CAT satcom

www.catsatcom.com

catsatcom

CAT satcom

What is a VSAT ?

- **VSAT = Very Small Aperture Terminal**
- **Satellite-based Wide Area Network (WAN), with centrally managed hub**
- **Remote site: less than 1.2m dish antenna**
- **Multi-service platform: Data, telephony and multimedia communications**
- **Optimal for continent-wide networks of hundreds or thousands of units**
  - Small networks integrated in shared hub service
  - Large networks, in the tens of thousands, for Internet access

VSAT Advantages

- Full or partial independence from terrestrial infrastructure
- Cost savings over terrestrial lines
- Nationwide reach, distance-independent
- Network management from a single point
- Quick deployment, network flexibility
- Consistent and rapid response time
- Increased network availability and reliability
- Inherent broadcast / multicast platform

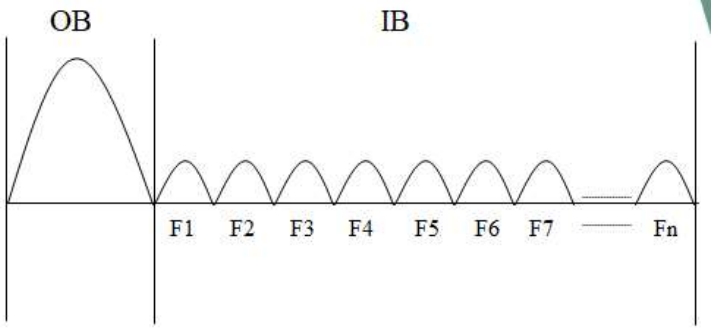
VSAT Markets

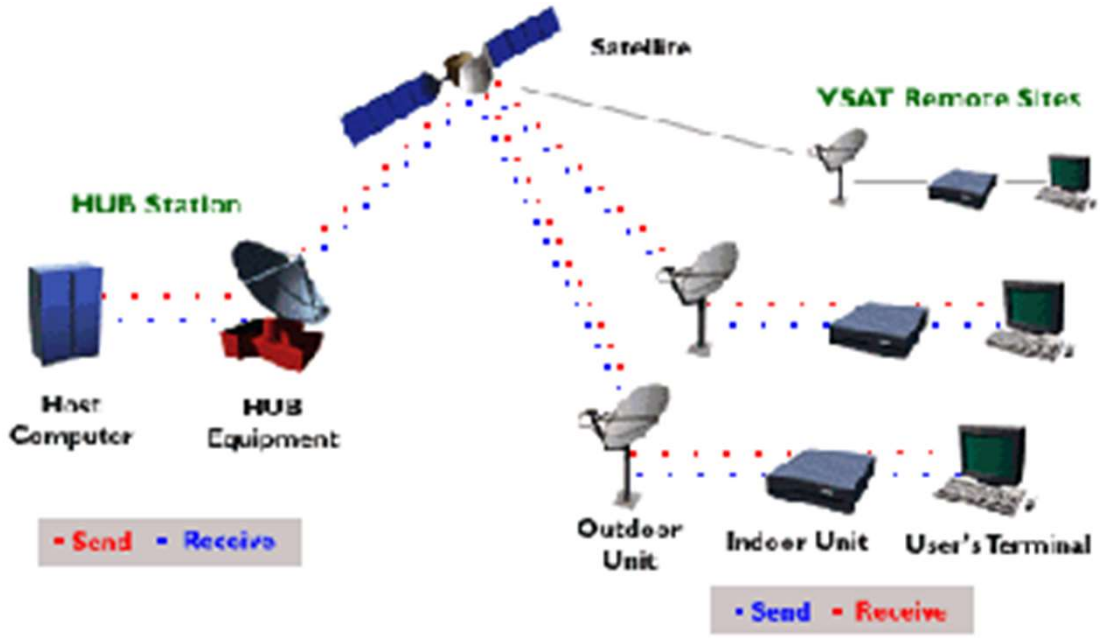
- **Enterprise**
  - Retail; Oil & Gas; Banking; Government
  - POS; Back Office; Browsing; Telemetry
- **Telephony**
  - Public: Public Call Offices, small businesses, farmers, private lines
  - Corporate: Telephony/Data infrastructure
- **Internet (IP)**
  - High-speed, always-on, Internet-access for consumers, small businesses and schools
  - Intranet and IP infrastructure for the enterprise
  - IP multicast-based services
    - *BTV*
    - *Content delivery*

Access Schemes

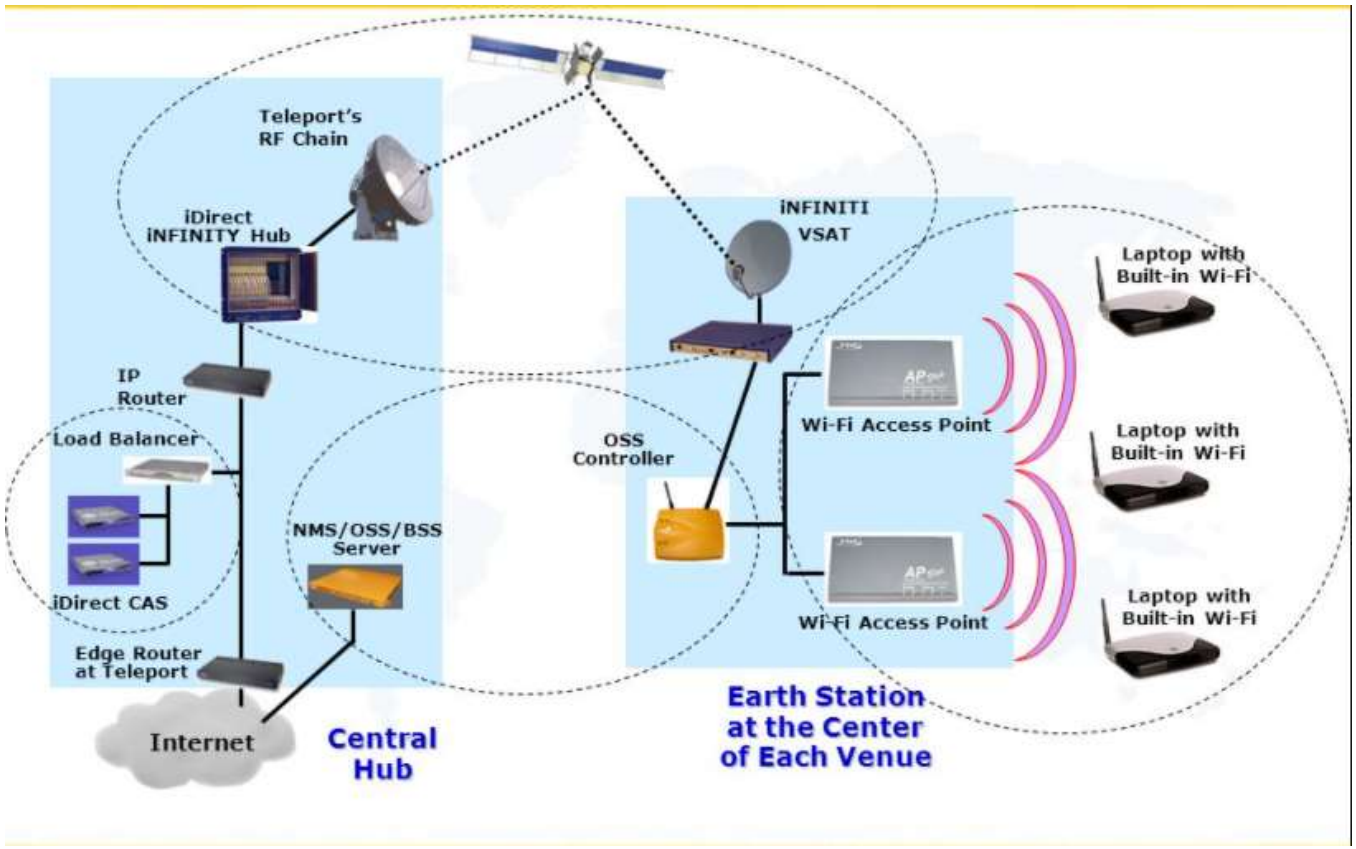
The Need for Bandwidth Efficiency

- **Bandwidth (and power) = $**
  - Better bandwidth efficiency translates into Cost Savings
- **Outbound and Inbound BW proportional to:**
  - Number of Users
  - Bit Rate
  - Power/Modulation & Error Correction Coding
  - Type of traffic
  - QoS (Quality of Service)
- **Outbound Transmission: Constant, Single Frequency**
- **Inbound Transmission: Bursty, Frequency Hopping**
- **All VSATs must share the allocated inbound BW**





https://stsglobalsatellite.files.wordpress.com/2016/08/vsatanim.gif?w=347&h=197


Teleport's
RF Chain
iDirect
iNFINITY Hub
IP
Router
Load Balancer
iDirect CAS
NMS/OSS/BSS
Server
Edge Router
at Teleport
Internet
Central
Hub
iNFINITI
VSAT
OSS
Controller
Wi-Fi Access Point
Wi-Fi Access Point
Laptop with
Built-in Wi-Fi
Laptop with
Built-in Wi-Fi
Laptop with
Built-in Wi-Fi
Earth Station
at the Center
of Each Venue

Maritime Vsat

Aircraft Vsat

Remote Satellite Dish

FDMA–SCPC inbound/FDMA–SCPC outbound

รูปที่ 4.16 แสดงกรณีที่มีการเชื่อมต่อสองทางระหว่าง
เทอร์มินัลผู้ใช้ระยะไกล (remote) และ โฮสต์ (Hub) โดยผู้ให้บริการ Single Channel Per Carrier (SCPC) สองราย: หนึ่งจาก VSAT ไปยังสถานี ฮับ และอีกอันหนึ่งจากฮับไปยัง VSAT ผู้ให้บริการทุกรายต้องการโมดูเลเตอร์และเดโมดูเลเตอร์ของตัวเอง ดังนั้น การกำหนดค่านี้ต้องใช้ K modulators และ demodulators ในทุกๆ VSAT และ KN modulators และ demodulators ที่สถานีฮับนี้มีค่าใช้จ่ายสูงหากจำนวน VSAT มีมากและ K มากกว่า 1 สำหรับ อินสแตนซ์ที่มี N = 100 และ K = 3 จะต้องติดตั้ง modulators และ demodulators ที่ hub และ remoteเพื่อความคล่องตัวในการให้บริการ

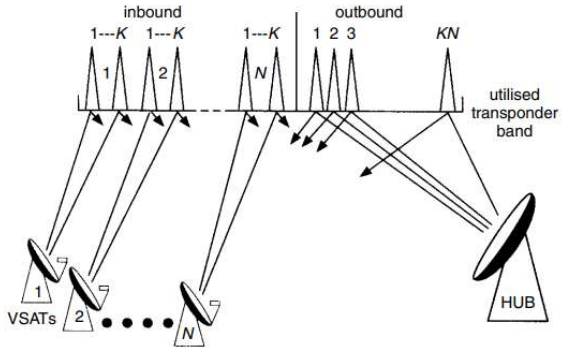


Figure 4.16 Star-shaped network with a two-way connection being conveyed on two SCPC carriers: one from the VSAT to the hub station, and one from the hub to the VSAT. Satellite transponder access is FDMA

FDMA–SCPC inbound/FDMA–MCPC outbound

พิจารณาว่า ฮับจะส่ง carrier หลายๆ carrier ไปยัง remote ทั้งหมดรับ จำนวนโมดูเลเตอร์ที่ฮับสามารถลดลง ดังแสดงในรูปที่ 4.17 โดยการแบ่งเวลามัลติเพล็กซ์การรับส่งข้อมูล จากฮับไปยัง VSAT หนึ่งช่องทางขาออกหลายช่องต่อผู้ให้บริการ Carrier (MCPC) จำนวนโมดูเลเตอร์ที่ฮับเท่ากับจำนวน N ของ VSAT เป็นจำนวนการเชื่อมต่อแบบมัลติเพล็กซ์บนขาออก(outbound) ผู้ให้บริการจะมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาโมดูเลเตอร์ฮับและตัวดีโมดูเลเตอร์ VSAT ต้องสามารถรองรับอัตราการเปลี่ยนแปลงของ rates ที่ส่งจากฮับที่มีค่าสูงกว่าด้วยการส่งแบบ MCPC ซึ่ง ฮับต้องการกำลังส่งสูงเนื่องจากเป็นการทำงานแบบ demand assignment เพื่อส่งไปยัง Vsat เท่านั้น

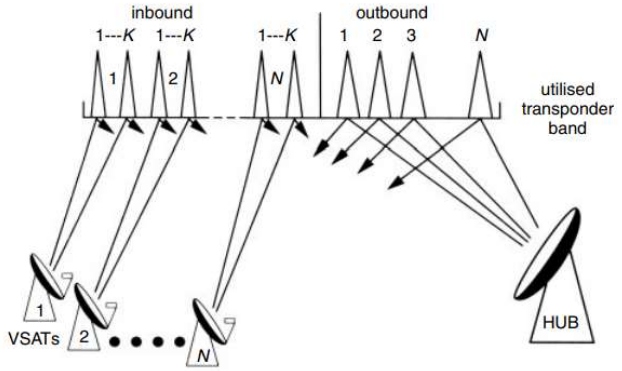


Figure 4.17 Star-shaped network with a two-way connection being conveyed on one SCPC carrier from the VSAT to the hub station, and multiplexed with others on one MCPC carrier from the hub to the VSAT. Satellite transponder access is FDMA

FDMA–SCPC inbound/TDM–MCPC outbound

จำนวนโมดูเลเตอร์ที่ฮับและเดโมดูเลเตอร์ที่ VSAT สามารถลดลงเป็นหนึ่งได้ดังที่แสดงในรูปที่ 4.18 โดยการแบ่งเวลามัลติเพล็กซ์การเชื่อมต่อทั้งหมดจากฮับไปยัง VSAT บนผู้ให้บริการขาออก MCPC หนึ่งราย โมดูเลเตอร์ฮับและ VSAT demodulator สามารถทำงานที่อัตราบิตคงที่เท่ากับ ความจุสูงสุดของเครือข่าย แต่เป็นผลมาจากบิตที่สูงขึ้น อัตราความต้องการพลังงานจากเครื่องส่งสัญญาณฮับเพิ่มขึ้น
ความไม่สมดุลของ power บนดาวเทียมระหว่าง ฮับกับ remote โดยจาก remote จะใช้ power บนดาวเทียมน้อยกว่า ฮับ

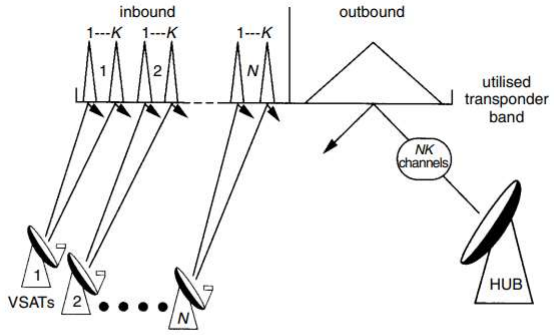


Figure 4.18 Star-shaped network with a two-way connection being conveyed on one SCPC carrier from the VSAT to the hub station, and time division multiplexed (TDM) with all others on the MCPC carrier transmitted by the hub. Satellite transponder access is FDMA

FDMA–MCPC inbound/TDM–MCPC outbound

จำนวนโมดูเลเตอร์ที่ VSAT สามารถลดลงเหลือหนึ่งตัวได้เช่นกันแสดงในรูปที่ 4.19 โดยการแบ่งเวลามัลติเพล็กซ์การรับส่งข้อมูลบนผู้ให้บริการขาเข้า K จากทุก VSAT ไปยังสถานีฮับผู้ให้บริการ MCPC รายเดียว เป็นการเชื่อมต่อแบบมัลติเพล็กซ์บนลิงค์ขาเข้าอาจแตกต่างกันไปตามเวลาโมดูเลเตอร์ VSAT ต้องอยู่ในอัตราผันแปร นอกจากนี้เนื่องจากอัตราการส่งผ่านสูงขึ้น VSAT เครื่องส่งสัญญาณต้องมีประสิทธิภาพมากขึ้น จำเป็นต้องมีสถานีฮับติดตั้ง N demodulators เท่านั้น ด้วยการกำหนดความต้องการของความถี่จำเป็นสำหรับการส่ง VSAT เท่านั้น

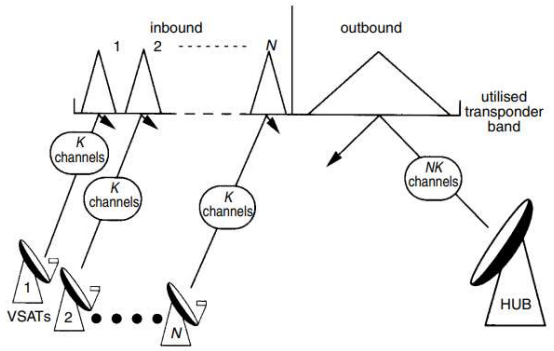


Figure 4.19 Star-shaped network with time division multiplexed (TDM) two-way connections conveyed on two MCPC carriers: one from the VSAT to the hub station, and one from the hub to the VSAT. Satellite transponder access is FDMA

TDMA inbound/TDM–MCPC outbound

VSAT สามารถเข้าถึงช่องสัญญาณดาวเทียมใน TDMA ได้โดย VSAT ทุกตัวจะส่งสัญญา (burst) ตามลำดับที่แบนด์วิดท์เดียวกันและความถี่เดียวกันดังที่แสดงในรูปที่ 4.20. การส่งสัญญาณ burst แต่ละครั้งอาจสื่อถึงการรับส่งข้อมูลของการเชื่อมต่อทางเดียว (SCPC) หรือการเชื่อมต่อทางเดียวหลายรายการ (MCPC) ในกรณีหลัง แบ่ง burst ออกเป็น sub burst แต่ละ sub burstเชื่อมโยงกับการเชื่อมต่อทางเดียว แสดงโดย TB ระยะเวลาของ burst ของผู้ให้บริการแสดงโดย TF (TDMA Frame) ระยะเวลาของ TDMA เฟรม VSAT ใด ๆ ที่ส่งด้วยรอบการทำงาน TB / TF ความจุของ VSAT จะเท่ากับจำนวนบิตที่ส่งต่อหน่วยเวลา ในโครงสร้างของ TDMA

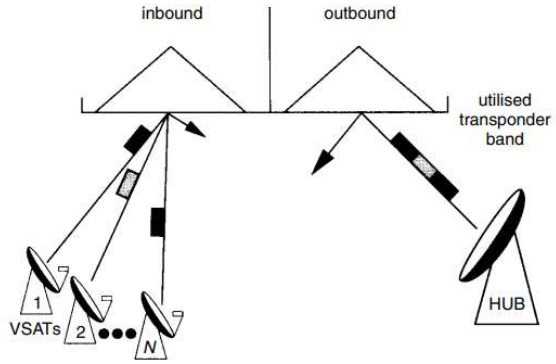


Figure 4.20 Star-shaped network with TDMA

VSAT ได้รับประโยชน์จากความสามารถในการเชื่อมโยงความถี่วิทยุเดียวกัน ด้วย FDMA จะต้องส่งด้วยอัตราบิตที่สูงขึ้น แน่นอนกับ FDMA ความสามารถในการเชื่อมโยงความถี่วิทยุเท่ากับต่อเนื่อง อัตราบิตที่ส่ง ด้วย TDMA ความสามารถในการเชื่อมโยงความถี่วิทยุของ VSAT ได้รับจากจำนวนบิตที่ส่งต่อ TDMA ระยะเวลาเฟรม ดังที่เห็นได้จากรูปที่ 4.21 โดยที่ RTDMA และ RFDMA อยู่ อัตราบิตที่ส่งสำหรับตามลำดับ TDMA และ FDMA TB คือ ระยะเวลาต่อเนื่องและ TF ระยะเวลาเฟรม TDMA จำนวน จำนวนบิตที่ส่งต่อระยะเวลาเฟรมเท่ากับ RTDMA TB สำหรับTDMA ในขณะที่เท่ากับ RFDMA TF สำหรับ FDMA เท่า

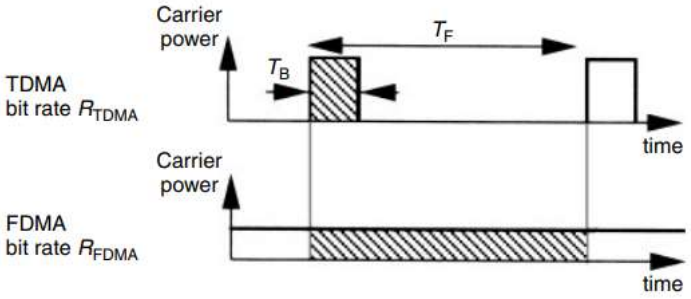


Figure 4.21 Comparison of bit rate and carrier power for FDMA and TDMA

$$R_{TDMA} = R_{FDMA}\left(\frac{T_F}{T_B}\right)$$

ตัวอย่างเช่นลองพิจารณาเครือข่าย VSAT ที่มี N = 50 VSAT แต่ละตัวด้วย capacity 64 kbs k 1. ด้วย FDMA ทั้งหมด VSAT ส่งที่ RFDMA = 64 kbs – 1 และช่องสัญญาณดาวเทียมแบนด์วิดท์ต้องรองรับ 50 × 64 kbs – 1 = 3.2 Mbs – 1 ด้วย TDMA จะใช้แบนด์วิดท์เดียวกัน แต่ตอนนี้ VSAT ทั้งหมดจะส่งในอัตรา 3.2 Mbs – 1 capacity เพิ่มขึ้นความต้องการ Uplink power เพิ่มขึ้นซึ่งเกิน ความสามารถของ VSAT ราคาถูก ดังนั้นจึงจำเป็นต้อง ลดความจุของ VSAT ทุกตัว โครงร่างต่อไปนี้ซึ่งเป็นไฮบริดที่รวม FDMA และTDMA นำความยืดหยุ่นมาสู่การออกแบบที่คุ้มค่า

FDMA–TDMA inbound/FDMA–MCPC outbound

เพื่อลดความต้องการพลังงานของเครื่องส่ง VSAT โดยการลดอัตราบิตที่ส่งวิธีการแก้ปัญหาที่ยอดเยี่ยมคือการจัดระเบียบVSAT เป็นกลุ่มโดยมี L VSAT ต่อกลุ่มการแชร์กลุ่มแถบความถี่เดียวกันและการเข้าถึงช่องสัญญาณดาวเทียมในโหมด TDMA กลุ่มต่าง ๆใช้ความถี่ที่แตกต่างกัน แบนด์: นี่คือโครงร่าง FDMA – TDMA แบบรวมดังที่แสดงในรูปที่ 4.22. ด้วยวิธีนี้ให้จำนวน N ของ VSAT ในเครือข่ายและความจุต่อ VSAT อัตราบิตที่ส่งบนCarrier burst และด้วยเหตุนี้กำลังของผู้ให้บริการที่ต้องการจึงหารด้วย G จำนวนกลุ่ม
จากนั้นการเข้าถึงช่องสัญญาณในโหมด FDMA ซึ่งจะช่วยลดอัตราบิตที่ส่งโดยฮับและด้วยเหตุนี้กำลังของเครื่องส่งสัญญาณและเปิดโอกาสให้ผู้จัดการเครือข่ายดำเนินการกลุ่ม VSAT เป็นเครือข่ายอิสระที่แชร์ฮับร่วมกัน

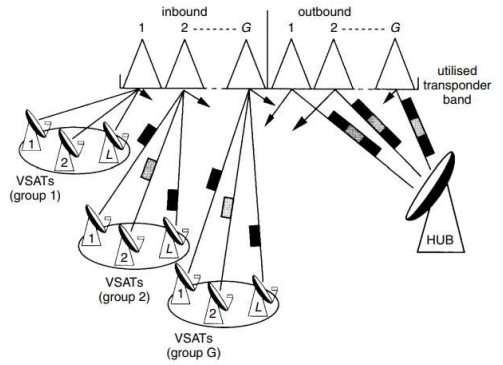


Figure 4.22 Star-shaped network using a combined FDMA–TDMA inbound scheme, and an FDMA–MCPC outbound scheme

Fixed assignment versus demand assignment

การกำหนดความต้องการให้ใช้การเชื่อมต่อที่ต้องการระหว่าง VSAT โดยการตั้งค่าลิงก์ชั่วคราวทำให้อุปกรณ์ VSAT มีขนาดลดลง เมื่อเทียบกับการกำหนดแบบคงที่ดังนั้นจึงเป็นเรื่องน่าสนใจที่จะพูดถึงผลกระทบของการกำหนดอุปสงค์แบบคง

Fixed assignment with FDMA (FA–FDMA)

เครือข่ายประกอบด้วย L VSAT ซึ่งแต่ละเครือข่ายอาจส่งสัญญาณได้ ไปยังผู้ให้บริการ K ที่อัตราบิต Rc ดังนั้นเราจึงมีผู้ให้บริการ L = KN มากที่สุด และผู้ให้บริการทุกรายจะได้รับการจัดสรรซับแบนด์ของดาวเทียม แบนด์วิดท์ทรานสปอนเดอร์ ซับแบนด์นี้ถูกใช้โดย VSAT เมื่อ ใช้งานอยู่ (ผู้ให้บริการ "เปิด") และยังคงไม่ได้ใช้งานเมื่อ VSAT ไม่มีการใช้งาน (ผู้ให้บริการ "ปิด") หากสิ่งนี้เกิดขึ้นความจุที่สอดคล้องกับซับแบนด์ที่จัดสรรให้กับ VSAT จะหายไปกับเครือข่าย รูปที่ 4.24 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดคงที่ทำงานอย่างไร FDMA ในกรณีที่ K = 1

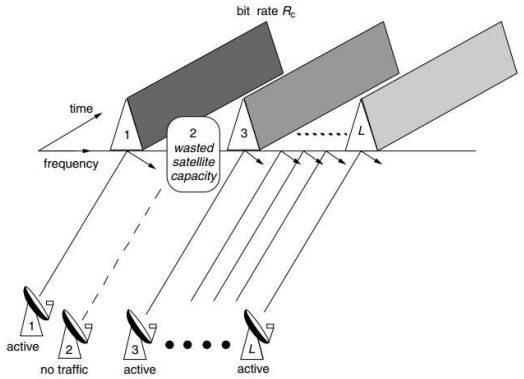


Figure 4.24 Fixed assignment FDMA (each VSAT transmits at most $K = 1$ carrier)

Fixed assignment มีข้อดีคือความเรียบง่ายและให้ไม่มีการปิดกั้นหรือรอเวลาในการตั้งค่าผู้ให้บริการ อย่างไรก็ตามความจุที่ต้องการสำหรับเครือข่าย VSAT เท่ากับ LRc นั้นไม่ดี ในกรณีที่ความต้องการเชื่อมสูงการบล็อกอาจเกิดขึ้นที่เทอร์มินัล ผู้ใช้ที่เชื่อมต่อกับ VSAT ที่กำหนดหากเทอร์มินัลเหล่านี้หลายแห่งต้องการสร้างการเชื่อมต่อในเวลาเดียวกันกับเทอร์มินัลอื่น ๆ ในเครือข่ายเชื่อมต่อที่ร้องขอเกินความจุของ VSAT ตัวอย่างเช่นพิจารณาเครือข่าย VSAT ของรูปที่ 4.16 ด้วย Nt = 8 เทอร์มินัลผู้ใช้ต่อ VSAT, N = 50 VSAT และสูงถึง K = 4 ผู้ให้บริการ SCPC ต่อ VSAT แต่ละรายการส่งที่อัตราบิต Rc = 128 kbs – 1และต้องการแบนด์วิดท์ b = 200 kHz แบนด์วิดท์ทรานสปอนเดอร์ลิงก์ขาเข้าที่ใช้จะแบ่งออกเป็น L = KN = 4 × 50 = 200subbands ทุกซับแบนด์จะถูกจัดสรรให้กับหนึ่งผู้ให้บริการ 128 kbs one 1 ดังนั้นความจุเครือข่ายที่ต้องการคือ LRc = 200 × 128 kbs – 1 = 25.6 Mbs – 1 และแบนด์วิดท์ที่ต้องการคือ Lb = 200 × 200 kHz =40 เมกะเฮิรตซ์. สมมติว่าเทอร์มินัลผู้ใช้สร้างการเขาถึงที่ = 0.1 erlang ดังนั้นความเข้มการจราจรที่เสนอให้กับ K = 4 VSAT ความจุของช่องคือ AVSAT = NtAt = 0.8 erlang ความน่าจะเป็นของการบล็อกเท่ากับ: E4 (0.8) = 8 × 10–3 = 0.8%

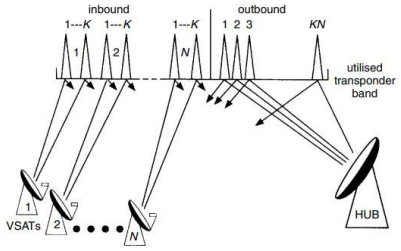


Figure 4.16 Star-shaped network with a two-way connection being conveyed on two SCPC carriers: one from the VSAT to the hub station, and one from the hub to the VSAT. Satellite transponder access is FDMA

เพื่อหลีกเลี่ยงการบล็อกใด ๆ เทอร์มินัลผู้ใช้แต่ละคนควรได้รับการจัดสรรช่องอย่างถาวรซึ่งจะบ่งบอกถึง K = 8 ดังนั้นรวม KN = 8 × 50 = 400 ผู้ให้บริการ SCPC เครือข่ายที่ต้องการความจุจะเป็น KNRc = 8 × 50 × 128 kbs − 1 = 51.2 Mbs − 1, และแบนด์วิดท์ทรานสปอนเดอร์ที่ต้องการคือ 80 MHz

Demand assignment with FDMA (DA–FDMA)

เครือข่ายประกอบด้วย N VSAT อีกครั้งซึ่งแต่ละรายการอาจมีการส่งสัญญาณ K ผู้ให้บริการและการแบ่งปันกลุ่มย่อยของความถี่ L แต่ตอนนี้ L <KN. ซับแบนด์เหล่านี้ถูกใช้โดย VSAT ที่ใช้งานอยู่ รูปที่ 4.25 แสดงให้เห็นว่าการกำหนดความต้องการทำงานอย่างไรสำหรับ FDMA ในกรณีนี้ โดยที่ K = 1 หากจำนวนผู้ให้บริการเกินกว่าจำนวนที่สามารถรองรับแบนด์วิดท์ดาวเทียมดาวเทียมที่จัดสรรไว้จากนั้นจะมีการปิดกั้นที่ระดับ VSAT: ในเวลาที่ใช้งานไม่สามารถสร้างผู้ให้บริการรายใหม่ได้

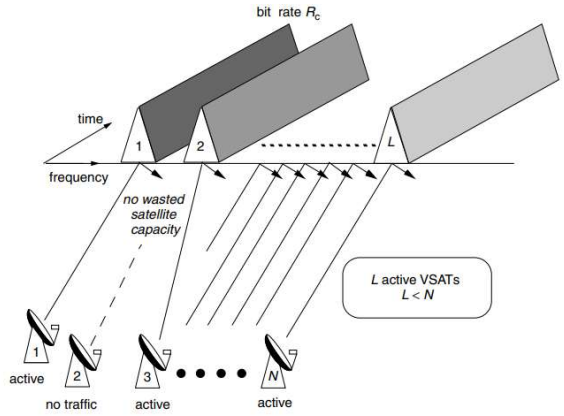


Figure 4.25 Demand assignment FDMA ($K = 1$)

ตัวอย่างเช่นพิจารณาเครือข่าย VSAT ของรูปที่ 4.16 อีกครั้งด้วยเทอร์มินัลผู้ใช้ Nt = 8 VSAT Terminal และสูงสุด K = 4 ผู้ให้บริการ SCPC ต่อ VSAT แต่ละรายการส่งที่อัตราบิต Rc = 128 kbs – 1 และต้องการแบนด์วิดท์ b = 200 kHz สมมติว่า user terminal การเข้าถึง ที่ = 0.1 erlang จากนั้นให้ traffic intensity K = 4 VSAT channels คือ AVSAT = NtAt = 0.8 erlang สมมติว่า N = 50 VSAT เวลาในการเข้าถึง K VSAT สร้าง traffic intensity L subbands คือ A = NKAt = 50 × 4 × 0.1 = 20 erlang การปิดกั้นความน่าจะเป็นในการตั้งค่าลิงค์สามารถรักษาให้อยู่ในระดับต่ำได้โดยมีกลุ่มซับแบนด์ขนาดใหญ่เพียงพอ ตัวอย่างเช่นการใช้ (4.5) และรับ L = 35 subbands การตั้งค่าผู้ให้บริการการ block ความน่าจะเป็นคือ E35 (20) = 7 × 10–4 = 0.07%

การเรียกจะถูกบล็อกเนื่องจากเทอร์มินัลไม่สามารถเข้าถึงช่องสัญญาณ K หรือเนื่องจาก VSAT ไม่สามารถเข้าถึงช่องใดช่องหนึ่ง L ซับแบนด์ได้ ความน่าจะเป็นของการเรียกที่จะถูกบล็อกนั้นกำหนดโดย: Pblocked = E4 (0.8) + E35 (20)= 8 × 10–3 + 7 × 10–4 = 0.87% ความจุเครือข่ายที่ต้องการตอนนี้คือ LRc = 35 × 128 kbs – 1 =4.48 เมกะไบต์ – 1 และแบนด์วิดท์ที่ต้องการคือ Lb = 35 × 200 kHz = 7 เมกะเฮิรตซ์. ดังนั้นด้วยความน่าจะเป็นในการบล็อกการเรียกที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยการกำหนดความต้องการจึงสามารประหยัดได้ 100 (1 - L / KN)% = 100 (1 - 35/200) = 82.5% ของแบนด์วิดท์ทรานสปอนเดอร์ดาวเทียมที่ใช้

Fixed assignment with TDMA (FA–TDMA)

รูปที่ 4.26 แสดงการกำหนดคงที่ในการเชื่อมต่อกับ TDMA การทำงาน VSAT ทุกตัวส่งจะส่งสัญญาณ burst เฉพาะช่วงเวลา time slot. ตามจำนวนของ L VSAT ตำแหน่งและระยะเวลาของ burst ของ VSAT ทุกตัวจะคงที่ไม่ว่าจะเป็นความต้องการการรับส่งข้อมูลหาก Rc คืออัตรบิตที่ส่งแล้วความจุทั้งหมดของเครือข่ายจะเป็น Rc และความจุที่จัดสรรให้กับ VSAT คือ Rc / L ควร VSAT ไม่มีทราฟฟิกที่จะส่งจากนั้นช่องจะยังคงว่างและความจุที่สอดคล้องกันจะหายไปสำหรับเครือข่าย

Fixed assignment มีข้อดีคือความเรียบง่ายและไม่มีการปิดกั้นหรือรอเวลาในการตั้งค่าผู้ให้บริการ อย่างไรก็ตามผลรวมความจุเครือข่ายของเครือข่าย VSAT (แบนด์วิดท์ช่องสัญญาณจัดสรรให้กับเครือข่าย) จะใช้งานไม่ดีหากมีมีทราฟฟิกสูง

การปิดกั้นอาจเกิดขึ้นที่เทอร์มินัลผู้ใช้ ความน่าจะเป็นในการบล็อกสามารถคำนวณได้ตามอนุพันธ์ที่คล้ายคลึงกับตัวอย่างของการมอบหมายงานคงที่ด้วย FDMA สามารถสันนิษฐานได้ว่าผู้ให้บริการจะส่ง burst ออกเป็น K subbursts แต่ละช่องจะสอดคล้องกับช่องสัญญาณเดียว พร้อมใช้งานสำหรับเทอร์มินัลผู้ใช้

เมื่อพิจารณาจากก่อนหน้านี้ L = 50, K = 4, Nt = 8 และ At = 0.1 Erlang ความน่าจะเป็นในการปิดกั้นสำหรับเทอร์มินัลคือ E4 (0.8) = 8 × 10−3 = 0.8% เหมือนเดิมป็นสิ่งที่ควรค่าแก่การระลึกถึงสิ่งนั้นเพื่อให้ได้ขีดความสามารถเทียบเคียงได้ต่อ VSAT ค่าของ Rc จะต้องเพิ่มขึ้นตามปัจจัย L เมื่อเทียบกับโครงร่าง FDMA

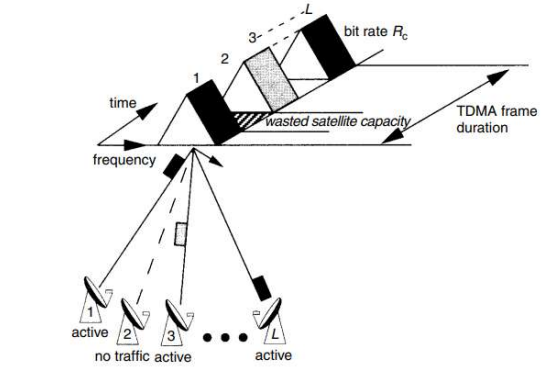


Figure 4.26 Fixed assignment TDMA

Demand assignment with TDMA (DA–TDMA)

รูปที่ 4.27 แสดงวิธีการแบ่งช่วงเวลา L ของเฟรมโดย N VSATs กับ N> L. VSAT ใด ๆ ที่ต้องการตั้งค่าลิงค์ (ผู้ให้บริการ "เปิด" จากสถานะ "ปิด" ของผู้ให้บริการ) สามารถเข้าถึงเวลาใดก็ได้ที่ไม่ว่างช่องบนเฟรมหรือหากเปิดใช้งานอยู่แล้วก็สามารถเพิ่มได้ความจุโดยการเพิ่มระยะเวลา burst จากนั้นรองรับการเชื่อมต่อจำนวนมากขึ้น สิ่งนี้ต้องมีการเปลี่ยนแปลง burst แผนเวลาและดำเนินการภายใต้การควบคุมของเครือข่ายระบบการจัดการ (NMS) ที่สถานีฮับ

เนื่องจากความต้องการการรับส่งข้อมูลจาก VSAT ทั้งหมดอาจเกินความจุที่เสนอ Rc การบล็อกการตั้งค่าลิงก์อาจเกิดขึ้นเนื่องจากเฟรม TDMA เต็มไปด้วย burst ของผู้ให้บริการ ตัวอย่างเช่นความจุเครือข่าย KL = 4 × 50 = 200 ช่องที่พิจารณาในโครงร่าง FA – TDMA ข้างต้นพร้อมใช้งานเป็นพูลสำหรับเทอร์มินัลผู้ใช้ทั้งหมดซึ่งมีความเข้มการรับส่งข้อมูลทั้งหมดคือ A = N × 8 × 0.1 = 0.8 N erlang โดยที่ N คือจำนวน VSAT ในเครือข่าย สำหรับการเปรียบเทียบกับ FA – TDMA คุณสามารถเลือก N ได้เพื่อให้บรรลุความน่าจะเป็นในการบล็อก 0.8% สำหรับเทอร์มินัล นี้หมายถึงการแก้ E200 (A) = 0.8% ซึ่งสอดคล้องกับ A = 178 erlang ดังนั้น N = 178 / 0.8 = 222 ซึ่งบ่งชี้ว่าจำนวน VSAT ในเครือข่ายสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยปัจจัย 222/50 = 4.4

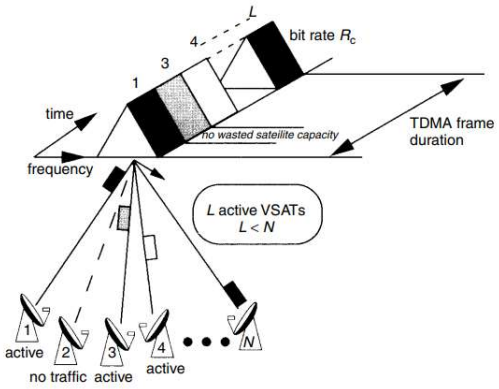


Figure 4.27 Demand assignment TDMA

Demand assignment with TDMA (DA–TDMA)

รูปที่ 4.27 แสดงวิธีการแบ่งช่วงเวลา L ของเฟรมโดย N VSATs กับ N> L. VSAT ใด ๆ ที่ต้องการตั้งค่าลิงค์(ผู้ให้บริการ "เปิด" จากสถานะ "ปิด" ของผู้ให้บริการ) สามารถเข้าถึงเวลาใดก็ได้ที่ไม่ว่างช่องบนเฟรมหรือหากเปิดใช้งานอยู่แล้วก็สามารถเพิ่มได้ความจุโดยการเพิ่มระยะเวลาของสัญญาณ burst จากนั้นรองรับการเชื่อมต่อจำนวนมากขึ้น สิ่งนี้ต้องมีการเปลี่ยนแปลง burst แผนเวลาและดำเนินการภายใต้การควบคุมของเครือข่ายระบบการจัดการ (NMS) ที่สถานีฮับ

เนื่องจากความต้องการการรับส่งข้อมูลจาก VSAT ทั้งหมดอาจเกินความจุที่เสนอ Rc การบล็อกการตั้งค่าลิงก์อาจเกิดขึ้นเนื่องจากเฟรม TDMA เต็มไปด้วย burst ของผู้ให้บริการ ตัวอย่างเช่นความจุเครือข่าย KL = 4 × 50 = 200 ช่องที่พิจารณาในโครงร่าง FA – TDMA ข้างต้นพร้อมใช้งานเป็นพูลสำหรับเทอร์มินัลผู้ใช้ทั้งหมดซึ่งมีความเข้มการรับส่งข้อมูลทั้งหมดคือ A = N × 8 × 0.1 = 0.8 N erlang โดยที่ N คือจำนวน VSAT ในเครือข่าย สำหรับการเปรียบเทียบกับ FA – TDMA คุณสามารถเลือก N ได้ เพื่อให้บรรลุความน่าจะเป็นในการบล็อก 0.8% สำหรับเทอร์มินัล นี้หมายถึงการแก้ E200 (A) = 0.8% ซึ่งสอดคล้องกับ A = 178 erlangดังนั้น N = 178 / 0.8 = 222 ซึ่งบ่งชี้ว่าจำนวน VSAT ในเครือข่ายสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยปัจจัย 222/50 = 4.4

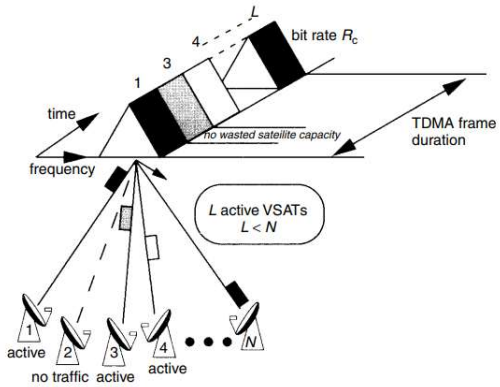


Figure 4.27 Demand assignment TDMA

Random time division multiple access

การแบ่งเวลาแบบสุ่มการเข้าถึงหลายครั้งชื่อ ALOHA มีสองโหมด: ALOHA และ ALOHA แบบ slotted ALOHA Vsat สามารถทำได้ส่งได้ตลอดเวลาไม่มีการซิงโครไนซ์ แต่ใน S-ALOHA VSAT จะส่งในช่วงเวลาที่มีการซิงโครไนซ์ ใน Time slot ที่กำหนดโดยไม่สนใจว่า VSAT อื่น ๆ กำลังส่งหรือไม่อยู่ในช่วงเวลาเดียวกันหรือไม่

รูปที่ 4.30 แสดงหลักการของ S-ALOHA ผู้ให้บริการทุกรายส่งในรูปแบบของ burst ที่มีระยะเวลาเท่ากับเวลาสล็อต burst ของผู้ให้บริการทุกรายสื่อถึงแพ็คเก็ตของข้อมูล การประสานข้อมูลระหว่าง VSAT ได้มาจากสัญญาณที่ส่งโดยฮับสถานีและรับที่ลิงค์ขาออกการส่งแพ็คเก็ตเริ่มต้นโดยข้อความที่สร้างขึ้นโดยเทอร์มินัลผู้ใช้ที่เชื่อมต่อกับ VSAT ความยาวของข้อความอาจไม่ตรงกับความยาวของแพ็คเก็ต ถ้าเล็กเกินไปก็ต้องจะเสร็จสมบูรณ์โดยบิตจำลอง หากมีขนาดใหญ่เกินไปจะต้องมีการถ่ายออกไปหลายแพ็คเก็ต เนื่องจากผู้ใช้ไม่ได้รับการประสานงานข้อความเช่นเดียวกับburst ของผู้ให้บริการถูกสร้างขึ้นแบบสุ่ม

วัดประสิทธิภาพการส่งของโปรโตคอล S-ALOHAโดย ทรูพุตปกติ S แสดงเป็นจำนวนแพ็กเก็ตส่งสำเร็จต่อความยาวแพ็คเก็ต อัตราเฉลี่ยของ
ส่งมอบบิต Rc โดยสมมติว่าความยาวแพ็คเก็ต L บิตระยะเวลาแพ็คเก็ต
τและอัตราบิตที่ส่ง Rc = L / **τ**คือ: $\langle R_c \rangle = S\left(\frac{L}{\tau}\right) = SR_c$

สามารถแสดงได้ ซึ่ง S ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้งานที่เสนอโดยเฉลี่ย G (ในแพ็คเก็ตต่อความยาวแพ็กเก็ต) ประกอบด้วยของแพ็คเก็ตที่สร้างขึ้นใหม่และส่งใหม่และหมายเลข, N, ของ VSAT ในเครือข่าย:

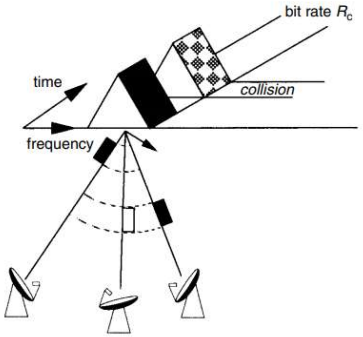


Figure 4.30 Principle of S-ALOHA

$$S = G\left(1 - \frac{G}{N}\right)^{N-1} \qquad (4.21)$$

As N becomes infinite, the above expression becomes:

$$S = G\,e^{-G} \qquad (4.22)$$

สมการเหล่านี้แสดงในรูปที่ 4.31

จากรูปที่ 4.31 จะเห็นได้ว่าทรูพุตปกติจะมาบรรจบกันอย่างรวดเร็วเป็นกรณีที่จำนวนของ Vsat ที่ไม่มีที่สิ้นสุดและสูงสุด ทรูพุตปกติสำหรับ VSAT จำนวนไม่ จำกัด เท่ากับ 1 / e = 0.368 หรือ 37% ซึ่งแย่มากด้วย ALOHA ที่ไม่มีการระบุจะถูกแทนที่ด้วย $S = G\,e^{-2G}$

ซึ่งนำไปสู่เส้นโค้งที่คล้ายกัน แต่มี throughput ที่ต่ำกว่าค่าสูงสุด

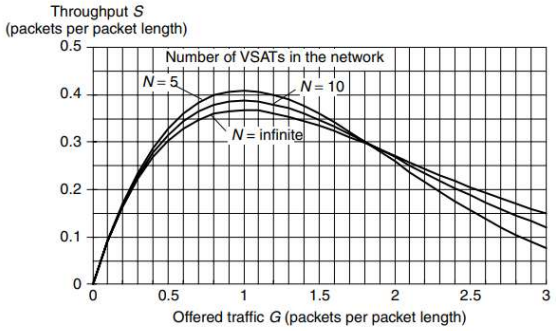


Figure 4.31 Throughput S versus offered traffic G for VSAT inbound link using S-ALOHA multiple access scheme

อาจคาดหวัง throughput ที่มีค่า ALOHA ต่ำได้ VSAT อาจส่งแบบสุ่มในช่วงเวลาใดก็ได้ ข้อดีของ S-ALOHA เป็นทรูพุตที่สูงกว่า ALOHA ที่ไม่มีการระบุจุดและเป็น จะแสดงให้เห็นในหัวข้อ 4.6.6 การหน่วงเวลาเฉลี่ยต่ำที่ต่ำ ปริมาณงาน (เช่นมีปริมาณการใช้งานมาก) มากกว่าที่ทำได้ด้วยการกำหนดความต้องการ FDMA หรือ TDMA สำหรับอัตราบิตการส่งข้อมูลที่กำหนด RC (bs – 1) จำนวน N ของ VSAT ที่สามารถติดตั้งในเครือข่ายตามอัตราการสร้างแพ็กเก็ต **λ** (s – 1) ต่อ VSAT และความยาว L ของแพ็คเก็ตที่เกี่ยวข้องกับ ทรูพุตปกติ S:

$$N = \frac{SR_c}{\lambda L}$$

นิพจน์ด้านบนจะแสดงในรูปที่ 4.32 สำหรับแพ็กเก็ตต่างๆความยาวและค่าปฏิบัติของ S = 0.1 และ Rc = 64 kbs – 1

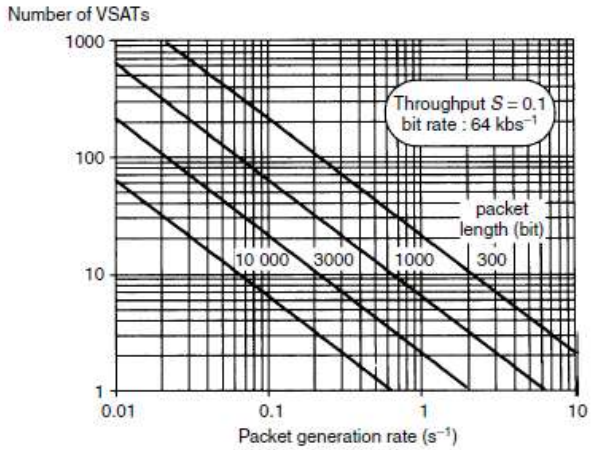


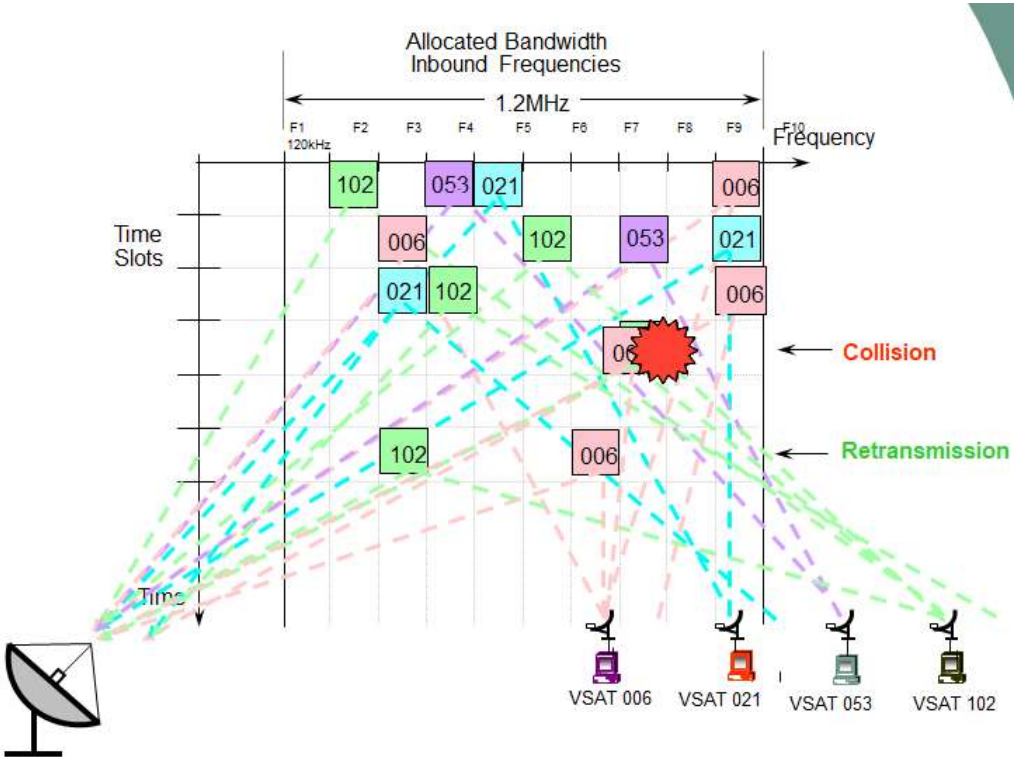
Figure 4.32 Number of VSATs in the network as a function of the packet generation rate for various packet lengths (in bits). A practical throughput $S = 0.1$ is considered, and a transmission bit rate $R_c = 64$ kbs^{-1}

Selective reject ALOHA

ข้อความจะถูกส่งแบบอะซิงโครนัสเช่นเดียวกับใน ALOHA ที่ไม่มีการระบุเครื่องหมาย แต่แบ่งเป็นแพ็กเก็ตสั้น ๆ จำนวน จำกัด แต่ละแพ็กเก็ตมี คำนำและส่วนหัวของการซื้อกิจการของตัวเอง โปรโตคอลใช้ประโยชน์จากไฟล์ ความจริงที่ว่าการชนกันส่วนใหญ่ในช่องที่ไม่ได้กำหนดเครื่องหมายเป็นเพียงบางส่วนส่วนข้อความที่ไม่มีการเชื่อมต่อที่พบความขัดแย้งอาจเป็นได้ ผู้รับกู้คืนและมีเพียงแพ็กเก็ตเท่านั้นที่พบความขัดแย้งเท่านั้นที่จะถูกส่งซ้ำในลักษณะที่คล้ายกับการเลือก ทำซ้ำโปรโตคอลของรูปที่ 4.7 (c) ทรูพุตสูงสุดแล้ว แสดงเป็นค่าใกล้ 0.368 โดยไม่คำนึงถึงการกระจายความยาวของข้อความ ในทางปฏิบัติความจำเป็นในการซื้อคำนำหน้าและส่วนหัวในแต่ละแพ็กเก็ตจะ จำกัด ทรูพุตที่มีประโยชน์สูงสุดไว้ในช่วงจาก 0.2–0.3 ความต้องการที่สำคัญสำหรับค่าใช้จ่ายแพ็คเก็ตต่ำจำเป็นต้องมี burst ที่มีระยะเวลาการส่งสั้น ๆ

Access Schemes

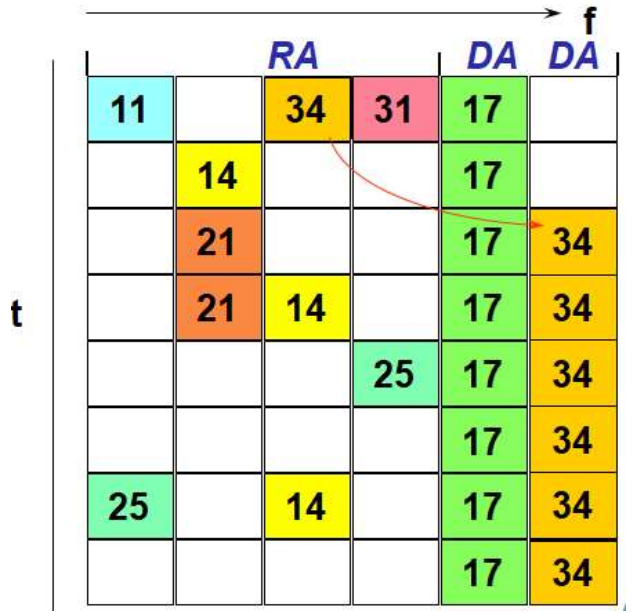
Frequency/Time Division Multiple Access – Random Access (RA)



Access Schemes

Automatic Dedicated Access

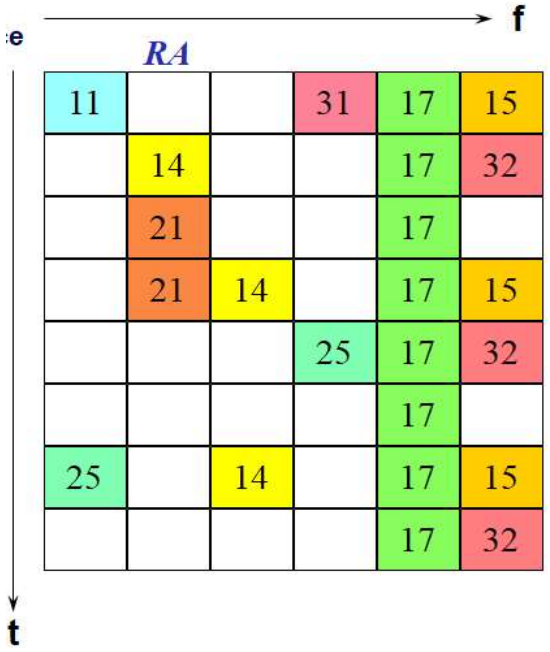
- A “private” frequency is allocated to a single VSAT
- Collision free, high throughput channel for batch applications and file transfer
- When a DA is required by a VSAT, initiate request is sent in RA mode, triggered
  - According to IP-socket or IP address
  - According X.25 destination address
  - Throughput based
- Then, a DA frequency is allocated



Access Schemes

Automatic Partial Dedicated Access

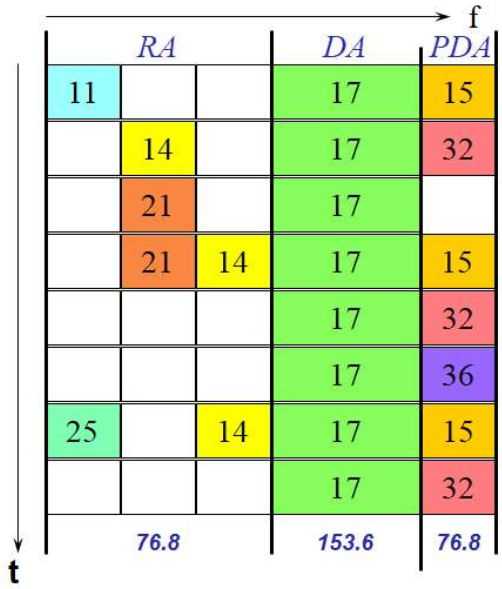
- Partial allocation for better utilization of DA channel
- Optimal for Constant Bit Rate (CBR) applications, such as voice
- Guarantees fixed response time
- DA can be flexibly divide into PDAs



Access Schemes

Dual Bit Rate

- **Support of dual bit rate improves space segments utilization**
- **Any 2 bit rates can be supported**
- **Each VSAT supports two bit rates with multiple access modes**
  - Lower bit rate for RA and higher bit rate for DA
- **Each Receiver Cage at the hub can handle two bit rates**



CAT satcom

www.catsatcom.com