



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

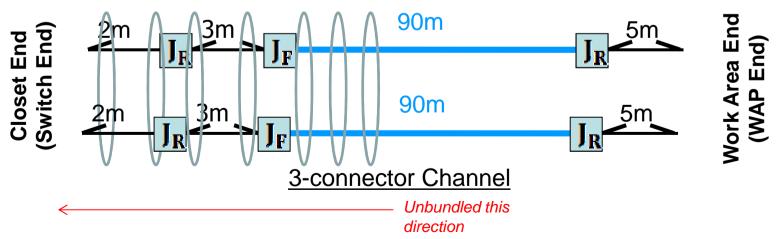
P802.3bz 9/14/2015

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



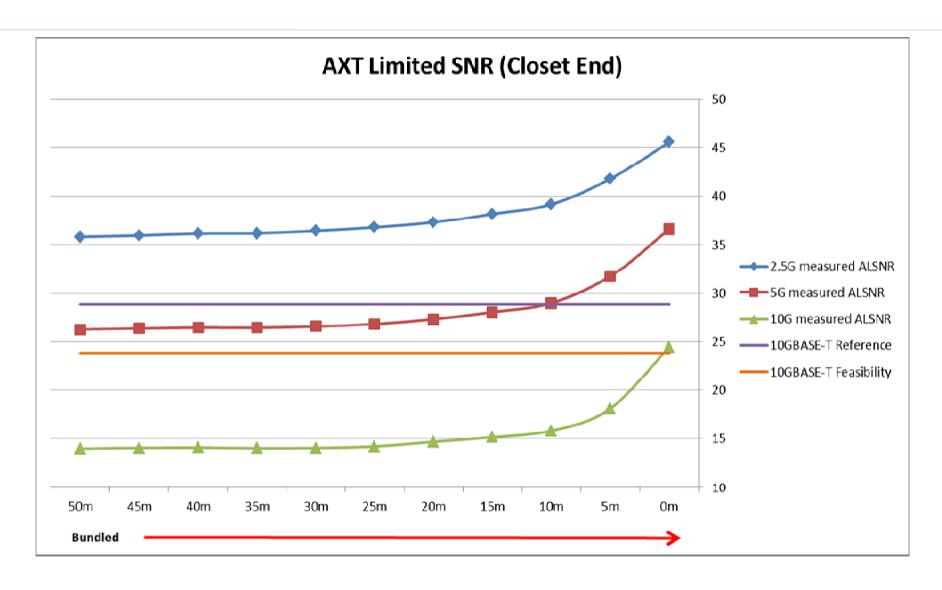
Analysis for Cat-6 Cabling – Closet End (Recap)





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					ı	Bundling	Distance	(meters))			
	2.5G 5G	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
		Y	Y	Y	Y	V	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	100	V	V	V	V	Y	V	V	V	V	Y	Y
	95	V	V	V	V	V	V	V	V	V	Y	Y
	90	V	V	V	V	V	V	V	V	V	Y	Y
	85	V	V	V Y	V	V	V Y	V	V Y	V Y	Y	Y
	80	V	V	>	V	V	V	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
	75	V	V	V	V	V	V	Y	Y	Y	Y	Y
	70	V	V	Y	V	V	V	Y	Y	Y	Y	Y
Dsurber Lengtrs (meter)	65	Y	Y	>/	Y	Y	Y >	Y	Y	Y	Y	V
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
App.	60	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
ь Б	55	N/A N/A	Y N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Eurb	50	N/A N/A	N/A N/A	Y N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
D _S	45	N/A	N/A	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
	40	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	Y	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	Y	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
	25	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	Y	Y	V
		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	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	Y N/A	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 N/A	Y
= Applicatio	10	N/A	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	Υ	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	\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \
¥	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	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	N/A N/A		
	95	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	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		
	85	Υ	Υ	\ >	Υ	Υ	Y	Υ	Υ	Υ	Y	Υ		
		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	Υ	Υ	Y	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ		
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
$\widehat{}$	70	Y	Y	Υ ;	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
Ē	65	Y	Y	Y ,	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
3 e	65	Y	Y	Y Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
<u>-)</u>	60	v v	V	× ×	V	V	Y	V	V	v	Y	Y		
Osurber Lengtrs (meter)	- 50	N/A			, A	' Y	' Y	Y	Y	, A	' Y	Y		
<u> </u>	55	N/A	v .	· ·	v .	v .	v .	v .	v .	v .	v .	v .		
		N/A	N/A	· Y	· Y	· Y	· Y	· Y	· Y	Y	· Y	Y		
\$	50	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Υ	Y	Y		
慐		N/A	N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
Ĕ	45	N/A	N/A	N/A	Υ	Υ	Y	Υ	Υ	Υ	Y	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		
		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	Υ		
		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	Υ	Y	Y	Y	Υ		
	25	N/A	N/A	N/A N/A	N/A	N/A N/A	N/A	N/A	V	V	V	v Y		
	25	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	Y	Y		
	20	N/A		N/A	N/A	N/A		N/A	N/A	v .	v	V		
	20	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		Y		
	15	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Υ	Y		
		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		
′ = Applicatio	n Assured I	V = Applica	tion Not A	sured V =	Validate /	Application	with Test	ina						

Category 5e – 85m



V=85m														
CAT 5e														
Structured														
Cabling	Bundling Distance (meters)													
	2.5G	T				Darraning	Distance	(meters)						
	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	<u> </u>	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					E	Bundling	Distance	e (meters	;)			
<u> </u>		50	45	40	35		25	20	15	10	5	0
		Υ Υ	45 Y	Υ Υ	Y	30 Y	Y	Y	A TP	Y	Y	Y
	100	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	95	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	90	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	85	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
	80	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	75	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	70	Υ	Υ	Υ	γ .	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ .	Υ
Osturbar lengths (meters)	65	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
jue	65	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
ths (60	Υ	Υ	Y	Y	Υ	Y	Υ	Υ	Υ	Y	Y
arg	55	N/A N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
ærl		N/A	N/A	Y	Y	Υ	Y	Y	Y	Y	Y	Y
turb	50	N/A N/A	N/A N/A	N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Dist	45	N/A	N/A	N/A	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ	Υ
	40	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		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	Y N/A	Y	Y	Y	Y	Y
	30	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Υ	Υ	Υ ,	Υ	Υ
	25	N/A N/A	Y	Y	Y	Y						
	25	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	Y	Y
	20	N/A	Υ	Y	Y							
	15	N/A N/A	Y	Y								
		N/A	N/A	Y								
/ = Application A	10	N/A	N/A	I Y								

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