



Salz SNR calculation for 2.5G and 5GBASE-T over unequal-length channels of Cat5e/6 cabling with various bundling distances

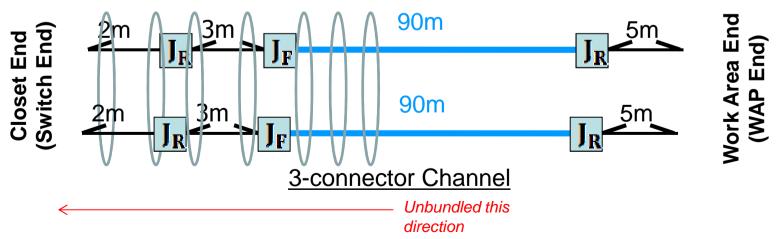
P802.3bz 9/14/2015

Richard Mei Benji Boban George Zimmerman

Test Configurations (Recap)

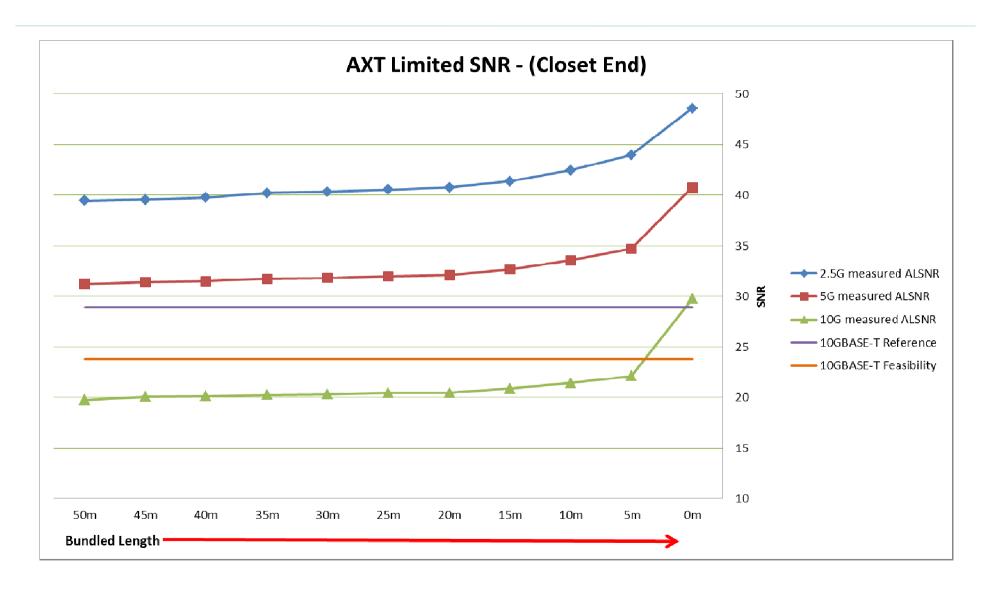


- 6-A-1 100 meter, 3-connector channels (see below) were unbundled from the Work Area end, leaving only 50m bundled at the Closet End. The channels were then unbundled in 5m increments.
 - Cabling components used in these channels were mainstream products typically found in North America and Europe
 - Alien crosstalk were measured from both ends
- Alien crosstalk of the victim channel were averaged at each frequency point for SNR calculation
 - 2.5G utilized data out to 100 MHz
 - 5G utilized data out to 200 MHz
 - 10G utilized data out to 400 MHz



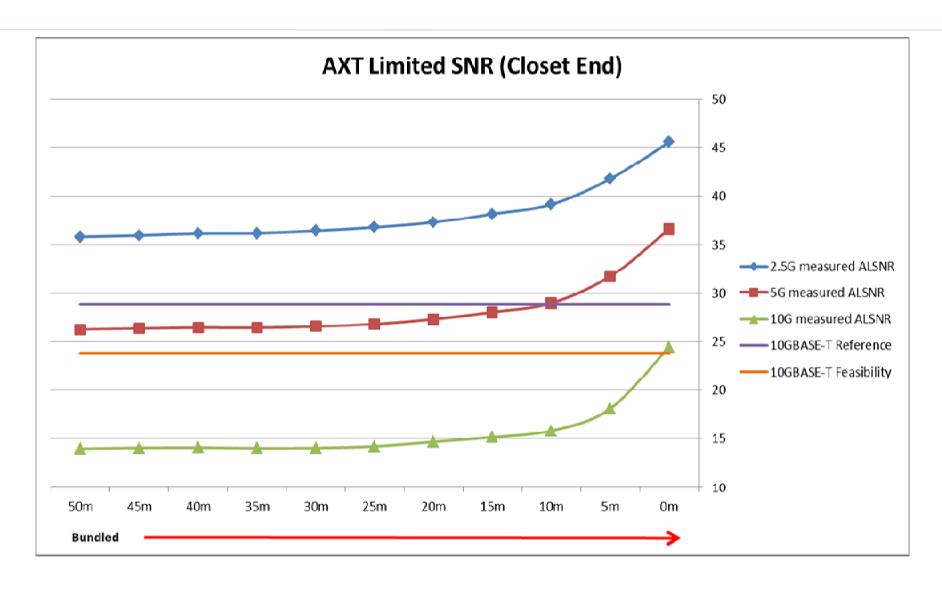
Analysis for Cat-6 Cabling – Closet End (Recap)





Analysis for Cat-5e Cabling - Closet End (Recap)





Extension to other unequal-length use cases



- The intent of this study is to generate a reference table that guides cabling standard committees on their TSB and TR for the installed base cabling
- The tables on the next page are reference tables for 2.5G and 5G feasibility over Unequal length bundled channels.
 - Green indicates Application Assurance
 - Yellow indicates application testing is needed.
 - Blue indicates the configuration is not applicable.
 - The Upper right hand corner of the cell depicts 2.5G application and the lower right hand represents 5G application.
- Each table indicates a static length of the victim. The disturbers and the bundling length are varied. As with the equal length case the maximum bundling length is 50m.

Category 5e – 100m



V=100m CAT 5e													
Structured Cabling	Bundling Distance (meters)												
	2.5G										_		
	5G	50 Y	45 Y	40 Y	35 Y	30 Y	25 Y	20 Y	15 Y	10 Y	5 Y	O	
	100	V	V	V	V	V	V	V	V	V	Υ	Υ	
	95	V	V	V	V	V	V	V	V	V	Y	V	
	33	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
	90	V	V	V	V	V	V	V	V	V	Y	Y	
	85	V	V	V	V	V	V	V	V	V	Υ	Y	
	80	Y	V	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
	80	V	V	V	V	V	V	Y	Y	Y	Y	Y	
	75	V	V	V	V	V	V	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	
	70	V	V	V	V	V	V	Y	Y	Y	Y	Y	
) E		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
met	65	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
)sup	60	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	
Dsurber Lengtrs (meter)	55	N/A N/A	v Y	v Y	v Y	Y	Y	Y	Y	v Y	Y	V Y	
er L	33	N/A	N/A	Y	Y	· Y	· Y	· Y	Y	, Y	Y	Y	
e e	50	N/A N/A	N/A N/A	Y N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
Dist	45	N/A	N/A	N/A	Y	Υ	Υ ,	Y	Y	Υ	Y	Y	
	40	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	× /	Y	× ×	Y	Y	
	40	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
	35	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Υ	Y	Y	Υ	Y	Υ	
	30	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	Y	Y	Y	Y	Y	
		N/A	Y	Y	Y	Y							
	25	N/A N/A	Y N/A	Y	Y	Y							
	20	N/A	Υ	Υ	Υ								
	15	N/A N/A	Y	v Y									
	13	N/A	N/A	Y									
= Applicatio	10	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		N/A	N/A	N/A	N/A	Υ	

Category 5e – 95m



V=95m CAT 5e tructured Cabling						Bundling	Distance	(meters))			
	2.5G											
	5G	50 N/A	45 N/A	40 N/A	35 N/A	30 N/A	25 N/A	20 N/A	15 N/A	10 N/A	5 N/A	0 N/A
	100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	95	V	V	V	V	V	V	V	V	Υ	Υ	Υ
	90	V	V	V	V	V	V	V	V	Y	Y	V
	90	Y	Y	Y	Y	V	Y	Y	Y	Y	Y	1
	85	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Y	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	80	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	75	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	70	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
Dsuber lengtrs (meter)		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	, ,
e e	65	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
9	60	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Α ,
盘		N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	,
<u>p</u>	55	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
Þ		N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	, Y
¥	50	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y,
. ¥	45	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	Y	v v	Y	y Y	y Y	Y	Y	V
		N/A	N/A	N/A	N/A	, A	, Y	, ,	, A	, A	, A	, v
	40	N/A	N/A	N/A	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	,
	35	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Y N/2	Y	Y	Y	Y	Y
	30	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	Y	Y	Y	Y	Y
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	, A	,
	25	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y
	20	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y
	15	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	Y	V
	13	N/A N/A	N/A	N/A N/A	N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A	N/A	Y
	10	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Υ

Category 5e – 90m



V=90m CAT 5e Structured												
Cabling						Bundling	Distance	(meters)				
	2.5G											
	5G	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
	100	N/A	N/A	N/A N/A	N/A	N/A N/A	N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A	N/A
	100	N/A N/A										
	95	N/A										
	33	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	90	V	V	V	V	V	V	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	85	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	80	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	75	Y	Y	Y ;	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	70	Y	Y	~	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
c	70	Y	Y Y	Y	Y	Y	Y	Y Y	Y	Y Y	Y	Y
9	65	v ,	v .		v .	v .	v .	v ·	v .	v .	v .	v .
Ĕ		Y	· Y	· Y	· Y	· Y	· Y	Y	· Y	· Y	· Y	· Y
9	60	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Dsurber Lengths (meter)		N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<u>Þ</u>	55	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
<u>p</u>		N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
목	50	N/A	N/A	Y	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
<u>55</u>		N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Δ	45	N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	40	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	40	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	35	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	, Y	· Y	Y
	30	N/A	N/A		N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Υ
		N/A	Y	Y	Y	Y						
	25	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ						
		N/A	Y	Y	Y							
	20	N/A	(N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Υ	Υ	Υ
		N/A	Y	Y								
	15	N/A	Y NI (2	Y								
	10	N/A N/A	N/A	N/A	N/A	V						
′ = Applicatio	10				,		IA/A	IN/A	N/A	N/A	N/A	

Category 5e – 85m



V=85m														
CAT 5e														
Structured														
Cabling	Bundling Distance (meters)													
	2.5G													
	5G	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	O		
		N/A												
	100	N/A												
		N/A												
	95	N/A	N/A N/A	N/A										
	90	N/A N/A	N/A	N/A N/A										
	30	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
	85	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ		
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
	80	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ		
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
	75	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
	70	v ,	v ,	v	v ,	v ,	v ,	v	v	v ,	v	v		
<u>Fi</u>		Y	, A	, Y	, A	, A	· Y	Y	, Y	Y		, Y		
<u>a</u>	65	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ		
Dsturber Lengths (meter)		Y	Y	Y	Y	Y	Υ	Υ	Y	Y	Υ	Y		
<u>s</u>	60	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ		
36		N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
	55	N/A N/A	Y N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
<u>8</u>	50	N/A	N/A	v ,	v .	v ,	v ,	v ,	v ,	v ,	v ,	y '		
		N/A	N/A	N/A	· Y	· Y	Y	· Y	· Y	· Y	· Y	· Y		
<u> </u>	45	N/A	N/A	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ		
		N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
	40	N/A	N/A	N/A	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ		
	25	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
	35	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y		
	30	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y		
		N/A	· Y	· Y	· Y	· Y								
	25	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ								
		N/A	Y	Υ	Y									
	20	N/A	Υ	Υ	Υ									
		N/A	Y	Y										
	15	N/A N/A	Y N/A	Y										
	10	N/A	Y											
′ = Applicatio										,,,,	7			

Category 6 – 100m



100m CAT6 Structured Cabling	Bundling Distance (meters)											
		50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
		Υ Υ	45 Y	Υ Υ	Y	Y	Y	20 Y	A TP	Y	Y	Y
	100	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	95	Υ	Υ ,	Υ	γ .	γ .	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
	90	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	50	Y		Y	Y	Y	Y	Y	, A	Y	Y	
	85	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	80	Y	Y	Υ	- Y	- Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	75	Y	Y	× ×	>/	>/	Y /	Y	< /	Y	Y	Y
	75	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<u>(s</u>	70	Υ	Υ	Y	Υ	Υ ,	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Y
atar	65	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Dsurbar lengtrs (meters)		Y	Y	Y	Y	Y ,	Y	Y	Y	Y	Y	Y
atte	60	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
len	55	N/A	Υ(2	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
ber	50	N/A N/A	N/A N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
stur		N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
۵	45	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	40	N/A	N/A	N/A	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
	35	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y
	30	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A	Y	Y	Y	Y
	25	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ						
	20	N/A N/A	Y	Y	Y							
		N/A	Y	Y								
	15	N/A N/A	Y N/A	Y								
	10	N/A	N/A	Υ								

Conclusions and Next Steps



Based on this experiments with mainstream Category 5e and 6 cabling:

- Category 6 works....
- Category 5e requires validation, but can work....
 - 2.5Gbps will work with correct Power Back off Application
 - 5Gbps essentially only needs to be validated if the victim length is greater than 80m
- Repeat the entire process for the minimally compliant Cat-5e and 6 cabling
 - Generate a set of reference tables
 - Overlap these tables with the known references
 - Define the range of green, yellow or even red zone for the application