

רשתות תקשורת מרחביות WAN

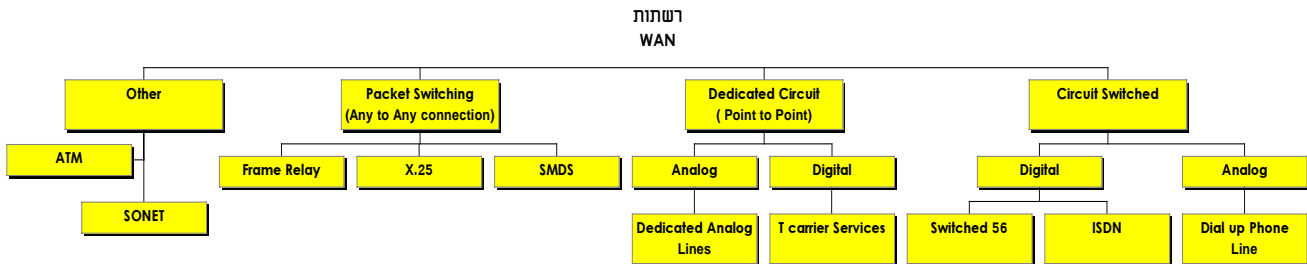
רשתות תקשורת מסוג WAN משמשות כהרחבה לרשת מקומית (LAN) .
 לעומת רשת מקומית אשר נמצאת בסביבת עבודה כגון : משרד או בנין משרדים , רשתות מסוג WAN מאפשרות לבצע תקשורת על פני יבשות .

תפקידם של רשתות תקשורת מרחביות הוא : לקשר

ישנם סוגים רבים של תקשורת מבוססת WAN אך ניתן לומר בהכללה שהמכנה המשותף לכל סוגי הרשתות הוא שהענקת השרות מסופקת ע"י חברות טלפוניה ציבורית .
 המשאבים המושקעים בהקמת תשתית תקשורת אשר נועדה לחיבור בין יבשות היא עצומה וממונת ע"י חברות הטלפונים .

חברות הטלפונים מציעות לארגונים סוגים שונים של שירותים בחיוב כספי , המתאפיינים בתצורות עבודה שונות אשר באות לידי ביטוי במהירות שידור שונות , בסוג המידע המועבר וכו' .

הפרק הבא מכיל תאור של " משפחות " שירותי ה WAN ואת המאפיינים של כל אחד מסוגי השירותים .



שירותי WAN מתחלקים ל 3 " משפחות " של סוגי שירותים :

Circuit based

1. Circuit Switched
2. Dedicated Circuit

Packet based

3. Packet Switching

Circuit Switched - רשת ממותגת מעגלים

רשת ממותגת מעגלים (Circuit Switched) מוגדרת כ: רשת אשר מגדירה ערוץ ייעודי זמני עבור תקשורת .
 כל זמן משך התקשורת מוקדש הערוץ אך ורק לצמתים המשתתפים בתקשורת .
 תצורת תקשורת של רשת ממותגת מעגלים מאפשרת לקבל ערוץ פרטי לזמן מוגבל (הזמן בו מתבצעת התקשורת) .

המונח : Circuit Switched משמש לתיאור סוג התקשורת .
 בכול פעם שנוצר קשר בין תחנת מקור לתחנת יעד נוצר מעגל (Circuit) .
 אולם המעגל אינו קבוע אלא מוגדר כ : מעגל ממותג .
 המונח ממותג מתאר את תצורת העבודה שבה רכזות ספק השרות , משתמשות בערוצי הקימים לשם יצירת מעגל תקשורת זמני .
 רכזות התקשורת אשר מוגדרות כ : Switch HUB מבצעות את הגדרת המעגל הזמני הנוצר בין שתי תחנות הקצה .

הפרוש המילולי של המונח : switching הוא : ממותג .
 המונח : ממותג הענק לסוג התקשורת הנ"ל מכיוון שממש בדומה למתג חשמלי אשר מדליק או מכבה נורת חשמל , רשת תקשורת ממותגת פועלת כמעין מפסק .

כאשר נוצר קשר בין רשתות , ניתן לומר שהמתג מופעל .
 כאשר הקשר בין הרשתות ניתק , ניתן לומר שהמתג נסגר .

פרוש נוסף למושג : switching הוא היכולת של חברת הטלפונים למתג (switching) את השיחה לכל מקום שאליו אנו רוצים להגיע .
 לדוגמא :
 כאשר אנו מבקשים לטלפן למספר טלפון אשר נמצא מחוץ לארץ , מרכזיית הטלפונים בארץ , ממתגת (switching) את השיחה מהרכזת אשר נמצאת בארץ לרכזת אשר נמצאת בחו"ל .

רשת תקשורת המוגדרת כ- רשת ממותגת מעגלים מתבססת על תצורת העבודה הבאה :

כל לקוח אשר מבקש להיות חבר ברשת מקבל מספר זמני .
 כדי להתקשר ללקוח נוסף ברשת אנו חייבים לציין את מספר המנוי של הלקוח .
 כאשר אנו יוזמים התקשורת ללקוח נוסף ברשת , במידה והלקוח זמין , נוצרת התקשורת (ערוץ פרטי) עם המנוי שאנו מבקשים ליצור עמו קשר .
 כל עוד נמשכת ההתקשורת , לא ניתן להקצות את ערוץ התקשורת ללקוח אחר ברשת .
 כאשר מסתיימת ההתקשורת , מתפנה ערוץ ועתה לקוחות נוספים יכולים להשתמש בערוץ התקשורת .

לעיתים מוגדרת רשת ממותגת מעגלים כ: רשת מונחת
 חיבורים (Connection Oriented Networks) או תקשורת נקודה לנקודה (Point to Point) .

הלקוח אשר יוזם את החיבור (Point) , מתבסס על הנחת יסוד שבה כדי לבצע את התקשורת , לקוח היעד (Point) חייב להגיב בחיוב ליצירת הקשר .
 עד אשר לקוח היעד לא מגיב בחיוב לא נוצרת התקשורת .
 יצירת התקשורת מוגדרת כ: תקשורת נקודה לנקודה .

כאשר נוצר הקשר , מקבלת הרשת את האחריות על המשכיות הקשר הכולל פעולות כגון : בדיקת מנות המידע , משלוח המנות בסדר הנכון וכו' .

הערה !

בסעיפים הבאים נלמד על סוגים שונים של רשתות המוגדרות כ: חסרות חיבורים (Connectionless) או Any to Any connection .
 רשתות חסרות חיבורים פועלים בצורה שונה שבה ההתקן היוזם אינו חייב לקבל תגובה מהתקן היעד והאחריות על סידור המנות הנתונים ואיתור השגיאות מוטל על התקן היעד .

הסעיפים הבאים כוללים 3 סוגים של תצורת תקשורת מבוססת רשת ממותגת מעגלים .

1. Dial up Phone Line

2. ISDN

3. Switched 56

Dial up Phone Line

עבור התקשורת מסוג - Dial up Phone Line , אנו נדרשים להשתמש
בשרותיה של רשת טלפונים ציבורית

ממותגת - PSTN (Public Switched Telephone Network)

לדוגמא : בארץ מוגדרת חברת בזק כ: PSTN (רשת טלפונים ציבורית ממותגת)

כדוגמא לשימוש ברשת מסוג - Dial up Phone Line נוכל להשתמש בשיחה טלפונית פשוטה .
כדי להשתמש בשרותי מרכזיה ציבורית אנו נדרשים לרכוש מנוי (חיוב חודשי ע"י חברת בזק) .
במקביל מחיוב הלקוח בעבור כל שיחת טלפון .
תמחור השיחה מתבצע עפ"י זמן השיחה ומטרת היעד כגון : ערים ארצות וכו' .
כאשר אנו מחייגים את מספר הטלפון של המנוי שאתו אנו מבקשים ליצור קשר , אנו ממתינים לתגובה מהצד
השני .
במידה והמנוי מעברו השני של הקו מרים את שפופרת הטלפון נוצר ערוץ תקשורת " בלעדי " בין הצד היחם
לבין מנוי היעד .
כל עוד אחד מן הצדדים לא יחם ניתוק של השיחה , מוקצה ערוץ התקשורת אך ורק למען המנוים שמבצעים
את התקשורת .
תפקידה של רשת התקשורת הציבורית הוא : לדאוג להמשך השיחה , לדאוג שמנות המידע יגיעו בסדר הנכון
וכו' .
כאשר מנתק אחד המנוים את השיחה , מתפנה ערוץ התקשורת ועתה מינוים נוספים יכלו להשתמש באותו
ערוץ .

מאפיינים של רשת תקשורת ממותגת ציבורית

תשתית אנלוגית

בראשית דרכה הוקמו רשתות טלפונים ממותגות למטרה של העברת תקשורת קולית (Voice) .
בשלב מאוחר יותר , כאשר החל להתפתח עולם התקשורת הממוחשבת , נעשה שימוש נרחב בתשתית
הטלפונית מכיוון שתשתית הטלפונית , היוותה את סוג התקשורת המקובל ביותר בעל התפוצה הגדולה ביותר
בעולם .

מכיוון שתשתית התקשורת נבנתה בראשונה לשם העברת מידע קולי , הצורה היחידה להעברת מידע ברשתות
ציבוריות הייתה : אותות אנלוגים .

כאשר החל השימוש ברשת תקשורת ציבורית לשם העברה של מידע של רשתות תקשורת ממוחשבות , התעורר
הצורך למציאת פתרון לתרגום המידע לפורמט האנלוגי .

(רשת תקשורת ממוחשבת משתמש בפורמט מידע דיגיטלי , בינארי ע"י ייצוג ערכים כ: 1 0) .

• אנלוגי - analog

המושג אנלוגי מתייחס לרוב שיטות השידור שפתחו כדי לשדר אותות קול .
שיטות אלו הותאמו לרוחב הפס של הקול האנושי (עד 3Khz) , דבר שמגביל את יכולתן להעביר תווים
ספרתיים במהירות גבוהה .

• תקשורת ספרתית (digital) .

המושג ספרתי מתאר אותות המורכבים מהספרות 0 ו 1 בלבד , איתות
בעזרת כן ולא (on/off) .
(במקום מגוון רחב של תדירויות אנלוגיות) .

פתרון : כדי לבצע תקשורת מבוססת אותות דיגיטלים על תשתית אנלוגית נעשה שימוש במכשיר אשר משמש להמרה של אותו דיגיטלים לאותות אנלוגים וההפך .

ההתקן המשמש למטרה הנ"ל מוגדר כ : מודם

Dial up Line

• מודם (Modem) .

המושג מודם הוא קיצור של modulator /demodulator (מאפנן , מסיר אפנון) . המודם משמש כרכיב אשר בין אותות אלקטרוניים לבין אותות מסוג אחר לרוב אותות אנלוגים שנשלחים על גבי קווי הטלפון .

הפעולה שמבצע מכשיר המודם מוגדרת כ : אפנון modulation .

תהליך האפנון מתאר תהליך של שינוי אות .

התדירות של גל המייצג אות , יכול לעבור שינוי , כך שייצג אות ספרתי או אנלוגי .

תפקידו של מכשיר המודם הוא "לתרגם" את המידע הספרתי לפורמט של מידע אנלוגי אשר יועבר דרך קווי הטלפון . כאשר מגיע המידע ליעדו , מקבל המודם את המידע ומתרגם אותו שוב מפורמט של מידע אנלוגי לפורמט של מידע ספרתי .

חסרונות ויתרונות של תקשורת בקווי חיוג אנלוגים .

אחד מהיתרונות הגדולים של תשתית אנלוגית היא : תפוצה רחבה .

ניתן לומר שכיום התשתית הטלפונית קימת (כקווי טלפון קולים רגילים) ברוב המקומות בעולם ולכן אין צורך ליצור קו תקשורת מיוחד .

לכן מחירה של תקשורת טלפונית זול באופן יחסי .

החסרונות הם :

עקב ההפרעות הקיימות בקווים ואשר עלולות לשבש את התקשורת .

חוסר פרטיות ואפשרות ציטות , ומחיר יקר כאשר התקשורת נעשית באופן אינטנסיבי ובכמויות גדולות מחוץ לגבולות הארץ .

(Integrated Services Digital Network) ISDN

פרוש השם ISDN הוא : שירותים משולבים של רשת דיגיטלית . שירותי רשת דיגיטלית נעדו כדי לפתור את הבעיה העיקרית של רשתות ציבוריות אנלוגיות .

ההבדל בין רשת מבוססת ISDN לבין רשת אנלוגית הוא : רכזות התקשורת .

כיום מציעות חברות התקשורת הציבוריות שירותים של העברת מידע דיגיטלי ע"י שימוש ברכזות (Switch) דיגיטליות .

יש לשים לב לעובדה שהתשתית של חברות הטלפוניה לא השתנה .

אותה תשתית משמשת עדין להעברת נתונים .

ההבדלים ברשת טלפוניה דיגיטלית הם :

רכיב הקצה של המנוי – כדי להעביר מידע דיגיטלי , תחנת הקצה אמורה לכלול רכיב חומרה אשר יודע

להעביר ולקבל מידע דיגיטלי .

תקן ה ISDN מגדיר תצורת עבודה המאפשרת להעביר במקביל מידע קולי + מידע דיגיטלי ע"י שימוש באותו קו תקשורת .

לדוגמא :

במידה ואנו מבקשים להיות מינוים ברשת ה ISDN נדרש להחליף את מכשיר הטלפון הקיים למכשיר טלפון מותאם לרשת ה ISDN . בנוסף במידה ואנו מבקשים לבצע תקשורת ממוחשבת ע"י שימוש ברשת הדיגיטלית נדרש לרכוש כרטיס ISDN אשר ישמש להעברת המידע לרשת הדיגיטלית .

טכנולוגית ISDN מגדירה תוכנית בינלאומית לרשת ספרתית (דיגיטציה של מערכות טלפון) . התוכנית קוראת להמרת המערכות ומעגלי השידור האנלוגיים הנוכחיים במערכות ובמעגלים סיפרתים המעברים אותות של 1 1 0 במקום תדרי קול אנלוגיים .

השינוי הוא פחות מהפכני מכפי שהוא נשמע מכיוון שנכון להיום התקשורת בין רכזות טלפוניה נעשית ע"י רכזות טלפוניה ספרתיות . הבעיה היא שהקשר בין לקוחות הטלפון לבין הרכזות מתבצע בצורה אנלוגית . כלומר כדי להפוך את תקן ה ISDN לתקן נפוץ ושמיש חברות הטלפון יצטרכו לשנות אך ורק את הממשק בין הצרכנים לבין רכזות הטלפון .

יתרונות

היתרון הגדול ברשת ה ISDN הוא : מניעת התרגום הכפול של המידע . ברשת אנלוגית מתבצע תרגום כפול של המידע . בפעם הראשונה ממיר ממודם את המידע מדיגיטלי ל- מידע אנלוגי לשם העברת המידע על קווי תקשורת אנלוגיים . בפעם השנייה מתבצע התרגום כאשר המודם בתחנת היעד מקבל את המידע האנלוגי ומבצע שוב המרה של המידע שהתקבל ל- מידע דיגיטלי .

מכיוון שרת ה ISDN מוגדרת מלכתחילה כ- רשת דיגיטלית , תהליך ההמרה של המידע מפורמט אנלוגי לפורמט דיגיטלי וההפך נחסך .

רשתות דיגיטליות מאפשרות להעביר מידע במהירות גבוהה לעומת רשתות אנלוגיות מכיוון שרשתות אנלוגיות תוכננו מתוך מטרה להעברת מידע קולי . כדי להעביר מידע דיגיטלי על רשתות אנלוגיות יש להשתמש בשיטות שונות כדי "לעטוף" את המידע הדיגיטלי במעטפת אנלוגית כדי להעביר את המידע . עטיפת המידע גורמת לתקורה גבוהה ולתצורת עבודה שבה חלק גדול ממהירות העברת המידע מתבזבז על תהליך האריזה והסרת האריזה האנלוגית מהמידע .

לעומת תצורת העבודה הנ"ל רשתות דיגיטליות נוצרו כדי לעבוד בתצורה אופטימלית עם מידע דיגיטלי ומכיוון שאין צורך לעטוף ולסדר את המידע מחדש , מהירות העברת הנתונים היא גבוהה בהרבה .

עפ"י שכדי לבצע תקשורת ברשת ה ISDN יש צורך להשתמש בכרטיס תקשורת ISDN אשר מבצע תרגום כל שהוא של המידע לפורמט מסוים של רשת ה ISDN , מוגדר התרגום הנ"ל כ: תרגום בסיס אשר אינו גוזל משאבים רבים מרוחב הפס .

מאפיינים

• Channels – ערוצים

מערכת ISDN מתבססת על שימוש ב- ערוצים (Channels) . רשתות התקשורת הציבריות מציעות ללקוחות הרשת הדיגיטלית שני סוגים של שירותים :

1. (Basic Rate Interface) BRI
2. (Primary Rate Interface) PRI

BRI

תקשורת ISDN מבוססת BRI מקצה עבור הלקוח 3 ערוצי תקשורת .
2 ערוצי מידע אשר מוגדרים כ: B Channel וערוץ נוסף להעברת מידע אשר
מוגדר כ: D Channel .

כל אחד משני ערוצי ה B Channel מאפשר העברת מידע בקצב של 64Kbps .
ערוץ התקשורת - D Channel מאפשר העברת מידע במהירות של 16Kbps .

ערוצי ה B Channel משמשים את לקוח הרשת להעברת מידע .
ניתן להשתמש בשני הערוצים ולהשיג מהירות תקשורת של 128Kbps .
במקביל ניתן להגדיר את אחד הערוצים לשימוש של תקשורת אנלוגית (קולית) ואת הערוץ השני למטרת
תקשורת דיגיטלית .

הערוץ הנוסף - D Channel משמש להעברת מידע בקרה , איתות וכו' ואינו משמש כחלק מצינור התקשורת
המוקצה עבור מידע המוני .

PRI

מפרט ה PRI זהה לחלוטין למפרט ה BRI .
ההבדל בין מפרט ה PRI למפרט ה BRI הוא : מספר הערוצים .

מפרט ה PRI כולל שימוש ב 23 ערוצי B + ערוץ D .
כל אחד מן הערוצים (כולל ערוץ D) מאפשר העברת מידע במהירות של 64Kbps .

במידה ונעשה שימוש בשילוב של כל הערוצים מאפשרת העברת מידע
בקצב של 1.5Mbps בקירוב .

מתאם ISDN Adapter – ISDN

תקשורת מבוססת ISDN , מתבססת על שימוש במתאם ISDN | בכול אחד מקצוות הקו .
(ממש באותה מידה שתקשורת אנלוגית נדרשת למודם בכול אחד מקצוות הקו) .

Switched 56

תקשורת מסוג - Switched 56 מתבססת על שימוש בקווים דיגיטלים .
ניתן לשייך את סוג תקשורת Switched 56 לאותה משפחה שאליה שייכת תקשורת מבוססת ISDN .
ההבדלים בין 2 סוגי התקשורת הוא : מהירות התקשורת .
תקשורת מבוססת Switched 56 מאפשרת העברת מידע בקצב של 56Kbps .

בארץ ישראל , קיימת תשתית ISDN | רחבה במקומות רבים .
לעומת זאת בארצות הברית קיימת תשתית נרחבת עבור שירותי רשת מבוססי - Switched 56 .

Dedicated Circuit

רשתות מסוג - Dedicated Circuit מתבססות על עקרון דומה לרשתות

מסוג - Circuit Switched (רשת ממותגת מעגלים) .

תצורת התקשורת מוגדרת גם כ: Point to Point אולם ההבדל העיקרי הוא : זמינות מעגל התקשורת .

שרות של רשתות מסוג - Dedicated Circuit מתבסס על שכירות קבועה של קו התקשורת . לעומת רשתות ממותגות מעגלים שבהם מעגל התקשורת בין הלקוחות הוא זמני ומסתיים בעת סיום התקשורת , רשתות מסוג - Dedicated Circuit מציעות מעגל תקשורת קבוע . ברשת - Dedicated Circuit לא מתבצע התהליך של יצירת מעגל התקשורת מכיוון שהמעגל קיים מראש .

שירות של מעגל תקשורת קבוע מוגדר כ: נל"ן (נקודה לנקודה)

המקרים בהם נעשה שימוש בקו חכור הם במידה ומתבצעת תקשורת קבועה מנקודה לנקודה .

לדוגמא :

חברה אשר כוללת שני סניפים בערים שונות .

התקשורת בין הסניפים מתבצעת באופן רציף 24 שעות ביממה .

מאפיינים של קו שכור (Dedicated Circuit) .

- מהירות תקשורת

מכיוון שתקשורת מסוג - Dedicated Circuit מתבססת על מעגל תקשורת קבוע , ניתן לנצל את קו התקשורת בצורה יעילה יותר . כאשר מתבצעת תקשורת בקווים אשר אינם מבטיחים תקשורת קבועה ואמינה , חלק ניכר מנפח המידע , " מבחובו " על ביצוע של בדיקת שגיאת , אימות המידע וכו' . מכיוון שהנחת היסוד לגבי קו התקשורת קבוע היא : שאמינות הקו אינה מוטלת בספק וסביר להניח שקו התקשורת נקי מהפרעות ניתן לבצע תקשורת יעילה יותר אשר אינה כוללת רכיבים מורכבים לבדיקה ואימות המידע .

- אבטחת מידע

מכיוון שקו התקשורת מוגדר כ: קו פרטי , אבטחת המידע של הנתונים גבוהה יותר מאשר בקווי תקשורת אשר מחולקים עם לקוחות נוספים .

- עלות גבוהה

קו תקשורת שכורים מגדילים במידה ניכרת את עלות השירותים . מכיוון שקו התקשורת לא מנוצל ע"י ספק השירותים עבור מספר לקוחות במקביל , אלא מושכר ללקוח אחד בלבד , עלות השכירות של קו התקשורת גבוהה בהרבה מעלות תקשורת של קו זמני שאינו שכור .

לדוגמא :

במקרה שחברה מסיימת מקימת תקשורת קבועה בין 2 סניפים מרוחקים (2 נקודות) וזקוקה לכמויות גדולות של העברת מידע במשך חלק גדול מהיום , שכירה קו תקשורת קבוע תהיה תצורת העבודה העדיפה .

המחיר של שכירת קו באופן קבוע לעומת חיוב עפ"י התקשורת הוא יקר אולם במקרה שהקשר בין 2 נקודות הוא קבוע ונעשה בו שימוש רב במשך כל היום סה"כ עלות המחיר של קו שכור תהיה זולה יותר מאשר חיוב עפ"י התקשורת .

בעבר חיבור בין שני נקודות ע"י השכרת קווים אנלוגים היה פופלרי . כיום נעשה בעיקר שימוש בקווים שכורים דיגיטלים אשר מסוגלים לספק את 2 סוגי התקשורת : אנלוגי + דיגיטלי .

החסרון של קו שכור הוא : תלות . מכיוון ששכירת הקו יוצרת מסלול קבוע בין נקודה לנקודה החסרון הוא שלא ניתן להשתמש בקו השכור לשם תקשורת לנקודות נוספות . ארגון אשר מבקש ליצור תקשורת לנקודות נוספות יצטרך לבחור באחת מ 2 הברירות :

1. לשכור קו עבור כל אחת מן הנקודות הנוספות

2. להשתמש בשירות חלופי מסוג : Packet Switching .

חסרון נוסף של קווים שכורים הוא שהתשלום על קו שכור הוא קבוע ואינו תלוי בכמות השימוש שנעשית בקו .

לדוגמא :
אם בחודש מסוים לא נעשתה תקשורת כל שהיא דרך הקו השכור , יחויב הלקוח ע"י חברת השרות בתשלום קבוע למרות שלא נעשה כל שימוש בקו .

Dedicated Analog Lines

בעבר שימשה תקשורת של קו שכור אנלוגי כשיטה היחידה אשר הוצעה ע"י ספק השרות . עם התקדמות התקנים והתפתחותה של הרשת הדיגיטלית , הולך ונעלם השרות של קו ייעודי אנלוגי .

T carrier Services

טכנולוגית ה T carrier Services

טכנולוגית T מרובת ערוצים

רשתות מרחביות גלובליות , וגם רשתות של מדינות הינן בטכנולוגיה מסוג T1 מרובת ערוצים . מהירות התעבורה ברשת מסוג T1 היא : 1.5 Mbps (1,464 Kbps) .
(לשם השוואה מודם ממוצע משדר (36-56Kbps))
קוי T3 מעבירים מידע בקצב גדול פי 30 : 45Mbps (42MB לשניה)
קוי T3 הוכנסו לשימוש ל INTERNET לדאשונה ב 1991 וכיום הם מהווים את עמוד השדרה של INTERNET בצפון אמריקה .

קו שכור דיגיטלי יכול לספק העברת נתונים במהירות מקסימלית של - 45Mbps / sec . חברות התקשורת משתמשות בציוד מיוחד אשר מאפשר "לסחוט" מקווי הטלפון "הרגילים" , תקשורת מהירה בהרבה יותר מתצורת העבודה הרגילה . בעזרת שימוש במכשיר Multiplexer , ניתן להשתמש בקו דיגיטלי להעברת מידע אנלוגי + דיגיטלי .

התשלום עבור קו שכור הוא קבוע מראש (monthly charge) לעומת קווי חיוג (Dial up) אשר בהם מחיב הספק את הלקוח עפ"י שימוש (per-use Charge) .

מהירות העברת הנתונים בקווים דיגיטלים מחולקת למספר רמות :

העברת נתונים מסוג T1 .

המושג T1 מתאר העברת נתונים בקו דיגיטלי במהירות של 1.544 Mbps / sec . מאפיין נוסף הוא : point-to-point . קווי תקשורת מסוג T1 מושכרים ע"י לקוח מחברת הטלפון ומשמשים כקו ייעודי לחיבור בין 2 נקודות .
אם נתייחס לקווי T1 כאל צינור גדול להעברת נתונים , ניתן לחלק את הצינור הגדול ל 24 תתי צינורות . ניתן לבצע חלוקה של קו התקשורת הראשי לתתי קווים .
המונח - fractional (מפוצל , שבור) מתאר את תצורת העבודה שבה ניתן להפוך קו תקשורת מסוג T1 ל 24 קווי תקשורת , אשר מספקים מהירות העברת נתונים של 64Kbits / Sec .
בחלק מן הקווים ניתן להשתמש לשם העברת מידע אנלוגי (קול) ובחלק הנותר ניתן להשתמש לשם העברת מידע דיגיטלי (Data) .

העברת נתונים מסוג T3 .

המושג T1 מתאר העברת נתונים במהירות של 45 Mbits /sec .
ניתן לחלק קו תקשורת מסוג T1 ל 28 ערוצים (Channel's) במהירות T1 .

ציוד של קווים דיגיטליים .

לעומת תקשורת אנלוגית אשר משתמשת במכשיר מודם ב 2 הנקודות כדי להמיר את המידע הדיגיטלי למידע אנלוגי אשר יעבור בקווי התקשורת , כאשר אנו מחוברים לרשת אשר מתבססת על תקשורת דיגיטלית , לא נעשה שימוש במכשיר המודם .
במקום מכשיר המודם נעשה שימוש ב 2 רכיבים אשר שייכים למשפחת ה Data Communication Equipment - DEC .

2 הרכיבים הם :

Channel Service Unit - CSU

Data Service Unit - DSU

Multiplexing - ריבוב

הפירוש המילולי של המושג : multiplexing הוא - ריבוב .
המכשיר את מבצע את פעולת הריבוב מוגדר כ Multiplexer .

מכשיר ה Multiplexer מאפשר לנצל ביעילות קו תקשורת אחד אשר משתמש למספר מטרות ולמספר משתמשים בעת ובעונה אחת .
ניתן לדמות את ה Multiplexer למעין שוטר תנועה אשר מבצע הכוונה של התנועה על צומת עמוסה . כל אחד מכיווני הצומת מקבל פרק זמן קבוע מראש שבו תוכל לזרום התנועה .
מכשיר ה Multiplexer מבצע הקצאה דינאמית של משאבים על פי הדרישות .
השימוש במכשיר Multiplexer יכול להיעשות במקרים הבאים :

העברת סוגי מידע שונים .

לקוח אשר שוכר קו תקשורת ומבקש להעביר בקו 2 סוגים של מידע :
א. data (מידע דיגיטלי)
ב. קול (מידע אנלוגי)

כל אחד מסוגי המידע משדר תדרים שונים .
כדי לאפשר שידור של 2 סוגי המידע בעת ובעונה אחת על קו תקשורת אחת , משמש ה Multiplexer כ: "מתווך " בין המידע (האנלוגי + דיגיטלי) לבין קו התקשורת .
המידע מגיע למכשיר ה Multiplexer .
מכשיר ה Multiplexer מקצה את משאבי קו התקשורת על פי הדרישה ומעביר את 2 סוגי המידע : פעם מידע אנלוגי ופעם מידע דיגיטלי .
לעומת מכשיר מודם אשר מסוגל לטפל רק בהמרה של מידע אנלוגי לדיגיטלי , מכשיר ה Multiplexer יודע לטפל בעת ובעונה אחת ב 2 סוגי המידע ללא צורך לבצע המרה .

מכשיר Multiplexer אשר אחראי על חלוקת רוחב הפס לתדרים מוגדר כ : FDM (Frequency Division Multiplexing)

חלוקת זמנים .

כאשר מספר נקודות מבקשות לשדר בעת ובעונה אחת, תפקידו של מכשיר ה Multiplexer הוא : לקבל את המידע, לאחד את המידע ולהוציא את המידע בצורה מסודרת דרך קו התקשורת.

מכשיר ה Multiplexer מקבל את המידע מהנקודות השונות בתצורה של signal (אות).
תפקידו של מכשיר ה Multiplexer הוא : איחוד וצירוף של אותות (Signals) רבים לאות אחד אשר עובר בקו התקשורת.

לדוגמא :

במקרה שעשרה משתמשים מבקשים ליצור תקשורת לאתר מרוחק כל שהוא, המידע לא עובר בנפרד עבור כל משתמש.

תצורת העבודה היא : המידע מכל עשרת המשתמשים מגיע למכשיר ה Multiplexer.
מכשיר ה Multiplexer "מאחד" את האותות ומוציא את המידע לעולם מהארגון כאות אחד בודד (אש מכיל בתוכו את כל שאר האותות).

באותה מידע תפקידו של מכשיר ה Multiplexer אשר נמצא בצד השני הוא : לקבל את ה אות הבודד, ולפרק את האות למרכיבו השונים.

מכשיר Multiplexer אשר אחראי על חלוקת הזמנים
מוגדר כ : TDM (Time Division Multiplexing)

Packet Switching

Packet Switching

רשתות מבוססות : Packet Switching מספקות שיטה גמישה לתקשורת בין נקודה אחת למספר נקודות במקביל.

לקוחות אשר מבקשים פתרונות של תקשורת למספר אתרים עם כמויות שונות של מידע.

כאשר מבקשים לתאר רשת מסוג Packet Switching, נעשה שימוש במושג : Mesh.
הפרוש המילולי של המושג : mesh הוא : רשת או מבנה מורכב.

רשת מסוג mesh מספקת דרך אמינה ובטוחה להעברת נתונים מכיוון שהיא כוללת צמתים רבות אשר יכולות לגבות אחת את השנייה במקרה שאחת מן הצמתים יצאה מכלל פעולה.

להבדיל מתצורת העבודה מסוג : Circuit switching אשר יוצרת מעין מעגל לוגי בין נקודה לנקודה לאורך כל ה "שיחה" (Saison) וכל המידע עובר אך ורק במעגל שנוצר, תקשורת מסוג : Packet Switching פועלת בתצורה שונה.

לעומת תצורת העבודה של רשת מסוג : Circuit switching שבה נוצר תהליך משא ומתן בין 2 הנקודות כדי לקבוע מסלול מראש לפני תחילת העברת המידע, ברשתות מסוג : Packet Switching, המסלול שבו יעבור המידע לצד השני אינו ידוע מראש ואינו מהווה חלק חיוני לשידור המידע.
(היעד חייב להיות ידוע מראש אבל לא המסלול).

לכן כאשר מתארים רשתות מסוג : Packet Switching, משתמשים לעיתים קרובות בצירוף של "ענן" אשר נועד לסמל את העבודה שמסלול המידע אינו ידוע מראש והדרך שבה יגיע המידע לנקודה השנייה יכול להיות כל אחד מתוך מאות מסלולים אשר נכללים ב " ענן ". (שרותי טלפוניה ציבוריים).
סוג התקשורת הנ"ל מוגדר כ : any to any connection.

כאשר נוצר קשר בין 2 נקודות ברשת מבוססת - Packet Switching, התהליך הבא מתרחש :
נקודה א' משדרת מידע. המידע מחולק למנות קטנות (Packet).

לדוגמא : נניח ש 100% המידע חולק ל 20 מנות.
המידע נשלח לספק השרות (המרכזייה של ספק השרות). זהו סוף השלב שבו נוכל לדעת את מסלול המידע. מעתה ואילך, מנות המידע יכולות באופן תאורטי לעבור כל אחת בצומת שונה עד ליעד (נקודה ב').

לדוגמא :

במקרה שתחנה א' נמצאת בישראל ונקודה ב' נמצאת באנגליה, יכול להיות שהמנה הראשונה תעבור דרך ברזיל וספרד ומשם לאנגליה, המנה הבאה תעבור דרך צרפת וגרמניה ומשם לאנגליה וכן הלאה.

ההחלטה על המסלול שבו יעברו המנות מתבצעת בעת העברת הנתונים על סמך אלגוריתם קבוע אשר מתחשב בתנאים כגון: מהי הנקודה הקרובה ביותר מבחינה פיזית, מהי מהירות העברת הנתונים שמסגלת לספק הנקודה, מהו העומס אשר מוטל על הנקודה וכו'.
ההחלטה על הצומת שבה יעשה שימוש להעברת הנתונים תתקבל לגבי הצומת שתוכל לספק את המהירות הגבוהה ביותר של העברת הנתונים.

לדוגמא :

נניח שלפנינו רשת מסוג Packet Switching אשר כוללת צמתים

ב: ישראל, מצרים, סוריה ואנגליה.

מתוך הנחה שנקודה א' נמצאת בישראל ואנו מבקשים להעביר מידע לנקודה אשר נמצאת בסוריה (נקודה ב'), ניתן לחשוב שהדרך היעילה ביותר היא להעביר את המידע למצרים ומשם לסוריה. אולם במציאות יכול להיות שהמידע יעבור דרך אנגליה ומשם לסוריה.

כעת יכולה להישאל השאלה: מדוע יועבר המידע לאנגליה ולא למצרים אשר מבחינה גיאוגרפית נמצאת קרוב יותר לישראל??

התשובה לכך יכולה להיות שהקו בין ישראל למצרים עמוס בתעבורת מידע. כאשר הגיע מנת המידע לספק התקשורת, מרכזית הספק ערכה ניסיון וקבלה זמני תגובה גרועים מהמרכזייה במצרים, לעומת זאת קבלה המרכזייה זמני תגובה טובים מהרכזת אשר נמצא באנגליה. לכן על סמך הניסוי המהיר מקבלת הרכזת את ההחלטה ושולחת את המידע לאנגליה ומשם לסוריה.

תקנים של רשתות מבוססות Packet Switching.

היתרון שבשימוש ברשתות ציבוריות.

כאשר ארגון מבקש לחבר בין מספר אתרים אשר מוגדרים כ: רשתות מקומיות (LAN) ולהפוך את הרשת הארגונית לרשת מסוג WAN, ניתן לנקוט ב 2 תצורות עבודה:

1. Private network method

2. Public network method

היתרונות של רשתות WAN מסוג: Private network method הוא שרוחב הקו מוקדש אך ורק לאתרי הארגון ולכן התקשורת בין האתרים מתבצעת בצורה האופטימלית.

אולם לעומת היתרון, מכילה שיטת ה Private network method חסרונות רבים כגון: מחיר שכירות גבוהה וקבוע כל חודש ללא תלות בשימוש בקו, רכישת ציוד יקר וכפול עבור כל אחד מן האתרים ועוד.

כדי לחבר רשת מקומית (LAN) לנקודה מרוחקת יש צורך לרכוש סוג של קו תקשורת + מכשיר Router.

לדוגמא :

נניח שלפנינו עומד ארגון אשר כולל 4 אתרים.

הארגון מבקש ליצור תקשורת בין 4 האתרים.

כדי ליצור את התקשורת ניתן לנקוט ב 1 מתוך 2 השיטות.

Private network method

במקרה שארגון מבקש ליצור רשת WAN אשר מוגדרת כ: Private network method

ארגון אשר כולל 3 אתרים ומבקש לחבר את 4 האתרים בעזרת רשת פרטית מבוססת - Frame Relay, יצטרך לרכוש עבור כל אתר 3 קוי Frame Relay יעודים.

לדוגמא: אתר A ישתמש ב 3 חיבורים: חיבור עבור אתר B + חיבור עבור אתר C + חיבור עבור אתר D. במקביל יש לרכוש 3 נתבים, אחד עבור כל אתר.

כדי ליצור תקשורת בין 4 האתרים יצטרך לרכוש הארגון סה"כ של: 12 Router ו 12 קווי תקשורת כגון:

Frame Relay.

Public network method

לעומת השיטה הקודמת, מכילה תצורת העבודה מסוג: Public network method יתרונות רבים. אם נשתמש בדוגמא הקודמת, כדי לחבר בין 4 האתרים בעזרת רשת ציבורית, יצטרך הארגון לרכוש את הרכיבים הבאים:

סה"כ של: 4 Router ו 4 קווי תקשורת כגון: Frame Relay.

כל אתר מחובר לרשת הציבורית (Frame Relay Network) אשר משמשת כ- מתווך בין האתר לבין שאר נקודות התקשורת.

רשת ה Frame Relay מקבלת את מנות המידע מכול לקוחות הרשת (לאו דווקא מהאתרים של הארגון היחודי) ומרבבת (Multiplexed) את המידע מנקודות המוצא ל- נקודת היעד.

המושג: Virtual Circuit.

למרות שרשתות מסוג: Packet Switching מוגדרת כתקשורת מסוג: any to any connection, ניתן להגדיר תצורת עבודה שבה נעשה שימוש ברשת מבוססת Packet Switching אולם לעומת תצורת העבודה הרגילה שבה המסלול של המידע לא ידוע מראש, ניתן להגדיר דרך שבה המסלול שבו יועבר המידע יקבע ויוגדר מראש.

למרות שהמידע עובר ברשת מסוג mesh, המסלול שבו יועבר המידע נקבע מראש.

תצורת העבודה הנ"ל מוגדרת כ: Virtual Circuit.

כאשר נעשה שימוש ב Virtual Circuit ניתן להנות מ 2 העולמות: קווים ציבוריים אשר השימוש בהם נעשה עפ"י צורך ולא עפ"י שכירות קבועה מראש תוך כדי אפשרות להעביר מידע מנקודה אחת למספר נקודות במקביל בעת ובעונה אחת.

Frame Relay

הפרוש המילולי של המושג: Frame Relay הוא: ממסר מנות. בדומה ל פרוטוקול ה X.25, גם ה Frame Relay משמש כ פרוטוקול להעברת נתונים ברשתות מבוססות Packet Switching.

פרוטוקול ה Frame Relay הוא מהיר ויעיל יותר מ פרוטוקול ה X.25 וכיום, דוחק פרוטוקול ה Frame Relay אשת השימוש ב פרוטוקול ה X.25.

הסיבות לשימוש ההולך וגובר ב פרוטוקול ה Frame Relay נוצרו בעקבות הנסיבות שבהן נוצר פרוטוקול ה Frame Relay. פרוטוקול ה Frame Relay הוא פרוטוקול " צעיר " יותר אשר נוצר בתקופה מאוחרת יותר לעומת פרוטוקול ה X.25.

הסביבה שבה נולד פרוטוקול ה Frame Relay, כללה סביבות תקשורת מודרניות ואיכותיות. מכיוון שסביבת תקשורת אמינה ואיכותית מאפשרת העברת מידע ביעילות ובמהירות ללא צורך בביצוע בדיקות אמינות על כל פיסת מידע קונה אשר עוברת ברשת, פרוטוקול ה Frame Relay מבצע כמות קטנה של בדיקות אמינות נתונים לעומת פרוטוקול ה X.25. הקטנת כמות בדיקות האמינות של המידה מאפשר קצבים מהירים של העברת מידע אשר מתאמים כיום לצרכים של ארגונים מודרניים.

המידע ברשתות Frame Really עובר ברמת ה data Link.

תקן X.25.

X.25 הוא התקן של CCI TT .

התקן הנ"ל מתייחס לטכנולוגיה של מיתוג מנות (packet -switching) .
 בטכנולוגיה של מיתוג מנות כל המסרים מעוצבים ליחידות בדידות הנקראות מנה (packet) .
 כל מנה מכילה כותר שמכיל פונקצית בקרת מנות ואת יעד המנה ברשת .
 הצמתים בתוך הרשת המרחבית קוראים את המידע בכותר ושולחים הלאה (ממתגים) את המנה .
 החיסרון של השיטה הנ"ל הוא מהירות נמוכה (56Kbps) מכיון שהפרוטוקול הנ"ל פותח כאשר קווי התמסורת היו באיכות ירודה והיו צרכים לבנות את כישורי איתור ותיקון השגיאות לתוך הפרוטוקול דבר שגרם לביצועי עיבוד רבים לכל מנה, כדי להבטיח העברה נכונה ואמינה ברשת .

רשתות X.25 מוגדרת כ : oldest WAN switching מכיוון שהן נוצרו למטרת קישור מסופים טיפשים (dumb terminal) למחשבי main frame בתקופה שבה התקשורת נעשתה דרך קווים אנלוגים . מכיוון שהיה צורך להמיר את המידע הדיגיטלי למידע אנלוגי (לשם העברתו בקווי טלפון אנלוגים) נשעה שימוש במכשירים אשר הוגדרו כ : Assemblers / deAssemblers

מאפיינים של רשת X.25

• PAD

המושג PAD מורכב מהמילים : Packet Assmber - Disassembler .
 המושג PAD משמש כדי לתאר את מכשיר ה Multiplexer אשר נמצא ב 2 נקודות התקשורת ברשתות מבוססות X.25 .

התיכנון המקורי של מכשיר ה PAD שימוש לתקשורת של ריבוי מסופים טיפשים לשרת MF .

המושג : X.25 מתאר סטנדרט (פרוטוקול) להעברת מידע ברשתות מבוססות Packet Switching .
 פרוטוקול ה X.25 נוצר בשנת 1976 ומאז ועד היום נעשה בו שימוש .
 כאשר נוצר פרוטוקול המטרה הייתה : אספקת שירותים של העברת מידע לרשתות בעלות כמות נתונים נמוכה או ממוצעת .
 (בעיקר עבור תקשורת של מסופים טיפשים למערכות Main Frame) .
 מכיוון שהעברת המידע התבססה על קווים אנלוגים אשר סבלו מהפרעות רבות , דבר אשר גרם לפגיעה במידע , המחשבה בעת תכנון פרוטוקול ה X.25 הייתה : יצירת פרוטוקול אשר יכיל מנגנון חזק ואמין אשר יבודד ויזהה את השגיאות אשר נוצרו בעת העברת המידע .
 (כיום מבוססות רשתות WAN על קווים דיגיטלים אשר נוצרו באופן מיוחד להעברת מידע ואינם "סובלים" מהחסרונות של קווים אנלוגים) .

פרוטוקול ה X.25 מבוססת על העברת מידע ע"י חלקות מנות וביצוע אימות מידע של הנתונים (error checking) .
 כאשר נוצר פרוטוקול ה X.25 , תצורת העבודה של בדיקת שגיאת הייתה חיונית מכיוון שהאיכות של קווי התקשורת הייתה נמוכה , וכדי להעביר מידע בצורה תקינה , היה צריך ה פרוטוקול לדאוג לאימות הנתונים ע"י ביצוע של בדיקות מדקדקות לכל מנה ומנה בנפרד .
 אולם עם התפתחות קווי התקשורת ואיכות השירותים שהעניקו ספקי השרות היתרון של פרוטוקול ה X.25 הפך לחיסרון .
 לעומת קווי התקשורת הישנים אשר סבלו מהפרעות חוזרות ונשנות , קווי התקשורת המודרניים מספקים " צינור " אמין להעברת מידע .
 מכיוון ש פרוטוקול ה X.25 מבצע בדיקות חוזרות ונשנות של העברת המידע , תצורת העבודה הנ"ל גורמת לעיכובים מיותרים ולבזבז זמן יקר על בדיקות בשעה שקווי התקשורת האיכותיים מאפשרים עבודה נוחה וקלה מבלי הזדקקות למספר גדול כל כך של בדיקות לאמיתות נתונים .

ATM

המושג ATM מורכב מהמילים: **Asynchronous Transfer Mode**. בדומה לקדמיו, גם ה-ATM הוא פרוטוקול להעברת מידע ברשתות מבוססות Packet Switching.

פרוטוקול ה-ATM מאפשר מהירות של העברת נתונים אשר נמדדת ב- Mbits/sec וזאת ב- Gbits/sec.

רשתות מבוססות ATM עובדות בתצורת Cell Relay. הפרוש המילולי של המושג - Cell Relay הוא: ממסר תא. המושג Cell Relay נוצר כדי לתאר תצורת עבודה שבה מנות המידע מחולקות לתאים (cell) כל מנת מידע היא בגודל קבוע ובלתי משתנה.

המושג Cell Relay נוצר כדי להבדיל את תצורת העבודה של רשתות ATM מתצורת העבודה הרגילה של רשתות מסוג - Packet Switching.

העברת מידע דרך רשת תקשורת יכולה להעשות ב-2 דרכים:

1. Packet

2. Cell

ההבדל בין 2 תצורות העבודה הוא: שמידע אשר נשלח ב- Packet יכול להיות בעל גודל משתנה לעומת מידע מסוג Cell אשר מאופיין ע"י גודל קבוע (Fixed Size).

לדוגמא:

רשת Packet Switching מבוססת פרוטוקול Frame Really משתמשת במנות מידע משתנות (variable length frames).

גודל מנות הנתונים הוא 53 bytes. מכיוון שגודל מנות הנתונים הוא קבוע וידוע מראש ניתן לבצע חישובים מדויקים אשר נדרשים להעברת מידע כגון: שידורי וידאו אשר דורשים העברת מידע "חלקה" ומהירה כדי ליצור אפקט תמונה "אמיתי" ולא מקוטע אשר כולל תיאום מלא בין תמונה לקול.

יתרון נוסף של תצורת עבודה של רשתות מבוססות ATM הוא ש-ATM פועל אך ורק ב-2 השכבות התחתונות של מודל OSI לעומת שאר הפרוטוקולים אשר פועלים גם בשכבות גבוהות יותר כדי לבצע בדיקות של אימות נתונים וביצוע "לחיצת יד" (error check and acknowledgment).

מכיוון ש-רשתות מבוססות ATM יכולות לספר העברת נתונים במהירות גבוהה, ארגונים אשר מבקשים לעביר מידע בזמן אמת (Real Time) כגון שידורי וידאו הכוללים: תמונה וצליל יכולים להשתמש בתצורת עבודה של רשת ATM.

פרוטוקול ה-X.25 ופרוטוקול ה-Frame Relay מוגדרים כפרוטוקולים מסוג: Variable-Length packets.

אולם ההבדל ביניהם הוא שפרוטוקול ה-Frame Relay (כפי ששמו מרמז - Really = ממסר) מבוסס על מסירת המידע, ללא בדיקות מאטביות של שגיאות (error checking) והכרות (Acknowledgment), לכן הוא מוגדר כ: Relay Service לעומת פרוטוקול ה-X.25 אשר מבצע Packet Service.

זאת הסיבה לכך ש פרוטוקול ה Frame Relay ו פרוטוקול ה ATM מוגדרים כ : **Fast Packet Switching** .

המידע ברשתות Frame Relay או ATM מועבר באופן מידי מהרכוז (Switch) ליעד ללא בדיקה לעומת רשת מבוססת X.25 אשר בה כל רכזת מבצעת בדיקות ממושכות על המידע שהתקבל .

המושג : FAST בא לציין את העבודה שתצורת העבודה של רשתות Frame Relay או ATM נעשית בצורה שונה מרשת מבוססת X.25 .

התפקיד של בדיקת המידע (error checking , Acknowledgment) נעשה ע"י ציוד הקצה באתר הלקוח (end node device) לעומת רשתות מבוססות X.25 אשר בהן בדיקת המידע נעשית בכול אחת מן הצמתים שבהם עובר המידע ולא רק ע"י ציוד הקצה . במקרה שהמידע אשר מגיע לתחנת הקצה , פגום , ה"אחריות " על בדיקת המידע ומשלוח בקשה לשידור חוזר של המידע מוטלת על כל אחת מן הצמתים שדרכן עובר המידע . לדוגמא :

ברשת מבוססת X.25 , במקרה שהמנות עוברות דרך 20 צמתים (Nodes) עד ליעדן הסופי , תערך בדיקת אימות על הנתונים 20 פעמים - כל צומת תבצע את בדיקת הנתונים ללא שום קשר לצומת הקודמת שבה נבדקו הנתונים .

לעומת זאת ברשת מבוססת Frame Relay או ATM תבצע בדיקה של אמיתות הנתונים אך ורק פעם אחת ע"י נקודת הקצה שאליה מגיעים הנתונים .

במקרה שהמידע אשר הגיע אל תחנת הקצה , פגום מסיבה כל שהיא , מבקשת תחנת הקצה לבצע שידור חוזר (Retransmission) של המידע .

כל אחת מ 20 הצמתים שבהם עובר המידע לא לקוחות חלק פעיל בבדיקת המידע אלא משמשות כצמתים פאסיביים אשר משמשים אך ורק כ "כלי " להעברת המידע הלאה .

זאת הסיבה לשם שהוענק לרשתות מסוג : Frame Relay .

כל אחת מן הצמתים משמשת אך ורק כתחנת ממסר - **Relay** .

פרוטוקולים אשר מוגדרים כ : Fast Packet Switching , מבוססים על שכבת ה MAC של מודל ה OSI לעומת רשתות מבוססות X.25 אשר מתקשרות בשכבת ה : network של מודל ה OSI .

רשתות מבוססת Frame Relay מוגדרת כתצורת עבודה או כ : פרוטוקול .

כאשר ארגון מבקש לקבל שירותי Frame Relay החיבור לרשת הציבורית יכול להעשות במספר דרכים ובמגוון של מהירות תקשורת .

לדוגמא :

ניתן להתחבר לרשת ציבורית בתצורת עבודה של Frame Relay דרך קווי SDN I במהירות של 64/128 Kbits /sec .

במקרה שנדרשת מהירות תקשורת גדולה יותר ניתן להתחבר לרשת ציבורית דרך קווי תקשורת מסוג T1 אשר מאפשרים מהירות העברת נתונים של 1.54Mbits / sec .

קצבי העברת מידע - data transfer Rates

Type	rate
Dial up modem connection	28,000-36,000 bits /sec
Serial Port file Transfer	2,000 bits /sec
Parallel	3,000 Kbits /sec
Ethernet LAN	10 or 100 Mbits /sec
Token Ring LAN	4 or 16 Mbits /sec
ARCNET LAN	2.5 or 20 Mbits /sec
FDDI	100 Mbits /sec
T1 WAN	1.54 Mbits /sec

T3 WAN	45Mbits /sec (44.184 Mbits /sec)
--------	-----------------------------------