20 6f 66 20 46 58 2e 32 35 2e
0000060 20 54 68 69 73 20 74 65 73 74 73 20 68 6f 77 20
0000100 46 58 2e 32 35 20 65 6e 63 61 70 73 75 6c 61 74
0000120 65 73 20 61 6e 20 41 58 2e 32 35 20 70 61 63 6b
0000140 65 74 20 61 6e 64 20 70 72 6f 76 69 64 65 73 20
0000160 65 72 72 6f 72 20 63 6f 72 72 65 63 74 69 6f 6e
0000200 2e 20 49 20 61 6d 20 6e 6f 77 20 70 61 64 64 69
0000220 6e 67 20 74 68 69 73 20 74 6f 20 66 69 6c 6c 20
0000240 32 35 36 20 62 79 74 65 73 20 61 73 20 62 65 73
0000260 74 20 61 73 20 70 6f 73 73 69 62 6c 65 2e a2 c2
0000300 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
0000320 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
0000340 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
0000360 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
```

# FX.25 Tx Demo

```
0000000 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
0000020 3e 2f 53 8a df b7 4d b7 7e 86 a2 40 40 40 40 60
0000040 96 84 66 9a a0 98 62 a8 8a 98 8a 9a 40 61 03 f0
0000060 54 68 69 73 20 69 73 20 61 20 74 65 73 74 20 6f
0000100 66 20 46 58 2e 32 35 2e 20 54 68 69 73 20 74 65
0000120 73 74 73 20 68 6f 77 20 46 58 2e 32 35 20 65 6e
0000140 63 61 70 73 75 6c 61 74 65 73 20 61 6e 20 41 58
0000160 2e 32 35 20 70 61 63 6b 65 74 20 61 6e 64 20 70
0000200 72 6f 76 69 64 65 73 20 65 72 72 6f 72 20 63 6f
0000220 72 72 65 63 74 69 6f 6e 2e 20 49 20 61 6d 20 6e
0000240 6f 77 20 70 61 64 64 69 6e 67 20 74 68 69 73 20
0000260 74 6f 20 66 69 6c 6c 20 32 35 36 20 62 79 74 65
0000300 73 20 61 73 20 62 65 73 74 20 61 73 20 70 6f 73
0000320 73 69 62 6c 65 2e a2 c2 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
0000340 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
0000360 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
0000400 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e d8 7c 5b 2d 42 cc 28 19 86
0000420 67 d0 d1 93 b6 66 5a 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
0000440 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
```

# FX.25 Tx Demo

```
7e 86 a2 40 40 40 40 60 96 84 66 9a a0 98 62 a8
8a 98 8a 9a 40 61 03 f0 54 68 69 73 20 69 73 20
61 20 74 65 73 74 20 6f 66 20 46 58 2e 32 35 2e
20 54 68 69 73 20 74 65 73 74 73 20 68 6f 77 20
46 58 2e 32 35 20 65 6e 63 61 70 73 75 6c 61 74
65 73 20 61 6e 20 41 58 2e 32 35 20 70 61 63 6b
65 74 20 61 6e 64 20 70 72 6f 76 69 64 65 73 20
65 72 72 6f 72 20 63 6f 72 72 65 63 74 69 6f 6e
2e 20 49 20 61 6d 20 6e 6f 77 20 70 61 64 64 69
6e 67 20 74 68 69 73 20 74 6f 20 66 69 6c 6c 20
32 35 36 20 62 79 74 65 73 20 61 73 20 62 65 73
74 20 61 73 20 70 6f 73 73 69 62 6c 65 2e a2 c2
7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
```

256-byte AX.25 Packet

```
7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
3e 2f 53 8a df b7 4d b7 7e 86 a2 40 40 40 40 60
96 84 66 9a a0 98 62 a8 8a 98 8a 9a 40 61 03 f0
54 68 69 73 20 69 73 20 61 20 74 65 73 74 20 6f
66 20 46 58 2e 32 35 2e 20 54 68 69 73 20 74 65
73 74 73 20 68 6f 77 20 46 58 2e 32 35 20 65 6e
63 61 70 73 75 6c 61 74 65 73 20 61 6e 20 41 58
2e 32 35 20 70 61 63 6b 65 74 20 61 6e 64 20 70
72 6f 76 69 64 65 73 20 65 72 72 6f 72 20 63 6f
72 72 65 63 74 69 6f 6e 2e 20 49 20 61 6d 20 6e
6f 77 20 70 61 64 64 69 6e 67 20 74 68 69 73 20
74 6f 20 66 69 6c 6c 20 32 35 36 20 62 79 74 65
73 20 61 73 20 62 65 73 74 20 61 73 20 70 6f 73
73 69 62 6c 65 2e a2 c2 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e d8 7c 5b 2d 42 cc 28 19 86
67 d0 d1 93 b6 66 5a 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
7e 7e 7e 7e 7e 7e 7e
```

FX.25 encapsulated AX.25 Packet