Microwave Link

Microwave Link ဆိုတာဘာလဲ

အခုလက်ရှိမှာ တစ်နေရာနဲ့ တစ်နေရာ High-capacity Data တွေကို Data Rate များများနဲ့ ပို့လွှတ်ချင်တဲ့အခါမှာ အများအားဖြင့် အသုံးပြုတဲ့ လမ်းကြောင်း (၃) ခုရှိပါတယ်။ Fiber ရယ် ၊ Microwave ရယ် ၊ Satellite တို့ပဲ ဖြစ်ပါတယ်။ ဥပမာအားဖြင့် AH အဝေးပြေးလမ်းမကြီးတွေလိုပါပဲ။ အဲ့ဒီ (၃) ခုထဲကမှ Microwave Link အကြောင်းအနည်းအငယ် သိသလောက် Knowledge Sharing လုပ်ပါမယ်။

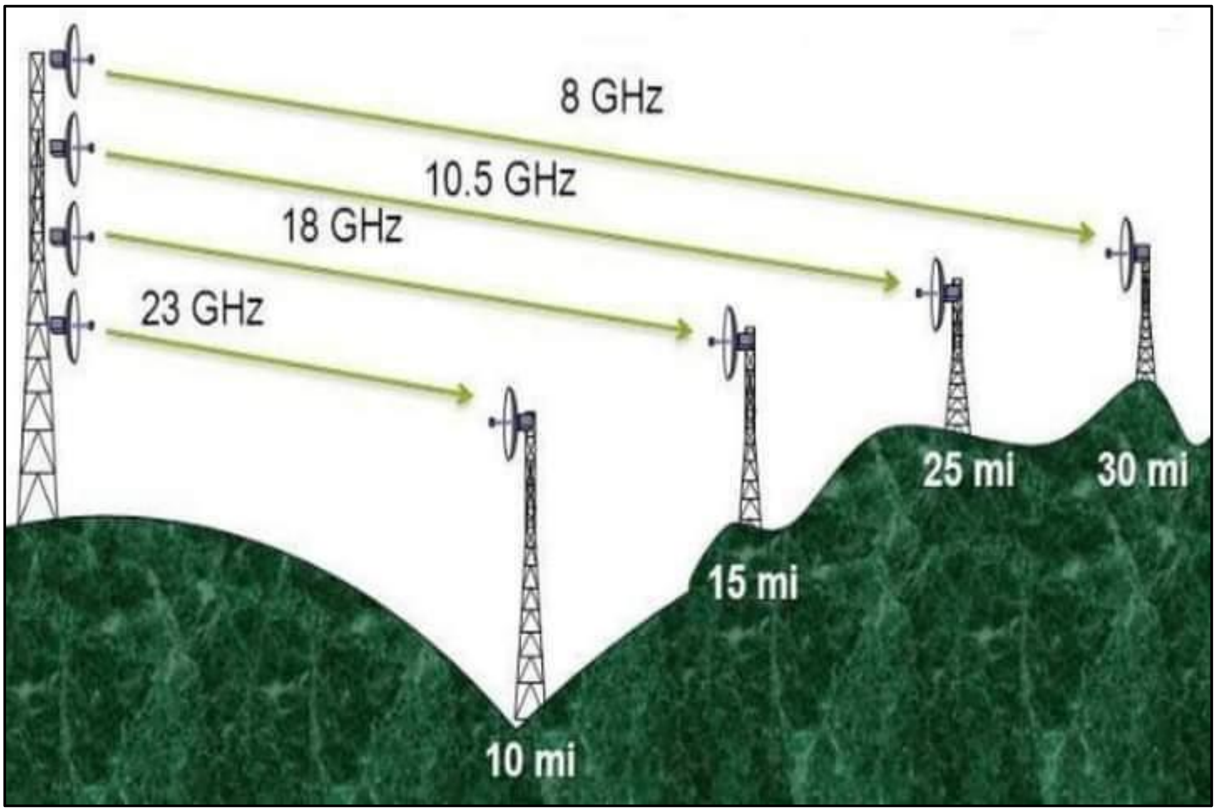
Microwave Link ဆိုတာက တစ်နေရာနဲ့တစ်နေရာ ၊ တစ်မြို့နဲ့တစ်မြို့ Data တွေကို Transport လုပ်ဖို့အတွက် အသုံးပြုတဲ့ Point-to-Point Wireless Communication တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။ Point-to-Point ဆိုတာကတော့ Wireless Communication မှာ Antenna (၂) ခုဟာ တစ်ခုနဲ့တစ်ခု Ray ကို တည့်တည့်ထိုးချိန်ပြီးတော့ Communicate လုပ်ရတဲ့ System ပဲဖြစ်ပါတယ်။ Point-to-Point ကို P2P လို့ပဲနောက်ပိုင်းမှာအသုံးပြုပါ့မယ်။ Microwave Link တစ်ခုဟာ P2P ဖြစ်တဲ့အတွက် အသုံးပြုရတဲ့ Antenna တွေက Highly Directional Antenna တွေဖြစ်ဖို့လိုပါမယ်။ Gain မြင့်ဖို့လည်းလိုပါမယ်။ Microwave Tower (၂) ခုကြားမှာ Clear LOS(Line-of-Sight) ဖြစ်ဖို့လည်းလိုပါတယ်။ Line of Sight (LOS) ဆိုတာဟိုးရှေးရှေးတုန်းက မြို့တွေရွာတွေမှာမျှော်စင်တွေဆောက်ပြီး ကင်းသမားစစ်သည်တွေ ကင်းစောင့် ထားကြတယ်။ အဲ့ခေတ်အဲ့အခါက Wireless Communication မပေါ်သေးတော့ Signalling လို့ခေါ်တဲ့ အချက်ပြ ဆက်သွယ်မှုကို သုံးကြတယ်။အဲ့တော့ အဝေးတနေရာကနေ အချက်ပြချင်တဲ့အခါမျှော်စင်ပေါ်က ကင်းသမားမြင်ရအောင် မီးရှို့ပြတာမျိုး၊ အလံထောင်ပြီး ဝှေ့ရမ်းပြတာမျိုးတွေ လုပ်ကြရတယ်။ အဲ့လိုအချက်ပြတဲ့မျှော်စင်နဲ့ကင်းသမားရှိတဲ့ မျှော်စင်ကြားမှာ အတားအဆီးသစ်ပင်တွေ မရှိမှ ဒီဘက်က အချက်ပြတာကို ဟိုဘက်ကမြင်ရတယ်။ အဲ့လမ်းကြောင်းက မျက်မြင် တစ်တန်းတည်းရှိတဲ့မျဉ်းတစ်ကြောင်းကို ပုံဖော်မြင်ယောင်ကြည့်လိုက်သလိုပဲ။ အဲ့ကနေ Line of Sight ဖြစ် မဖြစ်ဆိုတာ စပေါ်လာတယ်။ Wireless Communication မှာဆိုရင် မျှော်စင်နှစ်ခုက Transmit နဲ့ Receive Tower တွေပါပဲ။ Technically LOS ဆိုတာကတော့ Radio Horizon အရ Radio Wave တစ်ခုအနေနဲ့ Antenna ကနေ ထွက်သွားပြီးတော့ Earth Surface ကို Tangent မျဉ်းအဖြစ်နဲ့ ရိုက်ခတ်တဲ့အထိ အကွာအဝေးကို LOS ၊ တိတိကျကျပြောရရင် Radio LOS(Radio Horizon) လို့ခေါ်ပါတယ်။ Clear ဆိုတာကတော့ Microwave Antenna (၂) ခုကြားမှာ Obstacle ရှိလို့အဆင်မပြေပါဘူး။ လုံးဝမရှိရဘူးလား ဆိုတော့လည်း မဟုတ်ပါဘူး။ မြေအနေအထားအပေါ် မူတည်ပြီး ရှိသင့်မရှိသင့်စဥ်းစားရပါတယ်။ လုံးဝမတတ်သာတဲ့အနေအထားမျိုး မှာတော့ Obstacle ကိုထည့်စဥ်းစားရပါတယ်။ Obstacle နဲ့ဆက်နွယ်တဲ့ Diffraction ၊ Scattering နဲ့ Reflection Loss တွေကိုထည့်သွင်းစဥ်းစားရပြီးတော့ Microwave System ရဲ့ Specification တွေလည်း ပြောင်းလဲ စဥ်းစားရပါတယ်။ Repeater Station တွေကိုပါ ထည့်သွင်းစဥ်းစားရပါတော့မယ်။ Microwave

Frequency Range အနေနဲ့က 300 MHz ကနေ 1000 GHz အထိရှိပါတယ်။ Licensed Frequency Range က 300 MHz ကနေ 300 GHz အထိရှိပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ Microwave Applications တွေအနေနဲ့ အသုံးအများဆုံးကတော့ 1 GHz ကနေ 40 GHz လောက်ပဲရှိပါတယ်။ Microwave Link တွေကို ဘယ်နေရာမှာ အသုံးပြုသလဲ။ အများအားဖြင့် Terrain အနေအထားကြမ်းပြီး သွားလာရခက်ခဲတဲ့နေရာတွေမှာ Fiber အစား Microwave Link တွေကိုအသုံးပြုပါတယ်။ လွယ်လွယ်ပြောရရင် Fiber ဆွဲလို့အဆင်မပြေတဲ့နေရာတွေမှာ Microwave Link ကိုသုံးတယ်ပေါ့။ ISP တွေ Telecommunication Operator တွေကလည်း သူတို့ရဲ့ Customer တွေကို Internet Access တွေ Telephone Circuit တွေ ချပေးတဲ့အခါမှာလည်း Fiber Optic တွေအပြင် CPE လိုမျိုး Microwave Link တွေကိုလည်းအသုံးပြုပါတယ်။ ဒါ့အပြင် Telecom မှာ Base Station အချင်းချင်း သော်လည်းကောင်း BSC အချင်းချင်း သော်လည်းကောင်း MSC အချင်းချင်းသော်လည်းကောင်း Telephone Call တွေ Internet Access တွေ Circuit တွေ Carry လုပ်ဖို့ လည်း Microwave Link တွေကိုအသုံးပြုကြပါတယ်။ Base Station Tower ပေါ်မှာ Mount လုပ်ထားတဲ့ ဗုံ လိုမျိုး Parabolish Microwave Antenna တွေဟာ Microwave Link အတွက်ဖြစ်ပါတယ်။ End User တွေကို Distribution လုပ်ဖို့မဟုတ်ပါဘူး။ Microwave Station တွေကို အရင်တုန်းကတော့ Radio Relay-Station တွေလို့ခေါ်ခဲ့ပါတယ်။ Microwave Link ဟာ သူ့ရဲ့ Alternative ဖြစ်တဲ့ Fiber Optic နဲ့ယှဉ်ကြည့်ရင် အားသာချက် အားနည်းချက် တွေကရှိနေပါတယ်။ ဒါတွေကိုတော့ နောက်အလျဉ်းသင့်ရင် သင့်သလို Sharing လုပ်ပါ့မယ်။

Types of Microwave Link (သို့မဟုတ်) မိုက်ခရိုဝေ့ဗ် ဆက်ကြောင်းအမျိုးအစားများ

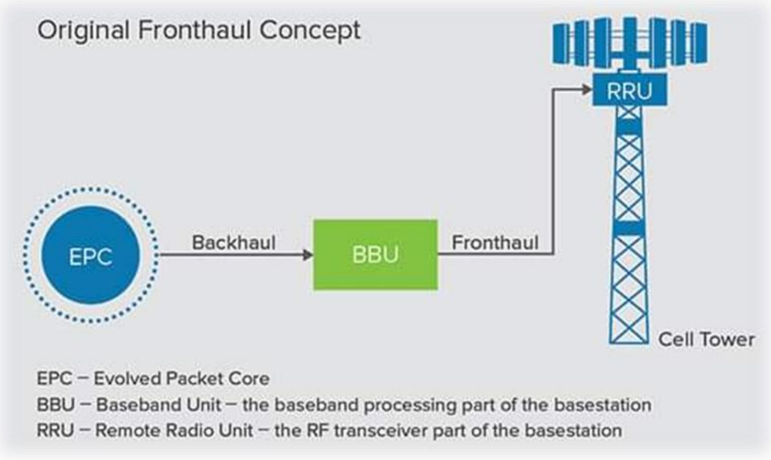
တကယ်တော့ Microwave Frequency Band လို့ခေါ်တဲ့ 30 MHz ကနေ 300 GHz အတွင်းကို အများအားဖြင့် Micro Waves လို့ခေါ်ကြပေမဲ့ IEEE ကတော့ Frequency 30 GHz ကနေ 300 GHz အထိကို Micro Waves အစား Millimeter Waves တွေလို့ ခေါ်ကြပါတယ်။ ဘာလို့လဲဆိုတော့ အဲ့ဒီ Frequency Range အတွင်းမှာရှိကြတဲ့ Frequency တွေရဲ့ Wavelength တွေက 1 mm ကနေ 10 mm အထိ ရှိကြလို့ပါပဲ။ အခု အပတ်မှာတော့ အခြေခံ Microwave Link (၃) မျိုးအကြောင်း

အနည်းငယ် သိသလောက် Knowledge Sharing လုပ်သွားပါမယ်။ Microwave Link တွေမှာ အခြေခံအားဖြင့် Long-haul ၊ Medium-haul နဲ့ Short-haul ဆိုပြီး (၃) မျိုးရှိပါတယ်။ Long-haul မှာ အသုံးပြုတဲ့ Operating Frequency ကတော့ 2 GHz ကနေ 10 GHz အထိရှိပါတယ်။ ရာသီဥတု အကောင်းဆုံးအနေအထား ဒါမှမဟုတ် သင့်တင့်မျှတတဲ့ အနေအထားတစ်ခုမှာဆို ဒီ Frequency တွေရဲ့ Cover လုပ်နိုင်တဲ့အကွာအဝေးကတော့ 45 km ကနေ 80 km အထိရှိပါတယ်။ Link အကွာအဝေးအရမ်းရှည်တဲ့ အတွက် ဒီ Link မျိုးဟာ Multipath Fading Effect ကိုခံရနိုင်ပါတယ်။ အထူးသဖြင့် ရေမျက်နှာပြင်ကို ဖြတ်သန်းရတဲ့ ဒီလို Link မျိုးဟာ Multipath Fading Effect ကိုပိုခံရပါတယ်။ Medium-haul မှာ အသုံးပြုတဲ့ Operating Frequency Range ကတော့ 11 GHz ကနေ 15 GHz အထိရှိပါတယ်။ ရာသီဥတု အနေအထားအပေါ်မူတည်ပြီးတော့ ဒီ Frequency တွေရဲ့ Cover လုပ်နိုင်တဲ့ အကွာအဝေးကတော့ 20 km ကနေ 40 km အကြား အပြောင်းအလဲ ရှိနိုင်ပါတယ်။ ဒီ Link မျိုးမှာလည်း Multipath Fading နဲ့ Rain Attenuation Effect တွေ ခံရနိုင်ပါတယ်။ Short-haul မှာအသုံးပြုတဲ့ Frequency Range ကတော့ 15 GHz နဲ့အထက်ဖြစ်ပါတယ်။ ပုံမှန်ရာသီဥတုအနေအထားမှာ ဒီ Frequency တွေရဲ့ Cover လုပ်နိုင်တဲ့ အကွာအဝေးကတော့ 20 km နဲ့ အောက်မှာ ရှိနိုင်ပါတယ်။ Rain Attenuation ကတော့ အကွာအဝေး 10 km နဲ့အထက် ရှိတဲ့ Link တွေမှာ Effect သက်ရောက်နိုင်ပြီးတော့ Frequency မြင့်လေ Rain Attenuation Effect ကိုပိုခံရလေပဲ ဖြစ်ပါတယ်။



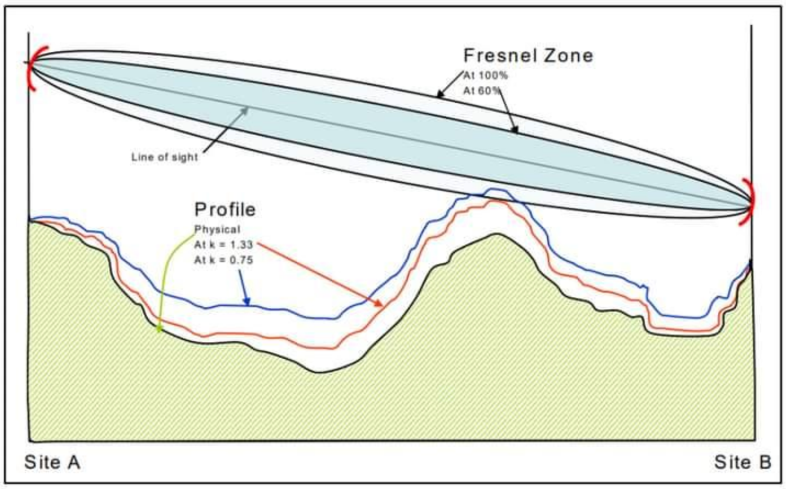
ဒီနေရာမှာ Haul ဆိုတာဘာလဲရှင်းပြပါမယ်။ “Transport Something Over Long Distance” လို့ဖွင့်ဆိုထားပါတယ်။ Data ကို သယ်နိုင်တဲ့ အကွာအဝေးအပေါ်မူတည်ပြီး Long-haul၊

Medium-haul နဲ့ Short-haul ဆိုပြီး ခွဲခြားထားတာဖြစ်ပါတယ်။ Mobile Telecommunication မှာလည်း Fronthaul နဲ့ Backhaul ဆိုပြီး ရှိပါတယ်။ ဘာကွာလဲဆိုရင်တော့ အလွယ်ပြောရရင်....။ Baseband Unit (BBU) ကနေ Remote Radio Unit (RRU) ကတစ်ဆင့် User တွေဘက်ကို Data Transport လုပ်တာကို Fronthaul လို့ခေါ်ပါတယ်။ BBU ကနေ Evolved Packet Core (EPC) ဘက်ကို ပြန်ပြီး Data Transport လုပ်တာကို Backhaul လို့ခေါ်ပါတယ်။



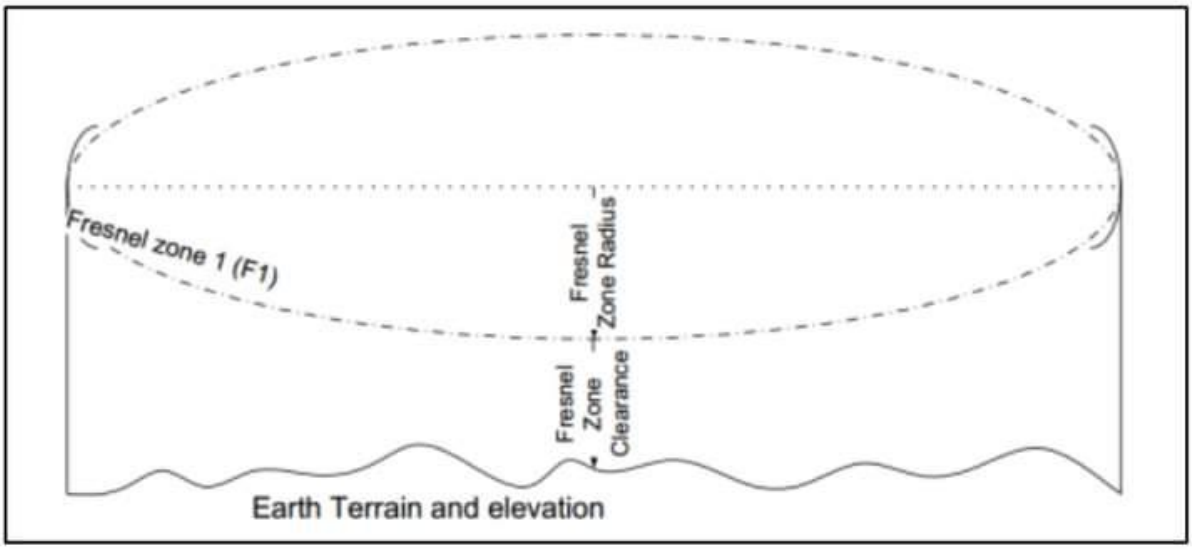
Fresnel Zone

Radio Wave ဆိုတာက Straight Line အတိုင်းသွားတာရှိသလိုပဲ ပြန့်ကား သွားတာမျိုးလည်းရှိပါတယ်။ ပုံထဲကလိုပေါ့ ။



Fresnel Zone ဆိုတာဘာလဲဆိုတာကလဲ ပုံထဲကလိုပါပဲ။ Microwave Tower နှစ်ခုအကြားက Radio Wave တွေ Transmission လုပ်နေတဲ့ပုံစံ ပေါ့။ Radio Wave တွေ Transmission လုပ်နေတာဆိုတော့ ဒါကိုကြားကနေ တားဆီးလိုက်ရင် Connection ပြတ်တောက်သွားမှာပေါ့။ လုံးဝကြီးမပိတ်ပင် မတားဆီးနေရင်တောင် ဒီ Fresnel Zone ထဲမှာ အတားအဆီး (Obstacles) တွေရှိနေရင် Radio Wave တွေရဲ့ Transmission Power တွေ

ကျသွားမှာပေါ့။ ဒါဆို ဒီ Fresnel Zone ကို Obstacles တွေနဲ့ တတ်နိုင်သမျှ လွတ်အောင်လုပ်ရမှာပေါ့။ မြေပြင်အနေအထားအရကတော့ Obstacles တွေမရှိအောင်လုပ်လို့မှမရပဲကိုး။ အဲ့ဒီတော့ ဘယ်လိုတွက်ကြမလဲပေါ့။ အရင်ဆုံး Fresnel Zone ကိုအရင် ရှင်းပြပါမယ်။ Fresnel Zone ဆိုတာက Transmitter နဲ့ Receiver ကြားမှာ Microwave တွေ Spread ဖြစ်တဲ့နေရာပါ။ ပုံအားဖြင့် ဆွဲပြရမယ်ဆိုရင် Cylindrical Ellipse ပုံစံပါ။ ဒီ Ellipse ရဲ့ Size အကြီးအသေးကတော့ သုံးတဲ့ Operating Frequency နဲ့ Site ၂ ခုကြားက အကွာအဝေး အပေါ်မူတည်ပါတယ်။ Frequency များလာတာနဲ့အမျှ Ellipse Size က သေးလာပါတယ်။ အကယ်၍ အဲ့ဒီ Zone ထဲမှာသာ အတားအဆီး(Obstacles) တွေရှိမယ်ဆိုရင် Microwave တွေက Diffraction ဖြစ်ပြီးတော့ Receiving Antenna ကိုရောက်တဲ့အခါမှာ Energy Power လျော့ကျသွားပါတယ်။ Fresnel Zone Calculation ကို ဘယ်နေရာမှာ သုံးလဲဆိုရင်Transmitter နဲ့ Receiver ကြားမှာ Diffraction, Reflection Loss တွေတွက်နဲ့အခါမှာသုံးပါတယ်။ Fresnel Zone တွေကို F1, F2, F3 စသဖြင့် အများကြီးခွဲပါတယ်။ ဒါမဲ့ F1, F2, F3 လောက်ပဲ Radio Propagation အပေါ် Effect ရှိပါတယ်။ Fresnel Radius ဆိုတာကတော့ Ellipse ရဲ့ Straight Line ကနေ တိုင်းတာပါတယ်။ Line-of-sight Straight Line ကနေ အပြင်ဘက်ကို F1 F2 .... အစရှိသဖြင့် ပေါ့။ Maximum Fresnel Radius ဆိုတာကတော့ Site နှစ်ခုကြား အလယ်တည့်တည့်ကြားမှာရှိတဲ့ Fresnel Radius ကိုပြောတာပါ။ ဒါမဲ့ အဓိက ကျွန်တော်တို့စဉ်းစားရမှာက Obstacles ရှိတဲ့နေရာပါ။ Obstacles ရှိတဲ့နေရာမှာ Obstacles နဲ့ First Fresnel Zone ကြားကအကွာအဝေးဟာ အဲ့ဒီ Obstacles ရှိတဲ့နေရာရဲ့ Fresnel Zone ရဲ့ First Fresnel Radius ရဲ့ 60% အနည်းဆုံးရှိရပါမယ်။ ဒါကို Fresnel Clearance (H) လို့ခေါ်ပါတယ်။ ဥပမာ Obstacles ရှိတဲ့နေရာမှာ Fresnel Zone ရဲ့ First Fresnel Radius ဟာ 10 m ရှိတယ်ဆိုရင် အဲ့ဒီ Obstacles နဲ့ Fresnel Zone ရဲ့ကြားကအကွာအဝေး (Fresnel Clearance) သည် အနည်းဆုံး 6 m ရှိရပါမယ်။Obstacle Height နဲ့ Fresnel Zone နဲ့ကြားက အကွာအဝေးက First Fresnel Radius ရဲ့ 60% ရှိတယ်ဆိုရင် အဲ့ဒီ Radio Path ကို '0 dB Diffraction Loss' လို့သတ်မှတ်ပါတယ်။ ဒါကြောင့်မို့ Radio Transmission Power ကို မထိခိုက်စေချင်တဲ့အတွက် Obstacles ကိုရှောင်ရပါမယ်။



Microwave Link Configurations

(1) 1 + 0

(2) 2 + 0 Without XPIC

(3) 2 + 0 With XPIC

(4) 4 + 0 Without XPIC

(5) 4 + 0 With XPIC

(6) 1 + 1 Space Diversity

(7) 1 + 1 Frequency Diversity

(8) 1 + 1 Frequency And Space Diversity

(9) N + 1

XPIC = Cross Polarization Interference Cancellation

ဒီ Configuration တွေမှာ -

(1) ကနေ (5) အထိက Capacity-based ဖြစ်ပြီးတော့

(6) ကနေ (9) အထိက Protection-based ဖြစ်ပါတယ်။

ကိုလွင် (Network)