ИЗПОЛЗВАНЕ НА КОМПЮТЪРНИ ЗНАНИЯ ПРИ ИЗГОТВЯНЕ НА СЪВРЕМЕННИ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИ ЕКСПЕРТИЗИ

Радослав Симионов
Бургаски свободен университет

USE OF COMPUTER KNOWLEDGE IN THE PREPARATION OF MODERN ELECTROTECHNICAL EXPERTISE

Radoslav Simionov
Burgas Free University

Abstract: *The development of IT technologies and their application in modern energy has led to a faster change of external devices compared to those used for domestic purposes. The various projects implemented by the electricity distribution companies and the change of ownership of the meters for electricity metering have made it possible for modern digital electricity meters to enter the practice. They work in parallel with the still available electromechanical and hybrid measuring instruments. The intelligent energy networks required in modern technology also require modern means for measuring and regulating the flows of consumed electricity. The controlled microprocessor electricity meters introduced by the electricity distribution companies are the first step in the construction of such intelligent energy networks.*

Keywords: *Electrical engineering expertise, commercial measuring instrument, IT technologies*

Резюме: *Развитието на IT технологиите и тяхното приложение в съвременната енергетика доведе до по-бързо изменение на външните устройства спрямо такива, използвани за битови цели. Различните проекти, изпълнявани от електроразпределителните дружества, и смяната на собствеността на средствата за измерване на електроенергията, даде възможност в практиката да навлязат съвременни цифрови електромери. Те работят паралелно с наличните все още електромеханични и хибридни измервателни средства. Налагащите се в съвременната техника интелигентни енергийни мрежи изискват и модерни средства за измерване и регулиране потоците на консумирана електроенергия. Въвежданите от електроразпределителните дружества управляеми микропроцесорни електромери са първа стъпка в изграждането на такива интелигентни енергийни мрежи.*

I. Въведение

С преминаването към либерализиран пазар на електроенергия все повече консуматори изпитват неприятните последици от повишаващите се цени на електроенергията, като това особено драстично се отразява на тези, попаднали в обсега на доставчик от последна инстанция. От 1 юли 2021 г. небитовите клиенти, присъединени към електроразпределителна мрежа на ниско напрежение, са задължени да изберат своя доставчик на свободния пазар на електрическа енергия. „Методика за определяне на

цените на електрическата енергия на доставчика от последна инстанция“, бе обнародвана в Държавен вестник бр. 60 от 20.07.2021 г. В нея е регламентирана цената за електроенергия от доставчик от последна инстанция, която се изчислява на база цена на електрическата енергия на пазара ден напред за съответния час, цена за недостиг на балансиращия пазар за съответния час и компонента за дейността „доставка на електрическа енергия от ДПИ“, в размер на 5 процента. В следствие на тези промени цените на електроенергия за небитови клиенти се повишиха драстично, което доведе до повишаване манипулация на средства за търговско измерване. [1, 2, 3]

Другият съществен фактор, влияещ върху повишаване на манипулацията на средства за отчитане на електроенергия, е използването на електроенергия за добиване на криптовалути. Добиването на криптовалути е свързано с повишена консумация на електронергия. Зачестяват случаите, при които се манипулират средства за търговско измерване на електроенергия с цел неотчитане или неточно отчитане на консумираната електроенергия за добиване на криптовалути.

Добиването на криптовалути в повечето случаи се осъществява от лица, които имат добри компютърни познания. Тези познания понякога са насочени и към новите средства за търговско измерване. Новото поколение средства за търговско измерване елиминираха конвенционалните начини за манипулиране, но същевременно отвори и нови възможности за манипулиране, а именно софтуерна манипулация.

По-горе изброените фактори, съчетано с повишената информираност и техническите способности на потребителите, създават условия за повишаване опитите за манипулиране на средствата за търговско измерване, както и за нерегламентирано присъединяване към електропреносната мрежа. Това от своя страна ще доведе до повишаване броя на досъдебните производства, респективно повишаване броя на електротехническите експертизи. [4,5]

Подмяната на средства за търговско измерване с нов интелигентен вид изисква от експертите, изготвящи електротехнитечески експертизи, и задълбочени познания в сферата на софтуерните системи.

Интелигентните средства за търговско измерване разполагат със собствен софтуер, който има възможност за множество настройки. Разчитането на тези настройки е свързано с компютърни умения, защото в повечето случаи са представени като двоичен код. Друга особеност при средствата за търговско измерване е видът собствена памет, която използват. Основните параметри, с които се характеризира тя са: принципът на действие на въвеждането на регистри в тази памет, начинът на съхранение и съответно до каква степен се поддържа информация при отпадане на захранване.

II. Методи за извършване на съвременна електротехническа експертиза при софтуерни манипулации.

Често пъти софтуерната манипулация е свързана с активиране на скрита тарифа. Активирането на скрита тарифа дава възможност за неотчитане на използваната електроенергия. Разчитане и анализиране на данните, които се съхраняват във вътрешната памет, или се записват като регистри, изисква задълбочени компютърни познания и възможност за прочит на регистри и софтуерен код.[6]

Пример за това са данните от Електромер MT173. Информацията в регистъра има дата и време на края на записа, статус на електромера по време на последния регистриран период и проверка на сумата.

Броят на събития и състояния на електромера са 128. Те могат да бъдат записани в книгата на събитията. Тя е организирана като FIFO памет, което означава, че последните 128 събития са винаги на разположение. В книгата на събитията могат да бъдат записани следните статуси:

- Фатална грешка на електромера
- Зануляване на отчетените стойности
- Промяна в стойността на настроените параметри
- Настройка на вътрешния часовник
- Проблем в захранването
- Възстановяване на мрежовото напрежение
- Триене на регистри от регистратора на товаров график
- Триене на регистри от книгата на събитията
- Проблем с напрежението в отделни фази (L1, L2, L3)
- Възстановяване на напрежението в отделни фази (L1,L2, L3)
- Отваряне на капачката на електромера или капачката на клемния блок.

На фигура 1 е показано, че в процесния електромер се отчита консумирана електроенергия за последните три отчетни периода и общото количество отчетена от трета тарифа електроенергия.

```
1.8.3    000648.3 kwh    L123 Active power+ Tariff3
1.8.3*15         000648.3 kwh    L123 Active power+ Tariff3 PV (RTC,Comm.,IN)
1.8.3*14         000361.5 kwh    L123 Active power+ Tariff3 PV (RTC,Comm.,IN)
1.8.3*13         000270.2 kwh    L123 Active power+ Tariff3 PV (RTC,Comm.,IN)
```

Фиг. 1 – Софтуерна визуализация на регистрите, показваща скрита трета тарифа

Електромерът регистрира въздействието чрез оптичната глава, но няма възможност да сигнализира за това в центъра за управление на системата. Промяната на състоянието на съответните регистри е показана на фиг. 2.

```
29. 5.2020 23:51:23     8120, Parameter changed via remote comm.
29. 5.2020 23:51:27     811E, Main cover closed
29. 5.2020 23:51:27     811C, Terminal cover closed
```

Фиг. 2 – Софтуерна визуализация състоянието на регистрите при манипулиране на електромера

Когато се извършва рутинна проверка чрез средства за контролно измерване или периодично се извършва проверка за точността на измерване според действащите стандарти в специализирана лаборатория, може да бъде установено точното време на препрограмиране на електромера (фиг. 3). От извлечените данни се вижда, че регистър C.2.1. е запаметил датата на извършена манипулация.

```
31.7.0   0.0 A    L1 Current
51.7.0   0.0 A    L2 Current
71.7.0   0.0 A    L3 Current
32.7.0   0 V      L1 Voltage
52.7.0   0 V      L2 Voltage
72.7.0   228 V    L3 Voltage
C.51.1   0008     Over-voltage Phase L1
C.51.2   0200420094010   Over-voltage Phase L2
C.51.3   0000     Over-voltage Phase L3
C.51.4   0000101000000   Under-voltage Phase L1
C.51.5   0000     Under-voltage Phase L2
C.51.6   0000101000000   Under-voltage Phase L3
C.51.7   01c4
C.51.8   0200425080801
C.2.0    0001     Nr.of parameterisations
C.2.1    0200429205313   Date of last param.
C.6.0    56771    Batterry hour counter
0.2.0    v1.11    Version number
0.2.2    06220000         Time switch program checksum
```

Фиг. 3 – Софтуерна визуализация състоянието на регистрите

При правилен прочит на софтуерната визуализация може да се установи начална дата и час при промяна схемата на свързване посредством специализиран софтуер.

Друга тенденция при манипулиране на средства за търговско измерване е скрита промяна на схемата на свързване на СТИ при електромери „Elster”, модел AS1440, който разполага с токови трансформатори.

При програмиране на електромерите има зададени нива на достъп. Паметта, използвана в изследваното устройство (процесното СТИ), е ЕЕПРОМ. По принцип тази памет съхранява данните дълготрайно и е енергонезависима. Данните могат да бъдат манипулирани само с използване на специализиран софтуер при достъп до парола с приоритетно 3-то ниво.

Във вътрешността на електромера се монтира платка, която променя параметрите на елементи като токови трансформатори. За да бъде трудно идентифицирана промяната в параметрите, се поставя сензор за светлина с реле за време. Поставянето на тези два компонента затрудняват откриването поради различният час на задействане. [7, 8, 9]

Електромерът отчита точно при наличие на светлина, но около 2 часа и 7 минути след понижаване интензитета на светлината, релето се включва и електромерът започва да отчита по-малко от консумираната електроенергия.

Устройството се задейства при осветяване на фоточувствителен елемент, като има време задръжка от порядъка на два часа при затъмнение на датчика, след което устройството се задейства и СТИ отчита с грешка над допустимата консумираната електроенергия. Електронното устройство е платка с монтиран на нея контролер, който е програмиран да изпълнява определени задачи и периферията от два оптрона (това е електронно устройство състоящо се от галванично разделен вход и изход) и фото-резистор.

```
D I S P L A Y   L I S T

  1|1-1:F.F    | Fatal errors                      |--|SM|AM|--|--|--|op|el|
  2|1-1:F.F.1  | Non-fatal system errors           |--|--|--|--|--|--|op|el|
  3|1-1:F.F.2  | warnings                          |--|--|--|--|--|--|op|el|
  4|1-1:0.0.0  | Utility identification 1          |--|--|--|--|--|--|op|el|
  5|1-1:0.1.0  | demand reset counter              |--|SM|AM|--|--|--|op|el|
  6|1-1:0.1.2  | Date of demand reset              |--|SM|AM|wP|--|D1|op|el|
  7|1-1:1.2.0  | +P, cumulative maximum, M1        |wU|--|--|wP|--|--|op|el|
  8|1-1:2.2.0  | -P, cumulative maximum, M1        |wU|--|--|wP|--|--|op|el|
  9|1-1:1.4.0  | +P, current average, M0           |wU|SM|AM|--|--|--|--|--|
 10|1-1:2.4.0  | -P, current average, M0           |wU|SM|AM|--|--|--|--|--|
 11|1-1:1.6.0  | +P, maximum, M1                   |wU|SM|AM|wP|--|D1|op|el|
 12|1-1:2.6.0  | -P, maximum, M1                   |wU|SM|AM|wP|--|D1|op|el|
 13|1-1:1.8.0  | +A, Time integral 1, T0           |wU|SM|AM|wP|--|--|op|el|
 14|1-1:1.8.1  | +A, Time integral 1, T1           |wU|SM|AM|wP|--|--|op|el|
 15|1-1:1.8.2  | +A, Time integral 1, T2           |wU|SM|AM|wP|--|--|op|el|
 16|1-1:2.8.0  | -A, Time integral 1, T0           |wU|SM|AM|wP|--|--|op|el|
 17|1-1:3.8.0  | +R, Time integral 1, T0           |wU|SM|AM|wP|--|--|op|el|
 18|1-1:3.8.1  | +R, Time integral 1, T1           |wU|SM|AM|wP|--|--|op|el|
 19|1-1:3.8.2  | +R, Time integral 1, T2           |wU|SM|AM|wP|--|--|op|el|
 20|1-1:4.8.0  | -R, Time integral 1, T0           |wU|SM|AM|wP|--|--|op|el|
 21|1-1:0.9.1  | Current meter time                |--|SM|AM|--|--|--|op|el|
 22|1-1:0.9.2  | Current meter date                |--|SM|AM|--|--|--|op|el|
 23|1-1:31.7.0 | I, L1, total                      |wU|--|--|--|--|--|op|el|
 24|1-1:51.7.0 | I, L2, total                      |wU|--|--|--|--|--|op|el|
 25|1-1:71.7.0 | I, L3, total                      |wU|--|--|--|--|--|op|el|
 26|1-1:32.7.0 | U, L1, total                      |wU|--|--|--|--|--|op|el|
 27|1-1:52.7.0 | U, L2, total                      |wU|--|--|--|--|--|op|el|
 28|1-1:72.7.0 | U, L3, total                      |wU|--|--|--|--|--|op|el|
```

Фиг. 4 - Софтуерна визуализация на карта за програмиране на дисплея

Задачите, които изпълнява са таймер – време закъснител който се задейства чрез вход, свързан към фото-резистор включващ таймера.[10, 11]

При включване на устройството към напрежение, при понижен интензитет на светлината се задейства таймерът. След изтичане на време задръжката се включват оптроните, които дават на късо вторичната страна на токовите преобразуватели в електромера, служещи за измерване на консумирания ток от клиента.

При неправомерно отваряне на клемореда съществува защита, която позволява да се запамети евентуално събитие. Съгласно техническата документация грешка F.F.100010000 регистрира отваряне на клемна капачка.

Също така съществува хардуерна защита срещу достъп. Грешка F.F.1 00020000 не се визуализира на дисплея, но може да бъде прочетена чрез оптичен порт и цифров интерфейс. Това е видно от приложената по-долу разпечатана карта на програмиране на дисплея (фиг.4).

При правилно разчитане на регистрите в паметта може да бъде установен точният момент на възникнали събития.

При възникване на пожар с евентуална причина късо съединение е възможно да се проследи товаровият график и да се установи моментът на възникване на късото съединение. Електромерът записва в паметта си регистри, които със специализиран софтуер могат да се разчитат. При възникване на пожар и наличие на противопожарна система е възможно да се анализира кое събитие е настъпило първо – повишената консумация в следствие на късо съединение (първично късо съединение), което да

породи пожар или пожар и последващо късо съединение, следствие на пожара (вторично късо съединение).

AS1440 10LP Ch BD

Pos	Name	ID code [Original]	Value	Unit	Status	Time stamp
215	Reactive energy- Counter value total (Prevalue 00)	4.8.0*00	00000.000	kvarh		
216	current time	0.9.1	11:53:01			21.04.2020 11:53:01
217	current date	0.9.2	20-04-21			21.04.2020 11:53:01
218	L1 current Current value	31.7.0	0.000	A		
219	L2 current Current value	51.7.0	0.000	A		
220	L3 current Current value	71.7.0	0.000	A		
221	L1 voltage Current value	32.7.0	164.7	V		
222	L2 voltage Current value	52.7.0	236.5	V		
223	L3 voltage Current value	72.7.0	238.4	V		
224		C.71	01			
225		C.71*01	19-03-28,13:43,19-05-09,12:00			
226		C.71*02	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
227		C.71*03	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
228		C.71*04	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
229		C.71*05	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
230		C.71*06	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
231		C.71*07	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
232		C.71*08	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
233		C.71*09	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
234		C.71*10	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
235		C.72	00			
236		C.72*01	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
237		C.72*02	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
238		C.72*03	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
239		C.72*04	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			
240		C.72*05	00-00-00,00:00,00-00-00,00:00			

Display: Billing data HW 21.4.2020 г. 11:52:35

Фиг. 5 – Софтуерна визуализация от паметта на електромер, показващи отпадането на една от фазите

При изготвяне на една от съдебно-електротехническите експертизи, според изискана и предоставената информация от електроразпределително дружество, от паметта на електромера, относно часа на отпадането на една от фазите и регистрацията на събития, свързани с отклонения от нормалните технически параметри, се установи точният час на отпадане на електрозахранването на обекта. От анализа на предоставените данни от паметта на електромер марка „Honewell“, модел AS 1440 се вижда регистриране на събитие, свързано с рязкото спадане на напрежението на една от фазите (фиг. 5), което е ясна индикация за възникналото късо съединение [12]. Както и, че останалите две фази са останали под напрежение до момента, в който не е преустановено от техник на електроразпределителното дружество.

III. Установени резултати от извършването на експертизата

При първия вид експертизи от извършения анализ на софтуера се установява точният момент извършване на събитието, както и консумираната неотчетена електроенергия.

При втория вид експертизи и анализ софтуерно и хардуерно зададените условия се установява манипулиране на входните параметри, при които електромерът отчита некоректно.

При третия вид експертизи и анализ на софтуера се установява отпадане на едната фаза и период на асиметрично захранване на обекта, което води до авариен режим на работа на съоръженията.

Изводи:

Представените примери показват различни случаи, при които електротехническата експертиза изисква допълнителни знания в областта на компютърните архитектури, софтуерните системи и естествено електротехниката и енергетиката.

За да имат уменията и знанията за извършване на по-горе описаните експертизи, за експертите възниква необходимостта от обучения и запознаване с новите технологии.

Всички тези тенденции в развитието на начина на манипулиране изправят експертите в областта на електротехническите експертизи пред необходимостта от допълнителни обучения и запознаване с новите технологии. Функциите по организация на такива обучения може да бъде поета от подходяща браншова организация, която в заимодействие с образователни и научни институции да оказва методическа и обучителна помощ на действащите експерти.

Според добрите европейски практики експертите могат да бъдат физически или юридически лица (публични или частни лаборатории, университети и т.н.), при условие, че за последните, най-малко едно частно лице в рамките на юридическото лице е съдебен експерт и поема отговорността за доклада и доколкото организацията на юридическото лице гарантира независимостта на Експерта, който подписва доклада.[13]

При възприемане от българската юридическа система на тези принципи експертизата може да се изготвя от колектив от специалисти, които имат познания в различни сфери на науката и техниката. Това е един от начините да се отговори на предизвикателствата, поставени от съвременното развитие на технологиите, пред които се изправя съвременната електротехническа експертиза.

Литература:

[1]. МЕТОДИКА за определяне на цените на електрическата енергия на доставчика от последна инстанция, Издадена от председателя на Комисията за енергийно и водно регулиране, обн., ДВ, бр. 60 от 20.07.2021 г., в сила от 1.08.2021 г.

[2]. Сейменлийски К. Д., Електротехнически фактори влияещи върху себестойността и цената на електрическата енергия, ISBN 978-954-760-244-1, Колор Принт, Варна 2011 г.

[3]. Silvija Letskovska, Kamen Seymenliyski, Renewable Energy Sources and Pricing of Electrical Power, Journal of Energy and Power Engineering is published monthly in hard copy (ISSN1934-8975) and online (ISSN 1934-7367) by David Publishing Company, US, 2014.

[4]. Мишо Мацанков, Стоян Петров, Study of voltage in the nodes for one-contur network with decentralized sources, БСУ - Годишник, Том XLI, ISSN: 1311-221X, 2020, стр. 75-79.

[5]. Silviya Letskovska, Kamen Seymenliyski, Study The Performance Characteristics Of Power Systems With Photovoltaic Power Plants, Списание „Компютърни науки и комуникации”, Том 5, No 4(2016), ISBN 978-619-7126-57-0.

[6]. Radoslav Simionov, Експертизи при манипулации на средства за търговско мерене в сградни енергийни системи, Списание „Компютърни науки и комуникации”, Том 9, No1 (2020), БСУ, Бургас, стр. 85-92, ISSN 1314-7846.

[7]. Kamen D. Seymenliyski, Pavlik R. Rahnev, Silvija A.Letskovska, Tzanko T. Zanev, Interaction processes of converters with power network, XXXVII International

Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, October 2-4, 2002, Faculty of Electronic Engineering, Nis, Yugoslavia, Proceedings of Papers, p.393-394, ISBN 86-80135-69-0.

[8]. K. Seimenliyski, T. Zanev, P.Rahnev, S. Letskovska, M. Uscheva, The influence of power converters built with power semiconductor devices on the quality of the electrical energy, XXXIX International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, 16–19 june, 2004, Bitola, Makedonia, ISBN: 9989-786-38-0, Proceedings of Papers p. 799-803, Printed by: MIKENA, Bitola, Macedonia.

[9]. Мацанков М., М. Иванова, Сравнение на методите за експертиза при прогнозиране на електрическите товари, Известия на ТУ – Сливен, № 2, 2019 г. ISSN 1312-3920, стр. 15 – 18 Неделчева С. М.Мацанков, Факторно моделиране при оценка на загубите на електроенергия в разпределителни мрежи за средно напрежение Известия на ТУ-Сливен, №3, 2011 г. ISSN1312-3920, стр. 37 – 42.

[10]. Камен Сейменлийски, Силвия Лецковска, Стоянка Моллова, Образуване на цените на електрическата енергия в България, Юбилейна НК - 10 години от създаването на НВУ„Васил Левски”, 2012, том 8, ISBN 978-954-753-095-9, стр. 82-91, Издателски комплекс на НВУ „В. Левски“.

[11]. Долчинков Р., Образованието и обучението по CAD системи в университетите – НК с МУ на БСУ, том трети, ISBN 978-954-9370-63-8, стр. 233-236, 2008.

[12]. Лецковска, С., С. Стоянов, Научни и методологични основи на съдебно-алистичната експертиза, Списание „Компютърни науки и комуникации”, Том 9, No1 (2020), БСУ, Бургас, стр. 56-84, ISSN 1314-7846.

[13]. Ръководство за добри практики в областта на съдебната експертиза в гражданското производство в Европейския съюз, ЕНПЕ Европейски наръчник за правна експертиза, ЕИЕЕ, октомври 2015 г.