

NJË METODË PËR ZBUTJEN E LËKUNDJES SË GALOPIT NË LINJAT E TENSIONIT TË LARTË A METHOD FOR SUPPRESSING GALLOPING MOTION IN ELECTRICAL OVERHEAD TRANSMISSION LINES

MIRANDA KULLOLLI^a, SHPRESA CASLLI^b, ODISE KOÇI^a

^aDepartamenti i Konstruksioneve; ^bDepartamenti i Prodhim Menaxhimit, Universiteti Politeknik i Tiranës,
Sheshi "Nënë TEREZA", Nr. 4, Tiranë; SHQIPERI

Email: kullolli_m@yahoo.com

PËRMBLEDHJE

Në këtë artikull paraqitet një metodë për zbutjen e lëkundjes "Galop" në linjat ajrore të tensionit të lartë, lëkundje që ndodh në linjat e transmetimit si rezultat i veprimit të erës mbi përcjellësin e mbuluar me shtresë akulli. Lëvizja rezultante e përcjellësve karakterizohet prej amplitudave relativisht të mëdha që shkaktojnë dëme elektrike dhe mekanike. Teknika të ndryshme sugjerojnë ndër të tjerat përdorimin e pajisjeve shuarëse, zvogëlimin e uljes së përcjellësit dhe distancatorët izolues ndërmjet fazave. Metoda në fjalë bazohet në ndryshimin e karakteristikave mekanike të përcjellësit, të cilat ndryshojnë nga zhvendosja e qendrës së rëndesës së seksionit tërthor relativisht qendrës së lakesës.

Fjalët çelës: galop, kampate, mbulesë akullit, qendër rëndese, qendër përkuljeje.

ABSTRACT

In this paper, is presented a method for suppressing galloping motion in aerial electric overhead transmission line, that occurs as the combined result of ice on conductors and strong winds. The resulting conductor motions are relatively large amplitude; the results of such motions are electrical and mechanical damages. Various techniques have been suggested including the drag devices, reduction in sag, and inter-phase spacing insulators. The method in question based on changing the mechanical characteristics thereof, that are altered by displacing the center of gravity of its cross section relative to the flexural centers.

Key words: *Galloping*, span, wind direction, shape of ice, gravity centre, flexural centre.

Hyrje

Në kohë dimri, përcjellësit mbulohen me një shtresë bore, që i jep përcjellësit një formë jorrethore. Veprimi i erës mbi këtë formë shkakton lëkundje të quajtura galop, lëkundje me frekuencë të ulët dhe amplitudë të madhe.

Galopi mund të ndodhë në të gjitha llojet e linjave të tensionit të lartë, është një lëkundje me:

- frekuence prej 0.08 – 3Hz,
- amplituda nga $(5 - 300)\phi$ [ϕ - diametri i përcjellësit].

Ai ndodh në kushte klimatike të caktuara:

- temperaturë përreth 0°,
- erë e njëtrajtshme me shpejtësi mesatare ose të fortë ($7\frac{m}{s} \div 20\frac{m}{s}$)
- kur mbulesa e akullit në përcjellës ndryshon formën rrethore të seksionit tërthor.

Galopi shkaktohet prej paqëndrueshmërisë aerodinamike. Është fenomen i dëmshëm, shkakton dëme serioze deri në shkatërrim të plotë të linjës. Dëme mekanike që vijnë prej rritjes së peshës nga shtresa e akullit në përcjellës, prej sforcimeve që lindin nga përsëritja ciklike e ngarkesave të erës, prej lodhjes së materialeve etj. Dëmet elektrike për shkak të varjes të përcjellësit mbi norma, në kushte të stuhive ndodhin shkarkime elektrike të përsëritshme [Baenziger at 1994] [Tunstall, M., Koutselos, L.T. at 1988]. Në figurat 2, 3, 4 jepet ndikimi i shtresës së akullit në ngarkesat e linjës dhe kemi një rritje të dukshme të tensioneve në linjë, uljes dhe ngarkesave në shtylla me rritjen e trashësisë së borës.

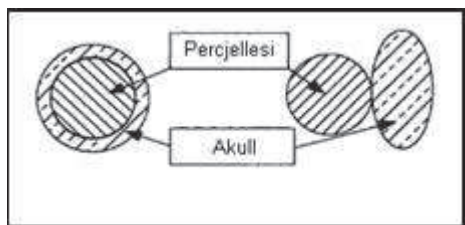


Figura 1.

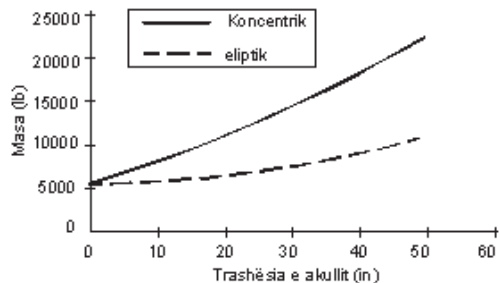


Figura 2.

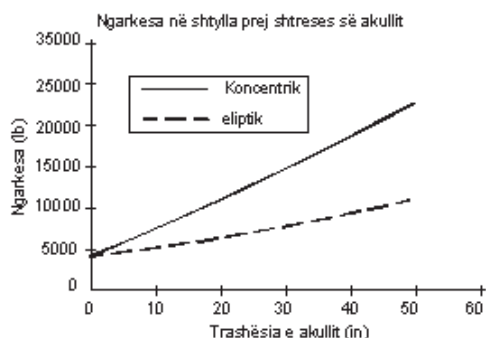


Figura 3.



Figura 4

Mekanizmi i lindjes së galopit

Në figurën 5 jepet skematikisht përcjellësi 1 i mbuluar me një shtresë akulli 2, vija 3 që bashkon qendrat e rëndesës 4 të seksionit tërthor eliptik dhe zhvendosur në një rënë anë të vijës 5, që bashkon qendrat e rrotullimit

6 të seksioneve tërthore (qendra e masës e seksionit tërthor pa akull).

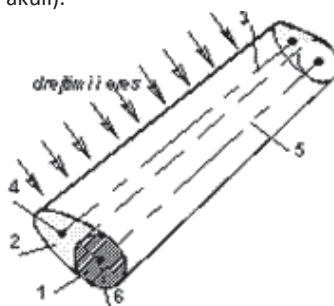


Figura 5.

Prej aerodinamikës, çdo trup është objekt i vetë lëkundjeve kur:

- a) qendra e gravitetit të trupit është e zhvendosur prej qendrës së rrotullimit,
- b) era fryn nga ana e qendrës së gravitetit,
- c) trupi ka karakteristikë aerodinamike ngritëse pozitive.

Karakteristika aerodinamike shprehet me: pjerrësinë α (këndi ndërmjet vektorit të veprimit të erës dhe drejtëzës që bashkon qendrën e rëndesës dhe qendrën e rrotullimit të seksionit tërthor të trupit) dhe me forcën aerodinamike F që vepron në trup.

Në këtë rast trupi mund të kryejë lëkundje veteksituete me amplitudë shumë të madhe dhe më frekuencë relativisht të vogël, që në fushën e linjave ajrore të transmetimit të energjisë njihet me emrin "galop".

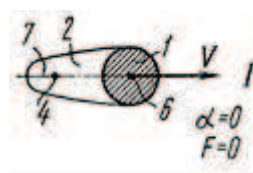


Figura 6.

Në figurën 6 shihet që kur përcjellësi 1 nuk zhvendoset vertikalisht, forca aerodinamike $F=0$ dhe $\alpha=0$ dhe veprimi i erës nuk i shkakton atij zhvendosje vertikale. Në kushtet reale kjo gjendje nuk vazhdon gjatë, përcjellësi ajror nën veprimin e goditjeve të rastësishme, që veprojnë vertikalisht mund të zhvendoset lart e poshtë.

Rasti 1. – Pranojmë që përcjellësi 1 zhvendoset poshtë (fig. 7). Prej inercisë qendra e rëndesës 4 e seksionit eliptik do të jetë e vonuar përkundrajt qendrës së rrotullimit 6. Si rrjedhim përcjellësi gjatë zhvendosjes poshtë **do të rrotullohet në kah të akrepave** dhe zhvendoset prej pozicionit I në pozicionin II. Shihet që

këndi i pjerrësisë $\alpha < 0$ dhe forca ngritëse që vepron në përcjellës janë negative $F < 0$. Në këtë rast forca F drejtohet për poshtë dhe bashkëvepron me goditjen e rastësishme (erën), të dyja e zhvendosin poshtë pozicionit fillestar I.

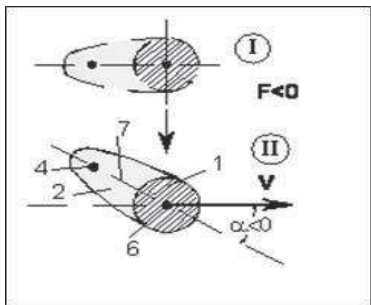


Figura 7.

Rasti 2. – Në të njëjtin arsyetim kur përcjellësi **ngjitet lart** (fig. 8), ai **rrotullohet në kah të kundërt me akrepat, do të ngjitet** në pozicionin III dhe këndi $\alpha > 0$, dhe forca ngritëse $F > 0$ janë pozitive.

Të dy rastet e mësipërme tregojnë që kur:

- shtresa e akullit mbi përcjellësin është jouniforme,
- era fryn nga ana e qendrës së rëndesës,
- përcjellësi 1 ka karakteristikë aerodinamike pozitive,

ai **do të lëvizë në planin vertikal me një rritje graduale të amplitudës deri në vlera të rendit të galopit.**

Le të shohim çfarë ndodh me **ndryshimin e drejtimit të erës.**

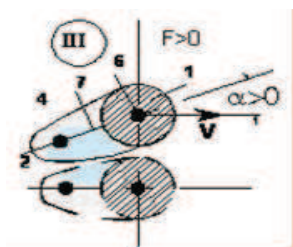


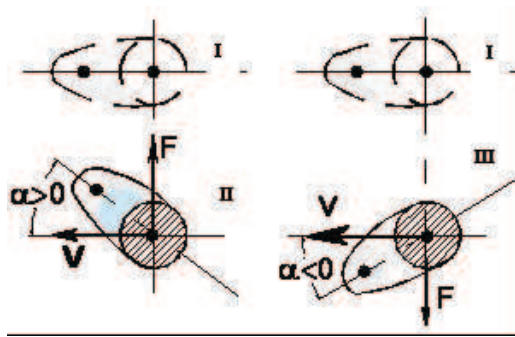
Figura 8.

Nisim nga kushtet e figurës 1 por drejtimi i erës ndryshon (djathtas). Sjellja e përcjellësit do të jetë e kundërt nga sa pamë më lart (fig. 6-8).

Bëjmë të njëjtat arsytetime dhe kemi:

Rasti 3. – Përcjellësi **zhvendoset poshtë** (fig. 9), do të rrotullohet **sipas akrepave**, do të zhvendoset prej pozicionit fillestar I në pozicionin II, këndi $\alpha > 0$, forca $F > 0$ vektori i forcës drejtohet për lart. Pra forca ngritëse, vepron **në të kundërt** me goditjen e

rastësishme, prandaj **ngadalëson** zhvendosjen dhe **zvogëlon distancën** e largimit prej pozicionit fillestar I.



Figurat 9 dhe 10.

Rasti 4. – Përcjellësi 1 **zhvendoset për lart** (fig. 10), do të rrotullohet **në të kundërt të akrepave**, do të zhvendoset nga pozicioni I në pozicionin III; $\alpha < 0, F < 0$ drejtimi i forcës ngritëse është për poshtë. Përcjellësi nën veprimin e forcës ngritëse tenton të **lëvizë për poshtë**, forca aerodinamike ngritëse **ngadalëson** zhvendosjen lart të tij dhe **redukon** distancën e largimit prej pozicionit fillestar I.

Pra kur era ndryshon drejtimin fig. 9 -10, kemi **një shuarje reale** të çdo lloj lëkundjeje të përcjellësit 1, që mund të ndodhë në planin vertikal nën veprimin e ngarkesave të rastësishme.

Rasti 5. – Nëse rritja e shtresës së dëborës ndodh në anën e majtë të përcjellësit dhe jo në të djathtë, edhe në këtë rast kemi **një zbutje reale** të çdo lëkundjeje që lind në planin vertikal. Kjo shpjegohet prej faktit që vija e qendrave të gravitetit do të zhvendoset në të djathtë të vijës së qendrave të rrotullimit, ndërsa era që vazhdon të fryjë në të majtë godet përcjellësin **jo në anën e vijës së qendrave të rëndesës, por në anën e qendrave të rrotullimit.**

Ndodhja e fenomenit të galopit varet fuqimisht prej kombinimit të drejtimit të erës dhe formës së mbulesës.

“Galopi” është shumë i dëmshëm dhe zakonisht shkakton dëme serioze në linjë, nganjëherë shkatërrim të plotë të saj. Pikërisht për seriozitetin e tij, problemi është studiuar shumë me shpresën e gjetjes së një zgjidhjeje si gjatë projektimit të linjave të reja shtu dhe për linjat në përdorim. Të gjitha metodat në një farë mënyre përfshijnë ndryshimet në karakteristikat mekanike dhe aerodinamike të përcjellësit. Deri tani një zgjidhje "magjike" për parandalimin e galopit nuk është gjetur. Zgjidhja ideale natyrisht do të ishte një tip i ri përcjellësi me një aftësi shuarëse. Detyra që shtrohet është **minimizimi i pasojave** të tij, pasi ai nuk

mund të mënjanohet [Lilien J.L., Chabart O. at 1995] [Keutgen R., Lilien J.L. at 1998].

Janë tri grupe kryesore të kundërmasave:

1. Ndërhyrja në ngarkesat elektrike që transmetohen në linje, rritje temperature që parandalon ngrirjen.
2. Rritja e faktorëve të sigurisë të konstruksionit dhe modifikimi i konfigurimit të linjave të transmetimit (zmadhimi i hapësirave).
3. Shtimi i pajisjeve mekanike shuarëse për zbutjen e lëkundjeve të galopit.

Një prej masave të shumta që përdoren për parandalimin dhe zbutjen e fenomenit të galopit, bazohet në ndryshimin e karakteristikave mekanike të përcjellësit me anë të zhvendosjes së qendrave të gravitetit të seksioneve tërthore të përcjellësit relativisht qendrave të rrotullimit të seksioneve. Për këtë përcjellësi në një kampate ndahet në dy pjesë 9, 10 (fig. 11) dhe në secilën prej tyre montohen respektivisht peshat ekscentrike 11 dhe 12. Prej kësaj vendosjeje, vija e qendrave të rëndesës në pjesën e parë, nën veprimin e peshës 11 largohet prej vijës së qendrave të lakesës 14 në një drejtim (në të majtë), ndërsa në pjesën tjetër 10 në drejtim të kundërt (të djathtë).

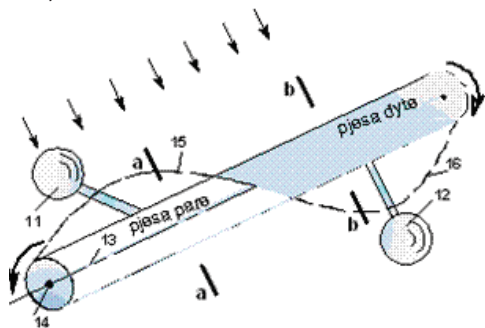


Figura 11.

Kur shtresa e borës dhe e akullit mbi përcjellës rritet nga njëra anë e tij, në këtë anë vija e qendrave të rëndesës, nën veprimin dhe të peshës ekscentrike, largohet prej vijës së qendrave të lakesës, ndërsa në anën e kundërt të përcjellësit, vija e qendrave do të afrohet me vijën e qendrave të përkuljes [Hartog Den at 1940], [Lin Sh., Jianyan L at 2000].

Le të shohim sjelljen e secilës ndarje të përcjellësit 8, kur montohen peshat 11 dhe 12.

Rasti 1. – Në fig. 12 – 14 jepen pozicionet e seksionit tërthor a-a të ndarjes së parë.

1. Në fig. 12, përcjellësi është në qetësi, këndi i pjerrësisë $\alpha = 0$ dhe forca ngritëse $F = 0$, si rrjedhim **përcjellësi nuk lëviz lart e poshtë nën veprimin e erës.**
2. Në fig. 13, përcjellësi nën veprimin e një force të rastësishme **zhvendoset poshtë**, ndarja e parë e

përcjellësit do të rrotullohet **sipas akrepave**, do të zhvendoset prej pozicionit fillestar (fig. 12) në një pozicion tjetër (fig. 13), ku kemi $\alpha < 0$ dhe $F < 0$, forca ngritëse drejtohet poshtë, pra ndarja e parë e përcjellësit nën veprimin e erës **do të zhvendoset për poshtë**, në këtë rast forca ngritëse **bashkëvepron** me ngarkesën e rastësishme dhe zhvendosja e kësaj pjese e **fuqizon galopin.**

3. Përcjellësi 8 nën veprimin e një ngarkese të rastësishme **zhvendoset lart**, ai rrotullohet në kah të **kundërt të akrepave** do të zhvendoset në një pozicion tjetër (fig. 14), ku $\alpha > 0$, dhe $F > 0$ forca ngritëse drejtohet për lart. Forca ngritëse **bashkëvepron** me ngarkesën e rastësishme dhe zhvendosja e kësaj pjese e **fuqizon galopin.**

Të dy analizat e mësipërme, tregojnë që pjesa e parë e përcjellësit për një drejtim të dhënë të erës (në të majtë, fig. 12-14), kur shihet e ndarë prej pjesës së dytë 10 është objekt i galopit.

Shohim sjelljen në ndarjen e dytë 10.

Në fig. 15-17 jepen pozicionet e seksionit tërthor b-b të ndarjes së dytë të përcjellësit me peshën ekscentrike 12.

Po të bëjmë të njëjtin diskutim dhe për pjesën e dytë 10 duke ju referuar figurave 15-17 dalim në përfundimin që:

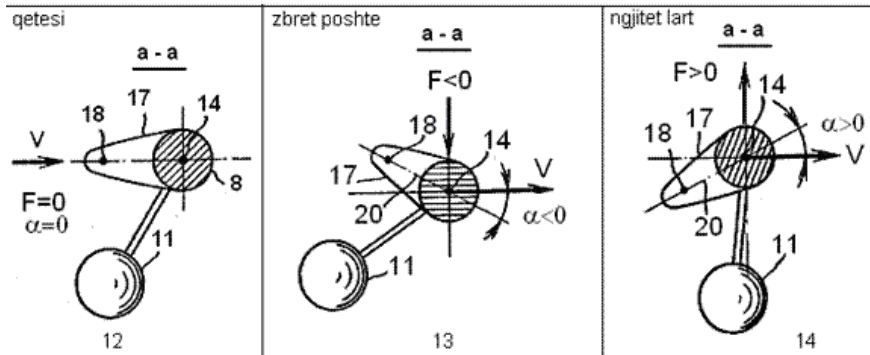
- Në fig. 15 $\alpha = 0$ dhe $F = 0$, pjesa e dytë është **në qetësi**, si rrjedhim **përcjellësi nën veprimin e erës nuk lëviz lart e poshtë.**
- Në fig. 16 përcjellësi nën veprimin e ngarkesës së rastësishme lëviz **poshtë**. **Rrotullohet kundër akrepave**, $\alpha > 0$ dhe $F > 0$, forca aerodinamike tenton ta ngrejë lart. Pra është e kundërt me veprimin e ngarkesës së rastësishme, kemi **shuarje të galopit.**
- Në fig. 17 përcjellësi nën veprimin e ngarkesës së rastësishme **lëviz lart**. Rrotullohet **sipas akrepave**. $\alpha < 0$ dhe $F < 0$ tenton ta ulë poshtë. Kemi **parandalim të galopit.**

Të dy analizat e mësipërme, tregojnë që pjesa e dytë e përcjellësit për një drejtim të dhënë të erës (në të majtë), kur shihet e ndarë prej pjesës së parë 9, nuk është objekt i galopit

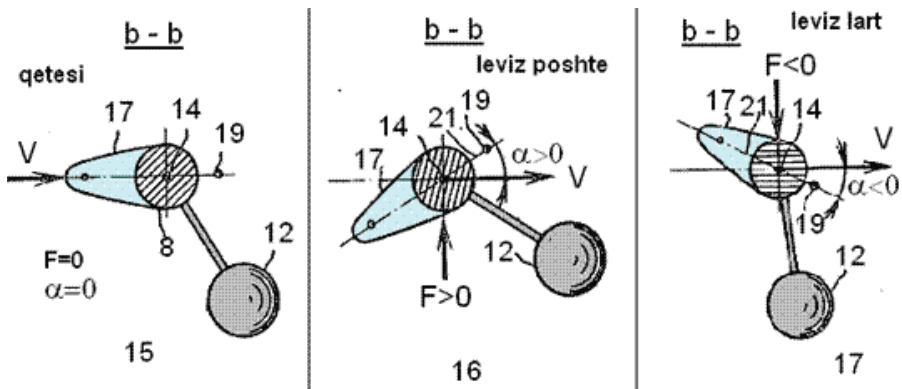
Duke qenë se pjesa e dytë është praktikisht një zgjatje e pjesës së parë, ajo shërben për zbutjen e galopit në të gjithë përcjellësin. Galopi i ndarjes së parë nuk do të zhvillohet më tej për vetë faktin që energjia mekanike e kërkuar për lëkundjen e përcjellësit do të absorbohet prej ndarjes së dytë të përcjellësit.

Edhe nëse era do të ndryshojë drejtimin, do të ndodhë i njëjti fenomen, veçse ndarjet do të ndërrojnë rolet.

Në figurat e mëposhtme jepet rezultati i simulimit të bërë me softin SAMCEF pa dhe me shuarës mekanik [Kullolli et al., 2005] [Huang J, 2003].



Figurat 12, 13, dhe 14.



Figurat 15, 16, dhe 17.

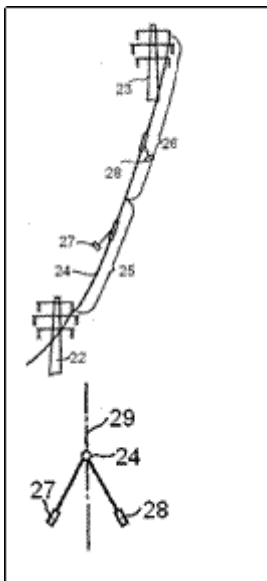


Figura 18.

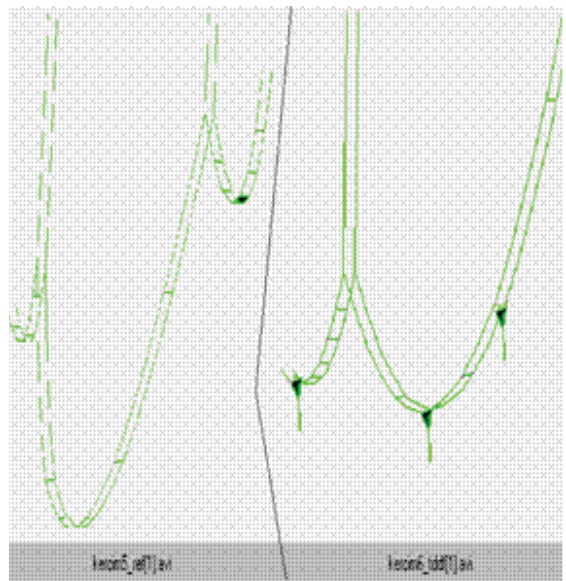


Figura 19.

KONKLUZIONE.

- 1.Fenomeni i galopit është i padëshirueshëm dhe i dëmshëm në linjat ajrore të transmetimit të energjisë.
- 2.Një nga mënyrat e parandalimit të galopit është vendosja e shuarësve të llojeve të ndryshëm.
- 3.Metodika në fjalë, një prej metodikave të shumta, është efikase kryesisht për përcjellësit tek jo në tufë.
- 4.Vendosja e pajisjeve ndihmon në dobësimin e galopit, por nuk e ndalon.
- 5.Metoda e simulimeve është e rëndësishme në studimin e galopit, si gjatë projektimit të linjës edhe gjatë shfrytëzimit të saj.
- 6.Deri tani nuk është gjetur një zgjidhje magjike.
- 7.Është e rëndësishme që galopi të studiohet dhe të merret parasysh jo vetëm gjatë projektimit, por edhe në linjat ekzistuese.

LITERATURA

- 1.Baenziger M.A, James W.D (1994), *Dynamic loads on transmission line structures due to galloping conductors*, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol/Issue 9:1.
- 2.Çelo M., Kullolli M, Bualoti R (2006), *Map with distribution of originated atmospheric failure identified in the Albania power transmission system and calculation of reliability indices*. International Conference Electricity 20 electricity, Energy, Communicator, Eilat, Israel, November 15-17 2006.
- 3.Dini G., *Programe komplekse për kalkulimin e ngarkesave dhe montimin e përcjellësve dhe troseve në linjat TL, TEL14 dhe TROT*.
- 4.Fan Sh, He G-J, (2006), *Analysis of galloping Mechanisms of Iced Conductor* [J]. Proceedings of the CSEE, 26 (14): 131-133.
- 5.Hartog Den (1940), *Mechanical Vibration*, McGraw-Hill, New York.
- 6.Huang J, Wang Sh, Chen Z.M (2003), *Computer Realization of Sag Calculation for Transmission Line* [J]. hubei Electric Power, 2003, 27(3): 1-3.
- 7.Keutgen R. Lilien J.L. (1998), *A new damper to solve galloping on bundles line. Theoretical background, laboratory and field research*. IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 31, No1, p 260-265.
- 8.Kullolli.M, Anxhaku.A, Hobdari.N, *Analiza numerike e galopit të përcjellësve të linjave ajrore të transmetimit të energjisë elektrike* (2005), Buletini i Shkencave, UPT, Nr2.
- 9.Kullolli M., Osmani F. (2005), *Zgjidhja numerike e një problemi jolinear të dobët që modelon lëkundjet në linjat elektrike*, Buletini i Shkencave, UPT, Nr.3
- 10.Kullolli M., Anxhaku A., Bualoti R., (2005), *Numerical analysis of transmission lines galloping type to determinate the loading fatigue*, International Conference on New Trends in Fatigue and Fractures, Bari, Italy, 8-11 May 2005.
- 11.Kullolli M., Shehu M., Çelo M., Qarri M, (2008), *A study of the galloping phenomena in electrical aerial lines. Measures and checking in order to reduce its consequences*. 10th annual conference. YUCOMAT 2008” Herceg – Novi, September 8-12, 2008
- 12.Lilien J.L., Chabart O. (1995), *High Voltage Overhead Lines - Three mechanisms to avoid bundle galloping*. International Conference on Cable Dynamics, Liege, 19-21 October. Report 47
- 13.Lin Sh., Jianyan L (2000), *Model test of damper for galloping prevention in overhead transmission line*. [J]. ELECTRIC WIRE &CABLE, (1); 39-41.
- 14.Tunstall, M., Koutselos, L.T. (1988), *Further Studies of the Galloping Instability & Natural Ice Accretions on Overhead Line Conductors*, 4th Int. Conf. on Atmospheric Icing of Structures. Paris, sept.
- 15.Wang SH, Jiang X (2005), *Study Status of Conductor Galloping on transmission Line* [J]. High Voltage Engineering, 31 (10): 11-14.
- 16.You Chuan –Vang (2004), *Stability mechanism of conductor galloping and its application on transmission line*. [J]. Electrical Equipment, 2004, 5(6); 13-17