بهينه‌سازي تقسيم بار در شبكه سيگنالينگ شماره ۷

رضا خليلي[۱], مهدي شيرازي[۱] و احمد صلاحي*[۲]
[۱]شركت مخابرات استان تهران
[۲]مركزتحقيقات مخابرات ايران

(تاريخ دريافت ۸۴/۳/۲۱ , تاريخ دريافت روايت اصلاح شده ۸۷/۴/۸ , تاريخ تصويب ۸۷/۹/۱۷)

چكيده

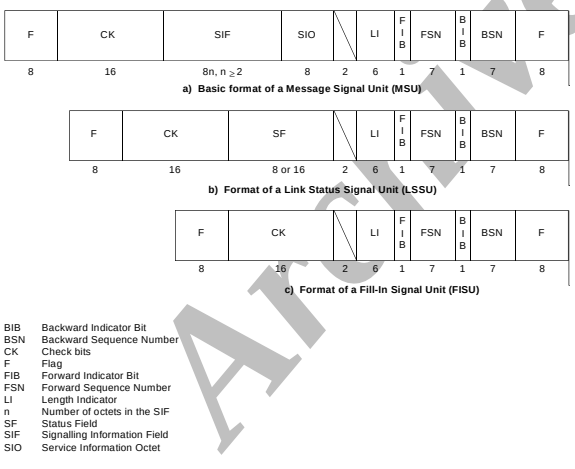
سيگنالينگ پايه و اساس شبكه‌ها و سيستم‌هاي مخابراتي است و در اين بين، سيستم سيگنالينگ شماره هفت[۱] (SS7) نقطه اوج سيستم‌هاي مخابراتي مدرن مي باشد كه سيگنالينگ و كنترل را در شبكه‌هاي مخابراتي فراهم مي نمايد. در اين سيستم، علائم مخابراتي در قالب بسته‌هايي[۲] به نام واحد سيگنال[۳] (SU) انتقال مي‌يابند. بنابراين نحوه توزيع و تقسيم اين بسته‌ها روي مسيرها و لينك‌هاي سيگنالينگ از اهميت بالايي در شبكه سيگنالينگ برخوردار است. از طرفي توزيع و يا تقسيم بار[۴] متعارف ITU-T[۵] در SS7، محدوديت-هايي در زمينه انتخاب تعداد لينك‌ها را به وجود مي‌آورد. در اين مقاله با استفاده از محاسبه ظرفيت لينك‌ست به بررسي و تجزيه و تحليل نحوه تقسيم بار در SS7 و معرفي محدوديت‌ها و موضوعات آن پرداخته مي‌شود. سپس با استفاده از نتايج حاصله انتخاب حالت‌هاي مناسب تقسيم بار بيان مي گردد. بعد از معرفي نحوه تقسيم بار در شبكه و عوامل تأثيرگذار در اين زمينه، يک روش خاص نيز جهت بهينه كردن و رفع بعضي از محدوديت‌هاي تقسيم بار ارائه مي‌شود. نتايج حاصله نيز براساس اندازه‌گيري‌هاي ترافيكي به عمل آمده، ارائه خواهد گرديد.

واژه‌هاي كليدي: تقسيم بار - سيگنالينگ - SLS - MSU - DPC

مقدمه

سيستم سيگنالينگ شماره هفت نقطه اوج سيستم‌هاي مخابراتي است كه سيگنالينگ و كنترل را در شبكه‌هاي مخابراتي ارائه مي نمايد. اين سيستم از سري سيستم‌هاي سيگنالينگ كانال مشترك است كه در سال ۱۹۸۰ ميلادي در شبكه‌هاي PSTN[۶] مورد استفاده قرار گرفت و سپس به دليل قابليت اعتماد و توانايي‌هاي وسيع آن، استفاده از آن به شبكه‌هاي ISDN[۷]، ISDN باندپهن، شبكه هوشمند (IN)[۸] و شبكه‌هاي موبايل گسترش يافت. در مورد شبكه SS7 و سرويس‌هاي متعدد آن در [۱، ۲، ٤ و ۸] مطالب كاملي ارائه شده است.

سيستم سيگنالينگ شماره هفت از ساختار لايه‌بندي شده پيروي نموده و بر اساس مدل مرجع OSI[۹] و در چهار سطح پايه‌ريزي شده است كه به سه سطح اول آن، واحد انتقال پيام[۱۰] (MTP) و به سطح چهارم آن واحد كاربران[۱۱] (UP) گفته مي‌شود. MTP وظيفه انتقال پيام‌هاي SS7 را بر عهده دارد. User Part ها نيز وظيفه توليد وپردازش پيام‌هاي سيگنالينگ قبل و بعد از شبكه سيگنالينگ را برعهده دارند. TUP[۱۲]، ISUP[۱۳] و SCCP[۱۴] از User Part هاي SS7 هستند.



شكل۱: انواع واحدهاي سيگنال در**SS7**.

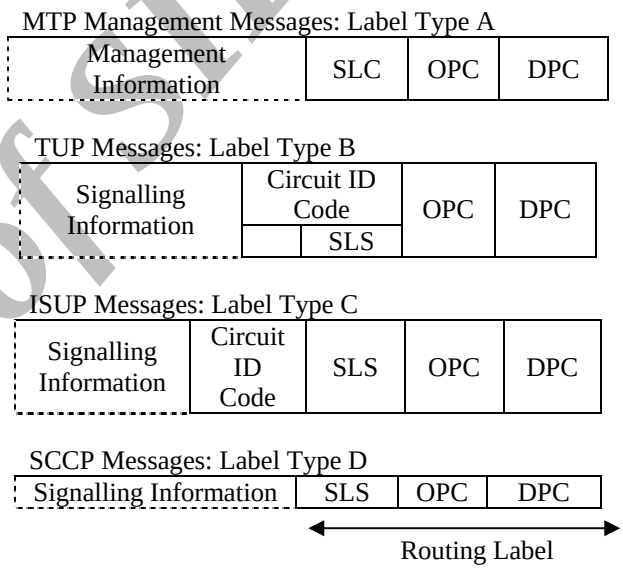
مبادله اطلاعات در SS7 در قالب بسته‌هايي به نام واحد سيگنال(SU) انجام مي‌گيرد. سه نوع واحد سيگنال در SS7 وجود دارد كه به ترتيب واحد سيگنال پركننده[۱۵] (FISU)، واحد سيگنال وضعيت لينك[۱۶] (LSSU) و واحد سيگنال پيام[۱۷] (MSU) خوانده مي‌شوند(شكل ۱). FISU و LSSU در سطح دوم SS7 مورد استفاده قرار مي‌گيرند و

* نويسنده مسئول : تلفن : ۸۸۰۰۵۵۱۷ , فاكس : ۸۸۰۰۵۰۱۵ , Email: ahmadsalahi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

حاوي اطلاعات سيگنالينگ كاربران نيستند. هم چنين اين دو واحد سيگنال قابل انتشار در شبكه نبوده و همواره بين دو نقطه مجاور انتقال مي‌يابند ولي MSU شامل اطلاعات سيگنالينگ كاربران بوده و براساس آدرسي كه در بر دارد، مي‌تواند در شبكه انتقال يابد.

به هرحال منظور از پيام‌هاي سيگنالينگ در ادامه بحث همان MSU ها است كه توسط User Part هاي SS7 توليد مي‌شوند. هر MSU داراي يك فيلد به نام فيلد اطلاعات سيگنالينگ[۱۸] (SIF) است كه در آن اطلاعات سيگنالينگ و آدرس واقع مي‌شود. ساختار SIF بسته به نوع User Part توليد كننده آن، به چهار نوع A، B، C و D تقسيم شده است (شكل۲).



شكل ۲: فيلد **SIF** وانواع **Label** در **SS7**.

نوع A براي MTP و در سطح سه مورد استفاده قرار مي‌گيرد. انواع B, C, D نيز به ترتيب براي TUP، ISUP و SCCP كاربرد دارند

هر پيام (MSU) توليد شده از طرف User Part ها در Routing Label خود داراي كد نقطه مبدا[۱۹] (OPC)، كد نقطه مقصد[۲۱] (DPC) و انتخاب لينك سيگنالينگ[۲۰] (SLS) مي باشد.

از SLS به منظور توزيع MSU ها بر روي لينك‌هاي سيگنالينگ استفاده مي‌شود. OPC نشان دهنده مبدا MSU بوده و DPC نشان دهنده مقصد MSU مورد نظر مي باشد. واحد انتقال پيام (MTP) براي مسيريابي MSU ها از DPC استفاده مي‌كند.

شبكه SS7

شبكه‌هاي SS7 شامل تعدادي نودهاي سوئيچينگ و پردازش گر هستند كه از طريق رابط‌هاي انتقال به يك ديگر متصل مي‌شوند. به هر كدام از اين نودها و يا نقاط، يك نقطه سيگنالينگ[۲۲] (SP) گفته مي‌شود. هر كدام از اين نقاط با يك كد منحصر به فرد كه كد نقطه سيگنالينگ[۲۳] (SPC) ناميده مي‌شود، مشخص مي گردنند. اين كد به طول ۱۴ بيت است. در سيستم‌هاي جديد امروزي يك نقطه سيگنالينگ مي‌تواند داراي چندين SPC نيز باشد كه به اين قابليت، نقطه سيگنالينگ با كد چندگانه[۲۴] (MPC) گفته مي‌شود. در هر صورت كدهاي موجود در يك شبكه بايد منحصر به فرد باشند و تكرار آنها در يك شبكه مجاز نمي باشد.

به رابط هاي انتقال بين نقاط سيگنالينگ، لينك‌هاي سيگنالينگ گفته مي‌شود. پهناي باند اين لينك‌ها در استاندارد اروپا برابر ۶۴ Kbit/s و در استاندارد امريكا برابر ۵۶ Kbit/s بوده و براي لينك‌هاي سيگنالينگ پرسرعت[۲۵] پهناي باند بترتيب برابر ۲/۰۴۸ Mbit/s در استاندارد اروپا و ۱/۵۶ Mbit/s در استاندارد امريكا است. اين لينك‌ها ترافيك توليد شده توسط نقاط سيگنالينگ را بين نقاط موجود در شبكه انتقال مي‌دهند.

با توجه به اين كه معمولاً حجم ترافيك سيگنالينگ بين دو نقطه سيگنالينگ بيشتر از پهناي باند يك لينك سيگنالينگ است، بين نقاط سيگنالينگ از لينك‌ست[۲۶] استفاده مي‌شود. لينك‌ست مجموعه‌اي از لينك‌هاي سيگنالينگ است كه بين دو نقطه سيگنالينگ و به صورت موازي قرار مي‌گيرند (شكل۳). اين لينك‌ها داراي خواص يكساني بوده و ترافيك يكساني را نيز حمل مي‌كنند. با توجه به مسايل امنيتي شبكه، هر لينك‌ست حداقل بايد شامل دو لينك سيگنالينگ باشد [۴ و ۸].

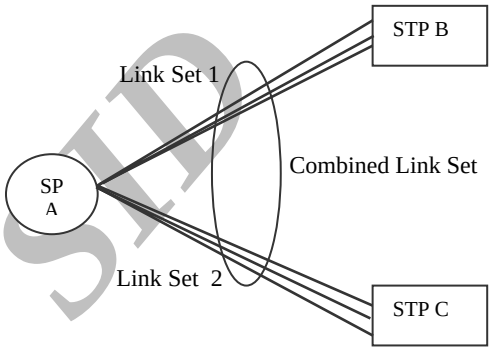
نقاط انتقال سيگنالينگ[۲۷] (STP ها) از عناصر اصلي شبكه سيگنالينگ هستند كه به منظور ايجاد كارآيي و بازدهي بالا و ارائه يك سري سرويس‌هاي خاص به شبكه سيگنالينگ، مورد استفاده قرار مي‌گيرند [۲]. STP در شبكه سيگنالينگ به عنوان يك مسيرياب[۲۸] عمل نموده و با توجه به آدرس موجود در پيام‌هاي سيگنالينگ، آنها را بين نقاط مختلف شبكه مسيريابي مي نمايد.

به خاطر مسائل امنيتي و ايجاد قابليت اطمينان در شبكه، يك SP مي‌تواند از طريق دو لينك‌ست به يك زوج

Archive of SID

www.SID.ir

STP متصل گردد. به اين دو لينك‌ست يك لينك‌ست مركب[۲۹] نيز گفته مي‌شود (شكل ۳). ترافيك خروجي يك SP بين دو لينك‌ست موجود در داخل لينك‌ست مركب تقسيم مي‌گردد. بنابراين لينك‌ست‌هاي موجود در يك لينك‌ست مركب در صورت امكان بايد از نظر منطقي، فيزيكي و تكنولوژيكي از يك ديگر مستقل باشند. اين مسئله به ايجاد يك شبكه سيگنالينگ قوي و قدرتمند منجر مي‌شود [٤ و ٦]. در واقع جدا بودن مسيرهاي سيگنالينگ قابليت اعتماد شبكه سيگنالينگ را بالا مي‌برد.



شكل ۳: لينك‌ست و لينك‌ست مركب.

تقسيم بار در شبكه SS7

همان طوري كه گفتيم بر حسب ترافيك يك نقطه سيگنالينگ، لينك‌ست‌ها و لينك‌هاي مختلفي به آن متصل مي‌شوند. اين لينك‌ها ترافيك سيگنالينگ يك SP در رابطه با نقاط ديگر شبكه را انتقال مي‌دهند و با توجه به اين كه ترافيك سيگنالينگ در قالب پيام‌هاي سيگنالينگ (MSU ها) است، بايستي اين ترافيك را بر روي لينك‌هاي موجود به طور مناسب توزيع نمود. در واقع تقسيم بار در شبكه سيگنالينگ به منظور يك نواخت كردن ترافيك و نهايتاً به منظور توزيع مناسب و متقارن بار بر روي لينك‌هاي سيگنالينگ، انجام مي‌گيرد. بايد در نظر داشت كه هر لينك سيگنالينگ داراي قدرت محدودي از نظر پردازش پيام‌هاي سيگنالينگ بوده و بهتر است تعداد پيام‌ها به صورت مناسب بر روي لينك‌ها توزيع گردند. پردازش پيام‌ها در لينك‌هاي سيگنالينگ به صورت MSU/s بيان مي‌شود.

تقسيم بار بر روي لينك‌هاي سيگنالينگ بر مبناي اطلاعات موجود در فيلد SLS انجام مي‌گيرد. تمام MSU هاي توليد شده در User Part ها شامل اين فيلد هستند و مقدار آن نيز براساس روش خاصي در هر User Part ساخته مي‌شود (شكل ۲). در پيام‌هاي TUP و ISUP اين كد از CIC (كد مشخصه مدار[۳۰]) استخراج مي‌گردد. در واقع چهار بيت كم ارزش CIC در اين دو User Part به عنوان SLS در نظر گرفته مي‌شود. CIC نشان‌دهنده شماره مدار صحبت يا مكالمه است. اين فيلد در پيام‌هاي SCCP نيز با روش‌هاي خاصي تعيين مي‌گردد.

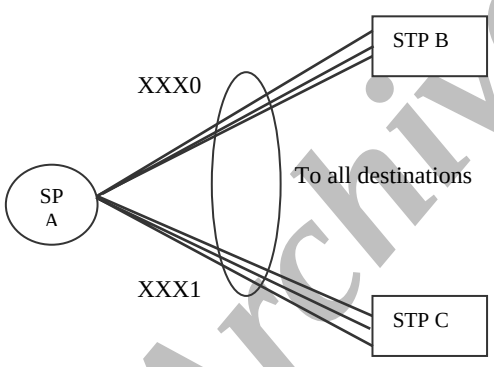
در SS7 دو نوع تقسيم بار به صورت زير وجود دارد:

۱- تقسيم بار بين دو لينك‌ست موجود در يك لينك‌ست مركب

۲- تقسيم بار داخل يك لينك‌ست

براي هر دو حالت مذكور از چهار بيت موجود در فيلد SLS استفاده مي‌شود.

براي درك بهتر موضوع شكل (٤) را درنظر بگيريد. پيام‌هاي توليد شده در SP A، در رابطه با مقصدهاي مختلف مي‌توانند بين دو لينك‌ست LS1 و LS2 تقسيم گردنند. اين كار مي‌تواند براساس هر كدام از بيت‌هاي SLS انجام گيرد. اگر SLS به صورت ABCD در نظر گرفته شود، جدول (۱) نحوه توزيع اين كدها را براي چهار حالت مختلف آن نشان مي‌دهد.



شكل ٤: تقسيم بار بين دو لينك‌ست براساس بيت اول **SLS**.

در هر چهار حالت ذكر شده در جدول (۱)، يك بيت از SLS به تقسيم بار بين دو لينك‌ست اختصاص يافته است و در تمامي حالات تقسيم بار بين دو لينك‌ست به صورت مساوي (هشت كد در هر كدام) انجام مي‌گيرد.

تقسيم بار داخل لينك‌ست نيز بر اساس كدهاي SLS صورت مي پذيرد. اگر از تمام كدهاي SLS براي اين منظور استفاده شود (هر چهار بيت در داخل لينك‌ست موجود باشند)، مي‌توان شانزده كد SLS را بر روي لينك-هاي داخل لينك‌ست توزيع نمود كه به آن، تقسيم بار

Archive of SID
www.SID.ir

چهار بيتي گفته مي‌شود ولي اگر يك بيت SLS به منظور تقسيم بار بين دو لينك‌ست استفاده شده باشد، در اين حالت در داخل هر لينك‌ست فقط سه بيت وجود خواهد داشت. به اين حالت نيز تقسيم بار سه بيتي گفته مي‌شود كه كلاً هشت امكان را داخل لينك‌ست به وجود مي‌آورد.

جدول ۱: نحوه تقسيم بار بين دو لينك‌ست بر اساس بيت‌هاي **SLS** .

C_0=0000 C_1=0001 C_2=0010 C_3=0011
C_4=0100 C_5=0101 C_6=0110 C_7=0111
C_8=1000 C_9=1001 C_{10}=1010 C_{11}=1011
C_{12}=1100 C_{13}=1101 C_{14}=1110 C_{15}=1111

بيت اختصاص داده شده براي تقسيم بار	كدهاي SLS در LS1	كدهاي SLS در LS2
A	C_0, C_1, C_2, C_3 C_4, C_5, C_6, C_7	C_8, C_9, C_{10}, C_{11} $C_{12}, C_{13}, C_{14}, C_{15}$
B	C_0, C_1, C_2, C_3 C_8, C_9, C_{10}, C_{11}	C_4, C_5, C_6, C_7 $C_{12}, C_{13}, C_{14}, C_{15}$
C	C_0, C_1, C_4, C_5 C_8, C_9, C_{12}, C_{13}	C_2, C_3, C_6, C_7 $C_{10}, C_{11}, C_{14}, C_{15}$
D	C_0, C_2, C_4, C_6 $C_8, C_{10}, C_{12}, C_{14}$	C_1, C_3, C_5, C_7 $C_9, C_{11}, C_{13}, C_{15}$

نحوه انتخاب كدهاي SLS در داخل لينك‌ست از مواردي است كه بايد با دقت كافي انجام گيرد. براي بررسي و بيان اين موضوع عامل LSK[۳۱] را به عنوان شاخص تقسيم بار داخل لينك‌ست معرفي مي‌كنيم. اين عامل مكانيسم تقسيم بار داخل لينك‌ست را مشخص كرده و مقدار آن يكي از اعداد صفر الي پانزده مي باشد. اگر تعداد لينك‌هاي داخل يك لينك‌ست برابر n باشد، در اين صورت مقدار LSK (در سطح دودويي) بايد طوري انتخاب شود كه حداقل m بيت از آن برابر ۱ باشد, مقدار m از رابطه زير محاسبه مي‌شود :

$$m = \log_2(n) \qquad (۱)$$

در واقع به ازاي هر مقدار LSK كدهاي C_x به چند گروه تقسيم شده و اين گروه‌ها به ترتيب از بالا به پايين و به صورت ترتيبي در روي لينك‌هاي موجود در داخل لينك‌ست قرار مي‌گيرند.

با توجه به مقدار LSK، مقاديري از كدهاي C_x كه نتيجه $LSK\&C_x$ آنها يكسان باشند، در يك گروه قرار مي‌گيرند. تعداد گروهها نيز به ازاي m بيت فعال، برابر 2^mخواهد بود.به عنوان مثال براي (0011)3= LSK، چهار گروه به صورت زير تشكيل مي‌گردد :

	كدهاي هر گروه	0011 & C_x
:گروه اول	C_0, C_4, C_8, C_{12}	0000
:گروه دوم	C_1, C_5, C_9, C_{13}	0001
:گروه سوم	C_2, C_6, C_{10}, C_{14}	0010
:گروه چهارم	C_3, C_7, C_{11}, C_{15}	0011

و اگر تعداد لينك‌هاي داخل لينك‌ست برابر ۲ باشد، در اين صورت كدهاي موجود در هر كدام از آنها به صورت زير خواهد بود :

لينك اول: C_0, C_4, C_8, C_{12} , C_2, C_6, C_{10}, C_{14}

لينك دوم: C_1, C_5, C_9, C_{13} , C_3, C_7, C_{11}, C_{15}

هم چنين در انتخاب مقدار LSK بايد به بيت انتخاب شده براي تقسيم بار بين دو لينك‌ست نيز توجه شود, به طوري كه از بيت‌هاي استفاده شده براي تقسيم بار بين دو لينك‌ست مجدداً در داخل لينك‌ست استفاده نگردد. چون در اين صورت ممكن است بعضي از لينك‌ها داراي بار بيش تر و بعضي از آنها داراي بار كم تري باشند [٤ و ٧] .

با توجه به توضيحات ارائه شده، مشاهده می‌شود كه در تقسيم بار سيگنالينگ بايد تعدادی كد (كدهای SLS) بر روی تعدادی لينک توزيع گردند. اين بدين معنی است كه بعضی از مقادير تعداد لينک‌ها در داخل لينک‌ست حالت مناسبی را ايجاد نخواهند كرد. لذا بدين منظور ظرفيت يک لينک‌ست را بر حسب ظرفيت نرمال يک لينک سيگنالينگ به صورت زير تعريف می‌كنيم :

$$C_{LS} = \alpha \times C \qquad (۲)$$

كه در آن C نشان دهنده ظرفيت نرمال يک لينک سيگنالينگ است كه به صورت زير محاسبه می‌شود :

$$C = \rho \times S_l \ , \ S_l = 64kbit/s \ , \ 0 \le \rho \le 1 \qquad (۳)$$

كه در آن ρ ميزان استفاده از لينک و S_l حداكثر سرعت انتقال اطلاعات در لينک سيگنالينگ می باشد. تعيين مقدار ρ در شبكه‌ها به عوامل مختلفی از جمله طول پيام‌ها و ميزان خطا بستگی دارد. برای شبكه‌هايی كه دارای پيام‌هايی با طول كوتاه هستند، مقدار آن كوچک تر و در شبكه‌هايی كه دارای پيام‌های با طول بلند هستند، مقدار آن بزرگ تر انتخاب می‌شود. اين مسئله از آنجا ناشی می‌شود كه وقتی طول پيام‌ها بلند است، تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

پیام‌های مبادله شده در لینک‌ها (در هر ثانیه) کاهش می‌یابد. بنابراین در این حالت می‌توان مقدار ρ را بزرگتر انتخاب نمود.

α نیز به صورت نسبت تعداد کدهای موجود در داخل لینک‌ست (۲) بر بیش ترین تعداد کدهای SLS موجود در یک لینک آن لینک‌ست، تعیین می‌گردد :

$$\alpha = (2^m / [2^m / n]) \quad , \quad n \le 2^m \qquad (۴)$$

که در آن m تعداد بیت‌های در دسترس برای انجام عمل تقسیم بار داخل لینک‌ست، ۲ حداکثر تعداد کدهای SLS موجود در داخل لینک‌ست و n تعداد لینک‌های داخل آن است. علامت [ ] نیز گرد کردن به عدد صحیح بالاتر است. با توجه به روابط ۲ و ۴ ظرفیت یک لینک‌ست به صورت زیر خواهد بود:

$$C_{LS} = (2^m / [2^m / n]) \times C \quad , \quad n \le 2^m \qquad (۵)$$

همان گونه که از رابطه بالا نیز پیداست، ظرفیت يك لينك‌ست همواره به صورت خطي با تعداد لينك‌هاي داخلي اش تغيير نمي‌كند. طبق رابطه فوق در حالتي كه $2^m / n$ يك عدد صحيح باشد، ظرفيت لينك‌ست حداكثر مقدار خود را نسبت به ظرفيت لينك ارائه مي‌نمايد. به عبارت ديگر در اين حالت ظرفيت لينك‌ست متناسب با تعداد لينك‌هاي داخل آن خواهد بود و به آن حالت مطلوب اطلاق مي گردد بنابراين در اين حالت داريم :

$$C_{LS} = n \times C \quad , \quad n = 2^m \qquad (٦)$$

حالت‌هاي ديگري نيز وجود دارد كه بعضي از آنها نيمه‌مطلوب (حالتي است كه ظرفيت لينك‌ست از حالت قبلي بيشتر است ولي متناسب با تعداد لينك‌هاي داخلي اش نيست) و بعضي‌ها غيرمطلوب(حالتي كه ظرفيت لينك‌ست برابر با حالت قبلي است) هستند. جدول (۲) حداكثر ظرفيت لينك‌ست را بر حسب ظرفيت نرمال يك لينك سيگنالينگ براي دو حالت تقسيم بار سه بيتي و چهار بيتي نشان مي‌دهد.

همان گونه كه مشاهده مي‌شود تعداد ۱، ۲، ٤ و ۸ لينك در تقسيم بار سه بيتي حالت‌هاي مطلوب هستند و تعداد ۳ لينك نيمه‌مطلوب و ۵ و ٦ و ۷ و بالاتر از ۸ لينك حالت‌هاي غيرمطلوب به شماره مي‌آيند. هم چنين براي تقسيم بار چهار بيتي حالت‌هاي ۱، ۲، ٤، ۸ و ١٦ مطلوب، ۳ و ٦ نيمه‌مطلوب و بقيه حالات غيرمطلوب هستند.

جدول ۲ : ظرفيت لينك‌ست بر حسب ظرفيت نرمال لينك براي دو حالت تقسيم بار سه بيتي و چهار بيتي.

ظرفيت لينك‌ست, با تقسيم بار سه بيتي (m=3)	ظرفيت لينك‌ست, با تقسيم بار چهاربيتي (m=4)	تعداد لينك‌هاي سيگنالينگ داخل لينك‌ست(n)
C	C	1
2C	2C	2
8/3C	8/3C	3
4C	4C	4
4C	4C	5
4C	16/3C	6
4C	16/3C	7
8C	8C	8
-	8C	9
-	8C	10
-	8C	11
-	8C	12
-	8C	13
-	8C	14
-	8C	15
-	16C	16

با توجه به جدول (۲) مي‌توان گفت كه تقسيم بار چهار بيتي داراي بازدهي بالايي نسبت به تقسيم بار سه بيتي است و مزاياي آنرا نسبت به حالت سه بيتي مي‌توان به صورت زير عنوان كرد :

۱- در حالت سه بيتي بيشتر از هشت لينك در داخل يك لينك‌ست نمي‌توان قرار داد در حالي كه در حالت چهار بيتي مي‌توان شانزده لينك را نيز در داخل لينك‌ست استفاده كرد.

۲- تعداد ۳ لينك در داخل لينك‌ست با تقسيم بار چهار بيتي داراي توزيع بهتري نسبت به تقسيم بار سه بيتي مي باشد.

۳- تعداد ٦ لينك در حالت سه بيتي غير مطلوب بوده و قابل استفاده نمي باشد در حالي كه در تقسيم بار چهار بيتي ٦ لينك نيز قابل استفاده است.

٤- با توجه به اين كه در تقسيم بار سه بيتي، يك بيت براي تقسيم بار بين دو لينك‌ست استفاده شده، براي تقسيم بار داخل لينك‌ست بايد دقت كافي در رابطه با نحوه انتخاب كدها به عمل آيد در حالي كه در تقسيم بار چهار بيتي با توجه به در دسترس بودن كليه كدها در داخل لينك‌ست، مشكلي در اين رابطه نخواهيم داشت [٤].

۵- اگر كليه بيت‌هاي SLS در نودهاي واسط در اختيار باشد، مي‌توان از يك روش يكنواخت براي تقسيم بار بين لينك‌ست‌ها در كل شبكه استفاده نمود در حالي

Archive of SID
www.SID.ir

كه با از دست دادن يكي از بيت‌ها در هر سطح، در سطوح مختلف شبكه بايد از بيت‌هاي مختلف SLS براي تقسيم بار بين دو لينك‌ست استفاده شود [٤ و٨].

همان طوري كه مشاهده مي‌شود تقسيم بار چهار بيتي انعطاف و بازدهي بالايي را نسبت به تقسيم بار سه بيتي ارائه مي‌كند. ولي به هرحال با توجه به اينكه براي بالا بردن قابليت اعتماد شبكه لازم است كه از دو لينك‌ست در هر نود استفاده شود و هم چنين بهتر است كه بار خروجي هر نقطه سيگنالينگ حداقل بين دو لينك‌ست تقسيم گردد، بنابراين يكي ازبيت‌هاي SLS بايد براي تقسيم بار بين دو لينك‌ست استفاده گردد. در نتيجه به وجود آمدن تقسيم بار سه بيتي در شبكه‌ها اجتناب ناپذير بوده و اين مي‌تواند محدوديت‌هاي ذكر شده در اين مقاله را به وجود بياورد.

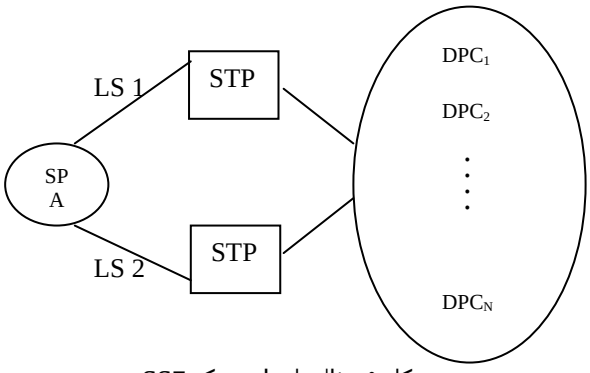
در بعضي از كشورها براي كمك به نحوه تقسيم بار و كاهش محدوديت‌هاي آن، از بيت‌هاي ديگر موجود درRouting Label استفاده شده است و اين كار به صورت يك بسته نرم‌افزاري اجرا شده و نيازمند تغييرات نرم افزاري در سيستم‌ها و سوئيچ‌هاي موجود در شبكه‌هاي مخابراتي مي باشد. نمونه‌اي از اين روش در [٥] ارائه گرديده است كه در كشور آلمان نيز به مرحله اجرا گذاشته شده است.

در بخش بعدي روشي ارائه خواهد شد كه به كمك آن مي‌توان همواره در لينك‌ست از تقسيم بار چهار بيتي، بدون آن كه نياز به تغييرات نرم‌افزاري و يا سخت‌افزاري خاصي در سيستم‌هاي موجود باشد, استفاده نمود.

استفاده‌از DPC براي تقسيم بار سيگنالينگ

شبكه سيگنالينگ شامل مجموعه‌اي از نقاط سيگنالينگ است كه از طريق لينك‌هاي سيگنالينگ به يك ديگر متصل مي‌شوند. در اين شبكه هر نقطه سيگنالينگ با يك يا چند كد نقطه سيگنالينگ (SPC) مشخص مي‌گردد.

در واحد انتقال پيام (MTP) براي مسيريابي MSU ها از DPC استفاده مي گردد. به عبارت ديگر هر نقطه سيگنالينگ در شبكه SS7 داراي يك جدول مسيريابي سيگنالينگ[۳۲] (SRT) است كه بر اساس DPC نقاط سيگنالينگ مقابل تكميل مي‌گردد و براي هر DPC يك يا چند مسير سيگنالينگ تعريف مي‌شود [٤ و ٧]. براي درك بهتر موضوع مي توان شكل (٥) را ملاحظه نمود.



شكل ٥: مثالي از يك شبكه **SS7**.

جدول مسيريابي سيگنالينگ در نقطه A را در نظر بگيريد. فرض كنيد كه نقاط با DPC_1 تا DPC_N نقاط مقابل نقطه A هستند و يا به عبارت ديگر نقطه A با آنها داراي ارتباط سيگنالينگ مي باشد. پيام‌هاي توليد شده در نقطه A، در رابطه با مقصدهاي DPC_1 تا DPC_N بين دو لينك‌ست LS1 و LS2 تقسيم مي‌گردنند. اين كار بر اساس يكي از بيت‌هاي SLS انجام مي‌گيرد (جدول۱). در اين جا فرض مي‌شود كه تقسيم بار بين دو لينك‌ست LS1 و LS2 بر اساس بيت اول انجام مي‌گيرد. اگر نحوه مسيريابي به سمت كليه DPC هاي موجود به يك شكل انجام گيرد، در اين صورت در SP A داريم :

SLS=XXX0 ⟶ LS1 (۷)

SLS=XXX1 ⟶ LS2

بنابراين يك بيت عملاً قابل استفاده نبوده و در داخل هر كدام از دو لينك‌ست فوق سه بيت در دسترس مي باشد كه منجر به تقسيم بار سه بيتي در داخل آنها مي-شود. بنابراين در اين حالت با محدوديت‌هايي كه در بخش قبلي به آنها اشاره كرديم روبرو خواهيم شد.

با توجه به اين كه مسيريابي در SS7 بر اساس تك تك DPC ها قابل انجام است، مي‌توان از DPC براي جبران بيت استفاده شده براي تقسيم بار بين دو لينك‌ست بهره گرفت كه در واقع روش پيشنهادي در اين مقاله نيز بر همين اساس استوار است. روش كار به اين صورت مي باشد كه در هر نقطه سيگنالينگ ترافيك سيگنالينگ خروجي آن به دو دسته تقسيم مي‌گردد. به عنوان مثال در SP A داريم :

$$T_{1o} = Traffic(\sum_{i=1}^{i=M} DPC_i) \quad (۸)$$

ترافيك دسته اول =

Archive of SID

www.SID.ir

ترافيك دسته دوم = $T_{2o} = Traffic(\sum_{i=M+1}^{i=N} DPC_i)$

و يا

$$T_{1o} = \sum_{i=1}^{i=M}[(N_{io} \times N_{MSU}(S) \times L_{MSU}(S) \times 8) + (N_{ii} \times N_{MSU}(R) \times L_{MSU}(R) \times 8)]bit/s$$

$$T_{2o} = \sum_{i=M+1}^{i=N}[(N_{io} \times N_{MSU}(S) \times L_{MSU}(S) \times 8) + (N_{ii} \times N_{MSU}(R) \times L_{MSU}(R) \times 8)]bit/s \quad (۹)$$

كه در آن N_{io} و N_{ii} به ترتيب تعداد درخواست‌هاي خروجي و ورودي از سمت نود با DPC_i در هر ثانيه، $L_{MSU}(S)$ و $L_{MSU}(R)$ متوسط طول MSU ها در جهت رفت و برگشت براي آن درخواست برحسب Octet بر ثانيه و $N_{MSU}(S)$ و $N_{MSU}(R)$ تعداد MSU ها در جهت رفت و برگشت براي آن درخواست مي باشد. عدد ۸ هم براي تبديل Octet به بيت استفاده شده است.

عدد M در رابطه بالا طوري انتخاب مي‌شود كه مقادير T_{1o} و T_{2o} در اوج ترافيك با هم برابر باشند. يعني :

$$T_{1o} = T_{2o} \quad (۱۰)$$

به عبارت ديگر نقاط موجود در شبكه به دو دسته طوري تقسيم مي‌شوند كه ترافيك خروجي SP مورد نظر به سمت دو دسته فوق با هم برابر باشد. اين كار مي‌تواند به راحتي توسط طراح شبكه و از طريق يك برنامه كامپيوتري انجام شود.

در صورتي كه نوع درخواست‌ها و هم چنين ترافيك ورودي و خروجي هر نقطه سيگنالينگ در يك شبكه يكسان باشند، در اين صورت مقادير $L_{MSU}(S)$ با $L_{MSU}(R)$ و $N_{MSU}(S)$ با $N_{MSU}(R)$ برابر خواهد بود. لذا در اين حالت رابطه ۹ و۱۰ را مي‌توان به صورت زير نوشت :

$$T_{1o} = T_{2o} = \sum_{i=1}^{i=M}(N_{io} + N_{ii}) = \sum_{i=M+1}^{i=N}(N_{io} + N_{ii}) \quad (۱۱)$$

بعد از انتخاب دو دسته مورد نظر در هر نقطه سيگنالينگ، مسير ترافيك دسته اول و دسته دوم بايد مخالف هم تعريف شوند. بنابراين در SP A براي DPC هاي دسته اول داريم :

SLS=XXX0 ⟶ LS1 (۱۲)
SLS=XXX1 ⟶ LS2

و براي DPCهاي دسته دوم داريم :

SLS=XXX1 ⟶ LS1 (۱۳)
SLS=XXX0 ⟶ LS2

با توجه به روابط (۱۲) و (۱۳) مشاهده مي‌شود كه كليه كدهاي SLS هم در LS1 و هم در LS2 وجود خواهند داشت. بنابراين با اينكه يك بيت براي تقسيم بار بين دو لينك‌ست استفاده شده است، مجدداً بيت فوق در داخل لينك‌ست‌ها بازيابي مي‌شود و بدين صورت مي‌توان از مزاياي تقسيم بار چهار بيتي در داخل لينك‌ست بهره‌مند گرديد. مسئله‌اي كه در اين جا وجود دارد نحوه تنظيم مسيريابي‌ها به صورت روابط ۱۲ و ۱۳ در سيستم‌هاي موجود در يك شبكه مخابراتي است. با بررسي‌هاي به عمل آمده، اين كار را مي‌توان با جا به جا كردن ترتيب دو لينك‌ست براي هر DPC انجام داد. به عنوان مثال در SP A جدول مسيريابي به سمت مقصدهاي مربوطه بايد به صورت جدول (۳) طراحي و اجرا گردد :

جدول۳: جدول مسيريابي در SP.A .

DPC	مسير سيگنالينگ	Priority	كدهاي SLS موجود در هر لينك‌ست
الي DPC_1	LS1	1	XXX0
DPC_M	LS2	1	XXX1
الي DPC_{M+1}	LS2	1	XXX0
DPC_N	LS1	1	XXX1

همان گونه كه مشاهده مي‌شود با جا به جايي ترتيب لينك‌ست‌ها در مسير سيگنالينگ، به راحتي مي‌توان كدهاي SLS اختصاص داده شده به دو گروه از DPC ها را تغيير داد.

توجه شود كه در طراحي مسيرهاي سيگنالينگ بايد مسئله دوجهته[۳۳] بودن مسيريابي رعايت شود. دوجهته بودن بدين معني است كه براي يك درخواست و يا يك مكالمه كليه پيام‌هاي سيگنالينگ در جهت رفت و برگشت بايد داراي يك مسير باشند. به عبارت ديگر دو نقطه سيگنالينگ در رابطه با يك درخواست يك ديگر را به طور يكسان مسيريابي نمايند. رعايت اين مسئله براي جلوگيري از به هم خوردن ترتيب پيام‌ها الزامي مي باشد [۳].

نتايج يك تست عملي

در اين بخش نتايج حاصل از اجراي اين روش در يكي از مراكز ترانزيت تهران ارائه مي‌شود. مركز مورد نظر از طريق دو لينك‌ست (هر كدام حاوي ۱٦ لينك سيگنالينگ) به دو STP اتصال دارد و هم چنين داراي ۳۷

Archive of SID
www.SID.ir

ارتباط سيگنالينگ بوده و تقسيم بار بين دو لينك‌ست نيز بر اساس بيت چهارم SLS انجام مي‌گيرد. بر اساس ارتباطات سيگنالينگ موجود مقدار M برابر ۱۷ محاسبه گرديده است.

بدون استفاده از روش ارائه شده در اين مقاله، در لينك‌ست اول هشت لينك ابتدايي داراي بار اضافي و هشت لينك بعدي (لينك نهم تا شانزدهم) بدون بار خواهند بود. در لينك‌ست دوم نيز عكس اين حالت به وجود مي‌آيد.

اندازه‌گيري‌هاي ترافيكي به عمل آمده در طول ۲ ساعت، براي لينك‌هاي ۱، ۲(از هشت لينك ابتدايي) ، ۹ و۱۰(از هشت لينك انتهايي) در شكل‌هاي (٦) و (۷) به ترتيب براي لينك‌ست اول و دوم ارائه شده است.

همان گونه كه مشاهده مي‌شود در حالت عملكرد عادي (شكل ٦ - الف) در لينك‌ست اول، لينك‌هاي ۱ و ۲ با بار اضافي مواجه هستند و لينك‌هاي ۹ و ۱۰ فاقد بار مي‌باشند و در لينك‌ست دوم نيز عكس اين حالت وجود دارد. در حالي كه با اعمال روش پيشنهادي در اين مقاله (شكل٦ - ب و ۷- ب) شاهد تقسيم بار متعادلي بر روي چهار لينك مذكور هستيم. لازم به توضيح است انتخاب چهار لينك در شكل‌هاي فوق فقط به خاطر وضوح بيشتر منحني‌هاي مربوطه است و لينك‌هاي ديگر نيز داراي نتايج مشابهي با چهار لينك فوق مي باشند.

هم چنين مقدار بار دريافتي و ارسالي در هر لينك سيگنالينگ با توجه به تعداد و طول MSU هاي مبادله شده در روي آن به صورت زير محاسبه مي‌شود [٤ و ۷] :

در جهت رفت :

$$L(Send)=(N(S)\times L(S)\times 8)\quad Bit/s \qquad (١٤)$$

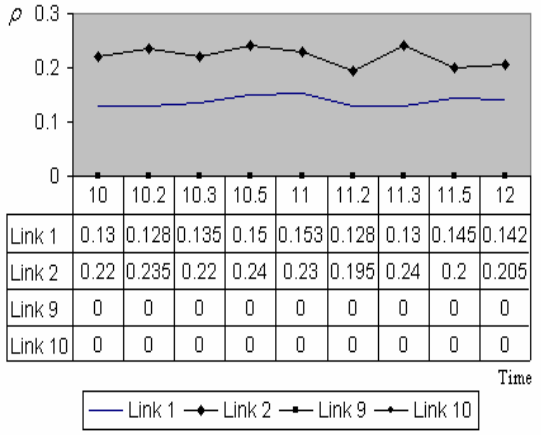
و در جهت برگشت :

$$L(\mathrm{Re}cive)=(N(R)\times L(R)\times 8)\quad Bit/s \qquad (١٥)$$

كه در آن $N(S)$ و $N(R)$ تعداد پيام‌هاي ارسالي و دريافتي بر روي هر لينك در هر ثانيه، $L(S)$ و $L(R)$ نيز متوسط طول پيام‌ها در جهت رفت و برگشت(بر حسب Byte) مي باشد.

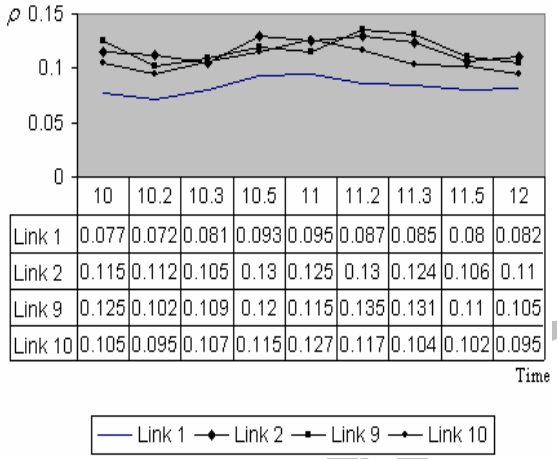
با توجه به حداكثر سرعت انتقال اطلاعات در لينك سيگنالينگ(S_l =64kbit/s)، ضريب استفاده از لينك (ρ) كه نشان‌دهنده حجم بار روي لينك است به صورت زير خواهد بود:

$$\rho=\frac{L}{S_l} \qquad (١٦)$$



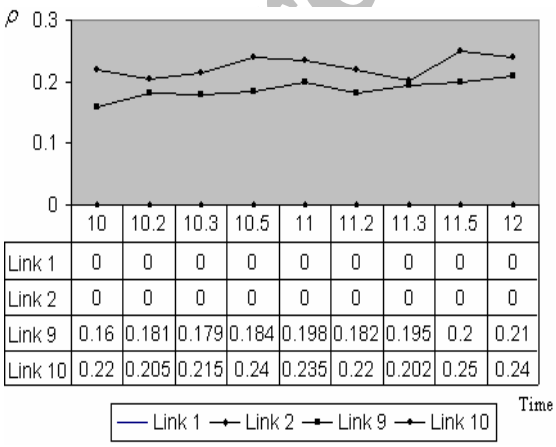
	10	10.2	10.3	10.5	11	11.2	11.3	11.5	12
Link 1	0.13	0.128	0.135	0.15	0.153	0.128	0.13	0.145	0.142
Link 2	0.22	0.235	0.22	0.24	0.23	0.195	0.24	0.2	0.205
Link 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Link 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

شكل ٦ - الف: مقدار بار لينك‌هاي ۱، ۲، ۹ و۱۰ در لينك‌ست اول (قبل از اعمال روش پيشنهادي) .



	10	10.2	10.3	10.5	11	11.2	11.3	11.5	12
Link 1	0.077	0.072	0.081	0.093	0.095	0.087	0.085	0.08	0.082
Link 2	0.115	0.112	0.105	0.13	0.125	0.13	0.124	0.106	0.11
Link 9	0.125	0.102	0.109	0.12	0.115	0.135	0.131	0.11	0.105
Link 10	0.105	0.095	0.107	0.115	0.127	0.117	0.104	0.102	0.095

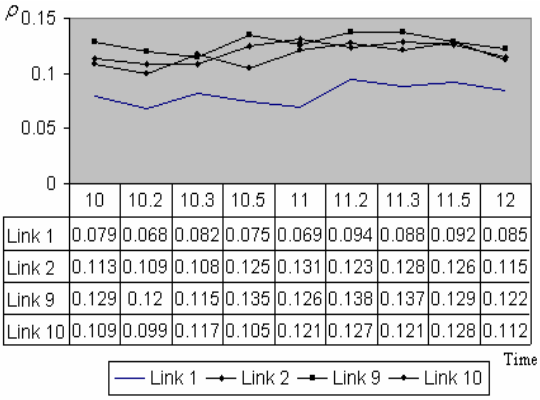
شكل ٦ - ب: مقدار بار لينك‌هاي ۱، ۲، ۹ و۱۰ در لينك‌ست اول (بعد از اعمال روش پيشنهادي).



	10	10.2	10.3	10.5	11	11.2	11.3	11.5	12
Link 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Link 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Link 9	0.16	0.181	0.179	0.184	0.198	0.182	0.195	0.2	0.21
Link 10	0.22	0.205	0.215	0.24	0.235	0.22	0.202	0.25	0.24

شكل ۷ – الف : مقدار بار لينك‌هاي ۱، ۲، ۹ و۱۰ در لينك-ست دوم (قبل از اعمال روش پيشنهادي) .

Archive of SID
www.SID.ir



	10	10.2	10.3	10.5	11	11.2	11.3	11.5	12
Link 1	0.079	0.068	0.082	0.075	0.069	0.094	0.088	0.092	0.085
Link 2	0.113	0.109	0.108	0.125	0.131	0.123	0.128	0.126	0.115
Link 9	0.129	0.12	0.115	0.135	0.126	0.138	0.137	0.129	0.122
Link 10	0.109	0.099	0.117	0.105	0.121	0.127	0.121	0.128	0.112

شكل ٧ - ب: مقدار بار لينك‌هاي ١، ٢، ٩ و١٠ در لينك-ست د وم (بعد از اعمال روش پيشنهادي) .

در شکل‌های بالا محور عمودی ضریب استفاده از لینک (ρ) و محور افقی زمان می‌باشد.

نتيجه‌گيري

تقسيم بار در شبكه‌هاي SS7 طبق توصيه‌هاي ITU-T بر اساس چهار بيت SLS انجام مي‌گيرد و در اين نوع تقسيم بار محدوديت‌هايي در انتخاب تعداد لينك‌ها وجود دارد. در اين مقاله با استفاده از محاسبه ظرفيت لينك‌ست و فرموله كردن آن، مسائل و محدوديت‌هاي مربوط به اين نوع تقسيم بار مطرح و بررسي گرديد. هم چنين روشي در رابطه با استفاده از DPC جهت تقسيم بار سيگنالينگ در شبكه‌هاي SS7 معرفي شد. در واقع با استفاده از اين روش امكان افزايش تعداد لينك‌هاي داخل لينك‌ست تا شانزده عدد حتي در صورت استفاده از يك بيت SLS جهت تقسيم بار بين دو لينك‌ست، به وجود مي‌آيد. به علاوه با استفاده از اين روش بازدهي استفاده از لينك‌هاي سيگنالينگ نيز براي بعضي حالت‌ها افزايش مي‌يابد.

در واقع با روش پيشنهاد شده در اين مقاله محدوديت‌هاي موجود تا حدودي كاهش مي‌يابد و مسلماً هر چه از تعداد بيت‌هاي بيشتري براي اين منظور استفاده شود، مي‌توان محدوديت انتخاب تعداد لينك‌ها را متناسب با تعداد بيت‌هاي اضافي استفاده شده كاهش داد.

مزيت اصلي روش پيشنهادي افزايش كارآيي و بازدهي لينك‌هاي سيگنالينگ بدون اعمال هر گونه تغييرات نرم‌افزاري و سخت‌افزاري در سيستم‌ها و سوئيچ‌هاي مخابراتي بوده و فقط به كمك طراحي مسيريابي سيگنالينگ قابل پياده‌سازي مي باشد.

مراجع

1 - Modarressi, A. R. and Skoog, R. A. (1992). "An overview of signaling system No.7." *Proceeding of the* IEEE, Vol. 80, No. 4, PP. 590-606.

2 - Kuhn, P. J., Pack, C. D. and Skoog, R. A. (1994). "Common channel signaling networks: past, present, future." *IEEE J-SAC*, Vol.12, No.3, PP. 383-394.

3 - Bennet, J. C. R. and Partridge, C. (1999). "Packet reordering is not pathological network behavior." *IEEE/ACM Transactions on Networking*, Vol. 7, PP. 780-798.

4 - Khalili, R. (2005). *No 7 Signaling System*, Iran University of Science and Technology.

5 - Gradischnig, K. D., Kramer, S. and Tuxen, M. (1998). "Load sharing a key to the reliability for SS7 networks." *The SS7 Challenge, DRCN (Design of Reliable Communication Networks (International Workshop)*).

6 - Luengo, J. C. et al. (1998). *Several Approaches to Robust Signaling Network Planning*, DRCN.

7 - Rafik, H. M. and Hadidi, M. T. (1997). "Structured approach for planning signaling system No.7 networks." *Proceeding of the IEEE*, Vol. 80, No. 4, PP. 109-113.

8 - Russel, T. (2000). *Signaling System No.7*, McGraw-Hill, New York.

Archive of SID
www.SID.ir

واژه هاي انگليسي به ترتيب استفاده در متن

1 - Signaling System Number 7
2 - Packets
3 - Signal Unit
4 - Load Sharing
5 - International Telecommunication Union-Telecommunication
6 - Public Switched Traditional Network
7 - Integrated Switching Digital Network
8 - Intelligent Network
9 - Open System Interconnection
10 - Message Transfer Part
11 - User Parts
12 - Telephone User Part
13 - ISDN User Part
14 - Signaling Connection Control Part
15 - Fill-In Signal Unit
16 - Link Status Signal Unit
17 - Message Signal Unit
18 - Signaling Information Field
19 - Origination Point Code
20 - Destination Point Code
21 - Signaling Link Selection
22 - Signaling Point
23 - Signaling Point Code
23 - Multiple Point Code
24 - High Speed
25 - Link Set
26 - Signaling Transfer Point
27 - Router
28 - Combined Link Set
29 - Circuit Identification Code
30 - Load Share Key
31 - Signaling Route Table
32 - Bidirectionality

Archive of SID

www.SID.ir