

CREȘTEREA EFICIENȚEI ENERGETICE ÎN TRANSPORTUL CU METROUL PRIN UTILIZAREA ENERGIEI RECUPERATIVE ȘI CORELAREA GRAFICELOR DE TRAFIC

Cuvinte cheie : energie cinetică, transport subteran, frânare recuperativă

Cuprins

1. INTRODUCERE

- 1.1 Abrevieri și prescurtări
- 1.2 Rolul și locul subiectului tezei de doctorat

2. DESCRIEREA ȘI ISTORICUL METROREX S.A.

- 2.1 Istoricul și harta rețelei de transport cu metroul în BUCUREȘTI
- 2.2 Caracteristicile tehnice ale rețelei de transport cu metroul din municipiul BUCUREȘTI
- 2.3 Caracteristicile REM de tip BM2/BM21 – Bombardier Movia 346
- 2.4 Concluzii

3. STADIUL ACTUAL AL RECUPERARII ENERGIEI UTILIZÂND FRÂNAREA RECUPERATIVĂ

- 3.1 Istoricul recuperării energiei prin procedeul frânării recuperative
- 3.2 Generalități și limitări ale frânării recuperative
- 3.3 Stadiul actual al recuperării energiei prin frânarea recuperativă la transportul feroviar și cu metroul pe plan internațional
- 3.4 Concluzii

4. CERCETĂRI EXPERIMENTALE ASUPRA CIRCULAȚIEI RAMEI ELECTRICE DE METROU DIN BUCUREȘTI

- 4.1 Dinamica de deplasare REM pe M 2-tronson Depoul Berceni–Piața Unirii2
- 4.2 Distribuția energiei electrice în perioada 2017 – 2020 la METROREX
- 4.3 Note privind energia electrică la TGD 1 din stația de metrou TINERETULUI
- 4.4 Concluzii

5. DETERMINAREA ENERGIEI DISPONIBILĂ SĂ FIE CAPTATĂ ȘI TRANSFORMATĂ ÎN ENERGIE ELECTRICĂ DE GENERATOR ÎN FAZĂ DE FRÂNARE RECUPERATIVĂ

- 5.1 Energia cinetică a unei REM pe lungimea unui traseu – din M 2
 - 5.1.1 Energia cinetică a REM fără călători pe un singur traseu din M 2
 - 5.1.2 Energia cinetică a REM cu călători pe un singur traseu din M 2
- 5.2 Concluzii

6. CĂILE DE MAJORARE A PROCENTULUI DE RECUPERARE A ENERGIEI TRANSFORMATĂ PRIN FRÂNAREA RECUPERATIVĂ

6.1 Calea propusă pentru creșterea procentului de recuperare a energiei transformată prin frânare recuperativă

6.2 Impactul financiar generat de creșterea procentului de recuperare a energiei prin frânarea recuperative

6.3 Concluzii

7. CONCLUZII

7.1 Concluzii finale

7.2 Contribuțiile originale din teza doctorală (teoretice și experimentale)

7.3 Direcții de cercetare în viitor (subiecte de cercetat)

8. BIBIOGRAFIE ȘI REFERINȚE

Rezumat

Transportul subteran din marile orașe, poate furniza, utilizând procedeul recuperării energie prin frânare o cantitate importantă de energie. Având în vedere faptul că ramele electrice de metrou circulă pe galerii cu multe stații, generând multe frâne, este necesară o soluție tehnică și economică pentru recuperarea energiei de frânare. Cercetările efectuate de autor au demonstrat, atât teoretic, cât și practic, posibilitatea creșterii gradului de recuperare a energiei de tracțiune în etapa de frânare.

Lucrarea propune două soluții tehnice prin corelarea graficelor de trafic și prin construirea unei rețele electrice pentru recuperarea energiei de frânare și utilizarea acesteia pentru alte sisteme electrice care se află în stațiile de metrou. Experimentele efectuate de autor în condițiile „in situ” pe ramele electrice de metrou au arătat că energia electrică recuperată are o calitate mai mică decât cea furnizată de distribuitorul contractant din SEN, dar poate fi utilizată în anumite sisteme electroenergetice din respectivele stații de metrou. Propunerile se referă la ramele de metrou cu motoare electrice de acționare, alimentate prin intermediul convertoarelor de putere a căror comandă digitală permite debitarea energiei în ambele sensuri. Determinarea valorilor experimentale a dovedit calitatea energiei electrice recuperate prin frânarea este mai slabă (tensiune, frecvență).

Având în vedere că prețul energiei electrice pe piața energiei electrice este de circa 100 €/MWh rezultă că societatea METROREX S.A., în cazul analizat poate face o economie lunară 18430 €. Deoarece garniturile nu sunt totdeauna complet încărcate sau complet descărcate se poate considera că energia medie E_{rm} lunar recuperată lunar este:

$$E_{rm \text{ lună}} = \frac{E_r \text{ lună} + E_{ri \text{ lună}}}{2} = 184,3 \text{ MWh},$$

ceea ce corespunde unei economii lunare de 18430 €.

Capitolul 1 prezintă în introducere obiectul tezei, structura acesteia, aspect ale zonei de studio și considerații generale asupra problematicii generale a funcționării metroului.

Capitolul 2 descrie etapele istoriei METROREX, completând cu imagini ale etapelor de construcție a galeriilor de metrou și cu caracteristicile tehnice ale rețelei subterane de transport călători din București.

Capitolul 3 prezintă stadiul actual al recuperării energiei de frânare pe plan internațional și național, subliniind avantajele și dezavantajele procesului de frânare recuperativă.

Capitolul 4 este destinat prezentării rezultatelor cercetărilor în cabina de conducere și monitorizare a ramei electrice de metrou asupra dinamicii acesteia, pe magistrala 2 (magistrala 2 de metrou fiind singura din rețeaua de transport subteran care nu are stații de îmbarcare/debarcare comune cu alte magistrale).

Capitolul 5 este destinat prezentării principiilor și modalitățile de determinare a energiei disponibile a fi captată pentru a fi transformată în energie electrică. Calculul acestei energii disponibile a fi captată și transformată în energie electrică a fost dezvoltat atât pentru situația în care ramele de metrou sunt pline cu călători, cât și pentru situația în care ramele electrice de metrou sunt fără călători.

Capitolul 6 propune călea recomandată atât din punct de vedere tehnic cât și din punct de vedere financiar, pentru utilizarea eficientă a energiei electrice recuperate în procesul de frânare recuperativă.

Capitolul 7 al tezei prezintă contribuțiile originale, concluziile finale și propunerile direcțiilor de cercetare în viitor.

Capitolul 8 detaliază cele 54 de referințe bibliografice, cu autori români și străini, ce au ajutat la elaborarea acestei teze de doctorat.