

Design of Stimulation Device of Biological Active Points using 555 Timer

G.A. Gafarov, S.E. Valehov

Azerbaijan Technical University (H. Javid ave. 25, Baku, AZ 1073, Azerbaijan)

For correspondence:

Gafarov Gadir / e-mail: gadir.gafarov@aztu.edu.az

Abstract

Biologically active points as a method of non-traditional medical procedures and diagnostics, as well as being used for therapeutic purposes. Although this method has become the subject of mass research, a complete theory of the method has not yet been formed. The initial problem is related to the mechanism of action of biologically active points. Based on research, we can say that there are two approaches to explaining the mechanism of action. One is based on Chinese philosophy and the other on Western thought. One of the unexplored areas of biologically active points research is its application as a diagnostic tool. Biological structures are electrostimulated for therapeutic purposes. Stimulation can be performed through signals of different shapes and different parameters. However, if we are talking about the correct and effective stimulus, then the form and parameters of the stimulation signal must be clearly defined. One of the most promising and new treatment methods of modern electrostimulation is treatment with rhythmic (pulsed, trapezoidal, exponential) currents. The indicators of such rhythmic currents should be determined to correspond to the physiological rhythm of the working biological system. The article discusses the design of a pulse device in the 555 digital timer to excite BAPs. Strong pulses are obtained due to the stability of the chip, so it is recommended to use it in the design of the device to influence BAPs.

Keywords: *biologically active points, pulse device, stimulation, 555 timer, square wave.*

DOI: 10.52171/2076-0515_2021_13_04_113_120

For citation:

Gafarov G.A., Valehov S.E.

[Design of stimulation device of biological active points using 555 timer]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 113-120 (in Azerbaijani)

555 taymeri üzərində bioloji aktiv nöqtələrə təsir qurğusunun layihələndirilməsi

Q.A. Qafarov, S.E. Valehov

Azərbaycan Texniki Universiteti (H.Cavid pr. 25, Bakı, AZ 1073, Azərbaycan)

Yazışma üçün:

Qafarov Qadir / e-mail: gadir.gafarov@aztu.edu.az

Xülasə

Məqalədə BAN-ları stimullaşdırmaq məqsədilə 555 rəqəmsal taymeri üzərində təsir qurğusunun layihələndirilməsinə nəzər yetirilmişdir. Mikrosxemin stabilliyi nəticəsində sərt impulsar əldə olunduğu üçün BAN-lara təsir qurğusunun layihələndirilməsində istifadəsi məsləhət görülmüşdür.

Açar sözlər: bioloji aktiv nöqtələr, təsir qurğusu, stimulyasiya, 555 taymer, düzbucaqlı impuls siqnalları.

DOI: 10.52171/2076-0515_2021_13_04_113_120

УДК 612.089

Проектирование устройства стимуляции биологически активных точек с таймером 555

Г.А. Гафаров, С.Э. Валехов

Азербайджанский технический университет (пр. Г. Джавида, 25, Баку, AZ 1073, Азербайджан)

Для переписки:

Гафаров Гадир / e-mail: gadir.gafarov@aztu.edu.az

Аннотация

В статье рассматривается конструкция импульсного устройства цифрового таймера 555 для возбуждения БАТ. Сильные импульсы получаются благодаря стабильности микросхемы, поэтому рекомендуется использовать ее в конструкции устройства для воздействия на БАТ.

Ключевые слова: биологически активные точки, импульсный аппарат, стимуляция, таймер 555, меандр.

Bioloji aktiv nöqtələr

Qeyri-ənənəvi tibbi üsul kimi bioloji aktiv nöqtələr diaqnostika və terapeutik məqsədlər üçün istifadə olunur. Bu metod kütləvi araşdırma predmetinə çevrilsə də, hələ metodun tam nəzəriyyəsi formalaşmamışdır. İlk problem bioloji aktiv nöqtələrin təsir mexanizmi ilə əlaqədardır. Aparılmış tədqiqatlara əsasən bioloji aktiv nöqtələrə təsir mexanizmini izah etmək üçün iki yanaşma olduğunu söyləyə bilərik. Biri Çin fəlsəfəsinə, digəri isə Qərb düşüncəsinə əsaslanır. Bioloji aktiv nöqtələrin tədqiqat üsulları arasında tam öyrənilməmiş istiqamətlərindən biri də bu nöqtələrin diaqnostik vasitə kimi tətbiqidir. Bioloji strukturlar terapeutik məqsədlər üçün elektrostimulyasiyaya məruz qalır. Stimulyasiya müxtəlif formalı və müxtəlif parametrlili siqnallar vasitəsilə həyata keçirilə bilər. Lakin burada düzgün və effektiv stimulyasiyadan söhbət gedirsə, onda stimulyasiya siqnalının forması və parametrləri dəqiq müəyyən edilməlidir. Müasir elektrostimulyasiyanın perspektivli və ən yeni müalicə üsullarından biri ritmiki (impuls, trapesiyavari, eksponensial) cərəyanlar vasitəsilə müalicədir. Belə ritmiki cərəyanların göstəriciləri elə təyin edilməlidir ki, fəaliyyətdə olan bioloji sistemin fizioloji ritminə uyğun olsun.

Qədim tarixə malik qeyri-ənənəvi müalicə üsulu olan bioloji aktiv nöqtələrə (BAN) təsirlə müalicə günümüzdə də tətbiq edilir. Bu müalicə metodunun geniş istifadə edilməsində əsas səbəblərdən biri tibbin şüarına çevrilən “xəstəliyi deyil, xəstə orqanı müalicə etməliyik” fikrini tam olaraq əhatə etməsidir. Belə ki, qeyd edilən nöqtələrə fiziki amillərin köməyi ilə stimullaşdırıcı təsir göstərilən zaman sinir sistemi vasitəsilə zəif (xəstə) orqanlar dolayı yolla qıcıqlandırılır [3].

Tarixi başlanğıcı qədim Tibetdə götürülən bioloji aktiv nöqtələr eyni zamanda aku-

punktur nöqtələr olaraq da adlandırılır (akusiyinə, punktura-nöqtə). Bu nöqtələrin təyin edilməsində xüsusi atlaslardan istifadə edilərək nöqtənin yeri təyin edilir [1, 2, 10].

Müalicənin təsir mexanizmini izah edən bir çox nəzəriyyələr mövcuddur: kapilyar, embrioloji, atom partlayışı, bioelektrik. Adları çəkilən nəzəriyyələr qərb nəzəriyyələridir. Elektrolitik dissosiasiya nəzəriyyəsi müalicənin təsir mexanizminin izahatında mühüm rol oynayır. Şərq təbabətində təsir mexanizminin açıqlamasını Doasizm nəzəriyyəsi təşkil edir. Bioloji aktiv nöqtələrlə müalicə təbabətin şüarı olan “xəstəliyi yox, xəstəni müalicə etməli və orqanizmə heç bir yan təsir verməməlidir” prinsipinə tam cavab verir. Bioloji aktiv nöqtələrə təsir məqsədi ilə qeyd olunan üsullardan istifadə edilir: iynəbatırma, dağlama (maksoterapiya), vakum masajı, lazerpunktura, farmopunktura, nöqtə masajı elektropunktura [9].

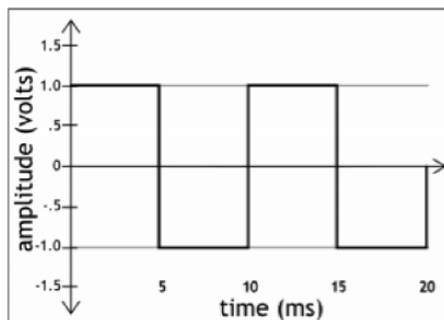
BAN-lara müxtəlif növlü elektrik cərəyanlar vasitəsilə elektroterapeutik təsir ən çox istifadə olunan təsir üsuludur. 1825-ci ildə fransız alim Sarlandjer bu haqda ilk məlumatı vermişdir. Sarlandjer çox sadə yolla bədənə yeridilmiş metal iynələrə elektrik cərəyanı vermişdir və nəticədə analgeziya (ağrıkəsici təsir) törətmişdir [9].

Hal-hazırda bu metod geniş tətbiq edilir. Kiçik ölçülü elektrodlarla kiçik amplitudlu müxtəlif formalı elektrik qıcıqları bioloji aktiv nöqtələrin köməyi ilə dərinin dərin qatlarına təsir göstərir [2, 4, 7]. Bu tip cərəyanlar bioloji aktiv nöqtələrə təsir göstərməklə sinir ötürücülərində oyanma yaradır, bu da toxumalarda funksional dəyişikliklər yaradır. Müasir elektrostimulyasiyanın perspektivli və ən yeni müalicə üsullarından biri ritmiki (impuls, trapesiyavari, eksponensial) cərəyanlar vasitəsilə müalicədir [3]. Belə ritmiki cərəyanların göstəriciləri elə təyin edilməlidir ki, fəaliyyətdə

olan bioloji sistemin fizioloji ritminə uyğun olsun. Bu göstəricilər düzgün təyin edilməzsə, ritmiki cərəyan qeyri-adekvat qıcıqlanma yaradır [5]. İmpulslar hüceyrələrdən keçərkən fizioloji reaksiya-elektrodların yerləşdiyi nahiyyədə əzələlərin yığılması baş verir [3, 6, 8].

İmpuls siqnalları

Düzbucaqlı impuls siqnalları sinusoidal olmayan periodik siqnal formasıdır. Burada amplitud minimum və maksimum qiymətlər arasında keçid edərək müəyyən bir tezliyə sahib olurlar (şək. 1).



Şəkil 1 – Düzbucaqlı impuls siqnalı
Figure 1 – Rectangular pulse signal

Düzbucaqlı impuls siqnallara, əsasən, rəqəmsal açar dövrlərində rast gəlinir və təbii olaraq ikili (iki səviyyəli) məntiq cihazları tərəfindən yaradılır.

Stoxastik ekvivalenti iki mərhələli trayektoriyadır. Bir məntiqi səviyyədən digər məntiqi səviyyəyə keçidlər sürətli baş verdiyi üçün zaman dövrlərində və ya takt siqnalları olaraq istifadə imkanını yaratmışdır. Tezlikdən qrafikindən göründüyü kimi düzbucaqlı impuls siqnallar çox müxtəlif harmonikalara sahibdirlər. Düzbucaqlı impuls siqnallarını riyazi olaraq aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik.

Periodik bir funksiya işarə funksiyası olaraq da adlandırıla bilər, misal kimi, sinusoidal funksiyanı götürə bilərik.

$$x(t) = \text{sgn}(\sin[t]) \quad (1)$$

$$x(t) = \text{sgn}(\cos[t]) \quad (2)$$

Sinusoidal siqnalın müsbət yarımperi-odunda müsbət birə bərabər, mənfi yarımperi-odunda mənfi birə, fasilə anlarını isə sıfıra bərabər götürsək,

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \Pi(t - nT) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} (u[t - nT + \frac{1}{2}] - [t - nT - \frac{1}{2}]) \quad (3)$$

“Duty cycle” 50%-ə bərabər olduqda, T parametri ikiyə bərabər olar. Onda hibrid formada aşağıdakı bərabərliyi əldə edirik.

$$x(t) = \begin{cases} 1, & |t| < T_1 \\ 0, & T_1 < |t| \leq \frac{1}{2}T \end{cases} \quad (4)$$

Beləliklə, aşağıdakı ifadəni əldə edirik.

$$x(t + T) = x(t) \quad (5)$$

p periodu və a amplitudu sinus və cosekans ilə ifadə edək.

$$y(x) = a \cdot \csc\left(\frac{2\pi}{p}\right) \left| \sin\left(\frac{2\pi}{p}\right) \right| \quad (6)$$

Floor funksiyaşından istifadə edərək iki üsulla düzbucaqlı impuls siqnalının riyazi ifadəsini əldə edə bilərik. Birbaşa üsulla,

$$y(x) = m(2 \lfloor vx \rfloor) - 2 \lfloor vx \rfloor + 1 \quad (7)$$

Dolay üsulla,

$$y(x) = m(-1)^{\lfloor vx \rfloor} \quad (8)$$

Burada m – düzbucaqlı impulsun maksimal qiyməti, v – isə tezlik qiymətidir.

$$\text{Qeyd: } y = a \tan \sin x + a \cot \sin x$$

555 taymeri

NE555 integral mikrosxemi (İMS) müasir mikroelektronikanın son nailiyyətlərindəndir. Belə ki, Signetics Corp tərəfindən ilk dəfə istehsal edilmişdir. NE555 integral mikrosxemi 25 tranzistor, 2 diod, 15 rezistor və ətrafında plastik qoruyucu ilə əhatələnmiş 8 pinli (çıxışlı) sxemdir. Bu qurğuda NE555 İMS seçilməsində əsas səbəblər aşağıdakılardır [11, 12].

Bu sxem vasitəsi ilə qurulan rəqəmli generatorlar effektiv metroloji xassələrə malikdir; Tezliyin yüksək quraşdırılma dəqiqliyi və

stabilitiyi; Kiçik təhrif əmsalına malik olması; Çıxış signalının stabilliyi; Düzbucaqlı formalı signalın asan alınması; Çıxışda böyük cərəyanın alınması (200mA); Az enerji tələb etməsi; Kontruksiyaşının sadəliyi; İqtisadi cəhətdən səmərəliliyi.

Qeyd edilən səbəbləri nəzərə alaraq bu qurğunun generator blokunu NE555 əsasında qurulması qəbul edilmişdir.

555 taymeri daxilində funksional olaraq 2 ədəd əməliyyat gücləndiricisi üzərində qurulmuş komparator dövrəsindən, Set-Reset triggerindən (Flib-Flob) və bir ədəd n-p-n tipli tranzistor dövrəsindən ibarətdir. Dövrənin daxilində üç ədəd eyni qiymətli rezistor yerləşdirilmişdir.

Cədvəl 1 – Mikrosxemin funksional çıxışları

Table 1 – Functional outputs of the chip

Pinlər	Status	Funksiya
GND	Ümumi	Qida mənbəyinin “-“ qütbü
TRIG	İşəburaxma girişi	Bu çıxışda gərginliyin qiyməti CTRL-dəki gərginlikdən 2 dəfə az olduqda sxemin çıxışında yüksək gərginlik səviyyəsi alınır. Bu girişdə yerləşdirilmiş komparatorun çıxışda məntiqi vahid signalının formalaşması ilə birlikdə vaxtın sayılması başlayır.
OUT	Çıxış	Bu çıxışda gərginlik formalaşır, o da təqribən GND-yə uyğun gəlir və Vcc çıxışından 1.5 V olur. Bu da taymerin vəziyyətindən asılı deyildir.
RESET	Sxemi başlanğıc vəziyyətinə gətirmək	Həmin girişə 0.7V-dan az olan gərginlik verdikdə sxemin çıxışında aşağı səviyyə alınmış olur. Bu işə girişlərin vəziyyətindən asılı deyildir, yəni həmin giriş daha çox prolitetə malik olur. Başqa sözlə qeyd olunan girişdəki gərginlik taymeri işə salmağa icazə verir. Əks halda işə salma qadağan olunur. Taymerin işə qoşulmamasını təmin etmək üçün bu giriş qida mənbəyinin müsbət qütbünə birləşdirilməlidir.
CTRL	İdarəetmə girişi (bölücüyə nəzarət girişi)	Sxemin daxili bölücüsünə qida mənbəyi gərginliyi qoşulur. Çıxış signalı olmadığı halda bölücüdə $\frac{2}{3} V_{cc}$ gərginlik olur və buda komparatoru aktiv vəziyyətə gətirir. Bu gərginlik işəsalma və dayanmanın astanasını təşkil edir.
THR	Dayanma	Əgər bu çıxışda gərginlik CTRL çıxışından çox olarsa onda çıxışda aşağı səviyyəli gərginlik formalaşır və bu zaman interval qurulmuş olur. Əgər TRIG girişində dayanma yaranarsa onda işə salma signalı gəlmir.
DİS	Dolma vəziyyətini göstərir.	Açıq kollektorlu çıxışda zaman yaradan kondensatorun dalması istifadə olunur ki, buda intervallar arasında baş verir. Bu çıxış vəziyyəti əsas çıxış olan OUT kimi təkrarlanır. Ona görə bu iki çıxış paralel qoşulur ki, taymerin yüklənmə qabiliyyəti artmış olsun.
Vcc	Qida	Sxemi qidanlandırmaq üçün bu çıxışdan istifadə olunur. Əsasən sxem +4.5.....+18V diapazonunda gərginliklə qidalanır.

Müqavimətlərin komparatorla əlaqələndirildiyi nöqtələrdə $\frac{1}{3} V_{cc}$ və $\frac{2}{3} V_{cc}$ gərginlik yaranır. Yuxarıdakı komparatorun invers girişinə $\frac{2}{3} V_{cc}$ gərginlik, aşağıdakı komparatorun qeyri invers girişinə $\frac{1}{3} V_{cc}$ gərginlik tətbiq olunur. Triggerin Set (S) girişinə məntiqi vahid tətbiq olunduqda, Q (RS triggerinin düz çıxışı) çıxışında məntiqi vahid formalaşır. Reset (R) girişinə məntiqi vahid verilsə, $\bar{Q}$ (RS triggerinin invers çıxışı) çıxışında məntiqi yuxarı səviyyə formalaşır. 555 taymerinin pinlərinin izahı aşağıdakı cədvəl 1-də verilmişdir. Triggerin invers çıxışı npn tranzistorunun bazasına birləşdirilmişdir. Belə ki, triggerin invers çıxışında məntiqi vahid formalaşanda tranzistor açılır və kondensatorun tranzistor dövrəsi vasitəsilə boşalmasını təmin etmək üçün “Discharge” çıxışı tormağa birləşdirilməlidir. Təsir qurğusundan hazır olan siqnalın parametrlərini əsasən “TRG” və “THR” çıxışlarına qoşulmuş kondensator dolub-boşalması ilə müəyyən olunur. Şəkil 2-də kondensatorun elektrodları arasındakı gərginlik dəyişməsi göstərilmişdir. Kondensator $\frac{1}{3} V_{cc}$ -dən $\frac{2}{3} V_{cc}$ -dək dolarkən Threshold (6)-da yaranan gərginlik aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur.

$$V_{TH} = V_{cc} \left[1 - e^{-t/(R_1+R_2)C} \right] + \frac{V_{cc}}{3} \quad (9)$$

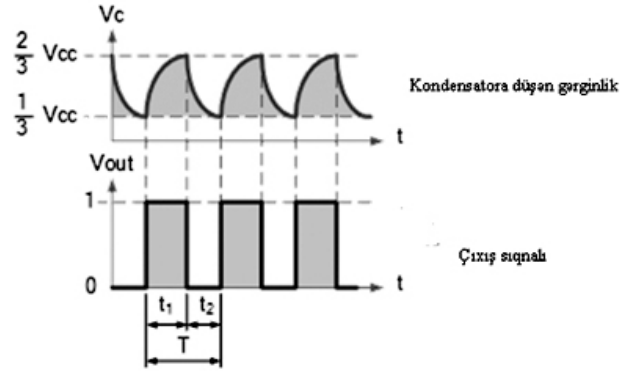
və ya

$$V_{TH} = V_{cc} \left[1 - \frac{2}{3} e^{-t/(R_1+R_2)C} \right] \quad (10)$$

Kondensatorun çıxışları arasındakı gərginlik $\frac{2}{3} V_{cc}$ olduqda kondensatorun dolması prosesi başa çatır və buna uyğun olaraq Threshold girişində yaranan gərginlik

$$V_{TH} = \frac{2}{3} V_{cc} \quad (11)$$

ifadəsilə təyin olunacaqdır.



Şəkil 2 – Kondensatorun dolma-boşalma qrafiki
Figure 2 – Graph of charge and discharge of a capacitor

(11) ifadəsini (10) ifadəsində yerinə yazsaq, aşağıdakı nəticəni almaq olar:

$$\frac{2}{3} V_{cc} = V_{cc} \left[1 - \frac{2}{3} e^{-t/(R_1+R_2)C} \right] \quad (12)$$

(12) ifadəsində sadələşdirmələr aparsaq, aşağıdakı nəticə alınar:

$$t = (R_1 + R_2)C \ln 2 \quad (13)$$

və ya

$$t = 0.693(R_1 + R_2)C \quad (14)$$

Kondensator dolmağa başlayan zaman dövrənin çıxışında (mikrosxemin Out çıxışında) məntiqi vahid olduğu üçün hasil edilən siqnalın (düzbucaqlı impulsun) davamətmə müddəti aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$T_{dav} = 0.693(R_1 + R_2)C \quad (15)$$

Kondensator boşalmağa başlayarkən tranzistor açılır və kondensatorun boşalmasını təmin etmək üçün kondensator ilə R2 rezistoru torpaq xətti ilə əlaqələndirilmişdir.

Buna görə də kondensator R2 rezistoru vasitəsilə boşalacaqdır. Beləliklə kondensatorun boşalan zaman “Threshold” çıxışda yaranan gərginlik aşağıdakı ifadə ilə təyin olunacaqdır:

$$V_{TH} = \frac{2}{3} V_{cc} e^{-t/R_2C} \quad (16)$$

Boşalma gərginliyi $\frac{2}{3} V_{cc}$ olduğu anda (16) ifadəsi aşağıdakı ifadə ilə yazmaq olar.

$$\frac{1}{3}V_{cc} = \frac{2}{3}V_{cc}e^{-t/R_2C} \quad (17)$$

(17) ifadəsində uyğun olaraq sadələşdirmələr aparıb t müddətini tapmaq.

$$t = R_2C \ln 2 \quad (18)$$

və ya

$$t = 0.693R_2C \quad (19)$$

olaraq təyin olunur.

Kondensatorun boşalma müddəti uyğun olaraq formalaşan impulsun fasilə müddətinə bərabərdir. Onda aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$T_{fasilə} = 0.693 R_2C \quad (20)$$

(14) və (20) ifadələri vasitəsilə hasil olan düzbucaqlı impulsun parametrlərini hesablamaq olar. Beləliklə, stabil dövrənin periodunu və tezliyini aşağıdakı ifadələr vasitəsilə hesablamaq olar:

$$T_{period} = T_{dolma} + T_{fasilə} \quad (21)$$

(21) ifadəsində (15) və (10) ifadələrini yazsaq, onda aşağıdakı bərabərlik alınacaqdır.

$$T_{period} = 0.693(R_1 + 2R_2)C \quad (22)$$

Period məlum olduğuna görə tezliyi də təyin etmək mümkündür.

$$f = \frac{1}{T_{period}} = \frac{1}{T_{dolma} + T_{fasilə}} = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C} \quad (23)$$

Yuxarıdakı düsturlardan istifadə edərək istənilən period və tezlikdə düzbucaqlı impuls hasil etmək mümkündür. Layihələndirilən generator tədqiqat məsələlərini həll etmək üçün nəzərdə tutulduğundan impulsun fasilə davam etmə müddətlərini idarə etmək üçün R_1 və R_2 rezistorları potensimərlə əvəz edilmişdir. Bunun nəticəsində impulsun davam etmə və fasilə müddətləri dəyişdirilərək bioloji aktiv nöqtələr üzərindəki təsirlərinin araşdırılması əsas məqsədimizdir.

Eyni zamanda tədqiqat generatoru müxtəlif tezliklərdə işləyir (əsasən dörd tezlik

spektri). Əgər bir tezliyi dəyişmək (idarə etmək) tələb olunursa, ya rezistorların, ya da kondensatorun nominal qiymətinin dəyişdirilməsi kifayətdir. R_1 və R_2 rezistorlarını sabit saxlayıb kondensatorun qiymətini dəyişsək, hesablamalar sadələşəcəkdir. Generatorda $R_1 = 1 k\Omega$ və $R_2 = 68 k\Omega$ (R_1 qiyməti R_2 qiymətində çox çox böyük götürülməlidir) qiymətləri seçilmişdir (şəx. 3).



Şəkil 3 – Generatorun çıxışında əldə olunan siqnalların ossilloqrafik təsvirləri

Figure 3 – Oscillographic images of the signals obtained at the output of the generator

Nəticə

Bioloji aktiv nöqtələrə (BAN) təsir qurğusu elektrodlar vasitəsilə kəskin və xroniki ağrıları müalicə etmək məqsədilə müəyyən tezlikli və amplitudalı siqnallarla periferik sinir sistemini qıcıqlandıran cihazdır. Batareya vasitəsilə qidalanan BAN-lara təsir qurğusu amplitud və tezlik modulyasiyası imkanına malik olaraq layihələndirilmişdir. Tezlik modulyasiyası vasitəsilə təsir qurğusunda iki işçi tezlik müəyyən edilmişdir: aşağı tezlik diapazonu (<10 Hz), yuxarı tezlik diapazonu (>50 Hz). Məqalədə baxılan BAN-lara təsir qurğusu 555 taymeri üzərində layihələndirilən düzbucaqlı impuls generatorudur. Generatorda generasiya

şərtinin ödənməsi üçün sxemdə elementlər seçilmiş və onların hesabı aparılmışdır. Faza şərtinin ödənməsi üçün mikrosxemin girişi ilə çıxışı arasında RC dövrəsinin əks əlaqə dövrəsinin fazalar fərqi 180^0 olmalıdır. Bu şərt mikrosxemin daxilində olan tranzistorla çıxışdakı elementlərlə yaradılmış əks əlaqə dövrəsi vasitəsilə həyata keçirilir. Mikrosxe-

min sabilliyi nəticəsində sərt impulsların əldə olunduğu üçün BAN-lara təsir qurğusunun layihələndirilməsində istifadəsi məsləhət görülmüşdür. İmpuls siqnalların terapevtik təsir məqsədilə seçilməsində əsas səbəb həmin siqnalların istənilən tezliyinin bədəndə daha effektiv formada yayılmasıdır.

REFERENCES

1. **Gafarov G.A.** Acupuncture research methods // *Journal of Applied Biotechnology and Bioengineering*: 2020; 7(6): 276–278. (in English)
2. **Gafarov G.A., Valehov S.E.** Transcutaneous electrical nerve stimulation // *New of Azerbaijan Higher Technical Educational Institutions*. Vol. 23, №2 (2021), 47-49. (in Azerbaijani)
3. NIH Public Access, Curr Rheumatol Rep. Effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Treatment of Hyperalgesia and Pain. Published in final edited form as: Curr Rheumatol Rep. 2008 December; 10(6): 492–499. (in English)
4. **Somers DL, Clemente FR.** Transcutaneous electrical nerve stimulation for the management of neuropathic pain: the effects of frequency and electrode position on prevention of allodynia in a rat model of complex regional pain syndrome type II. Phys. Ther. 2006; 86:698–709. [PubMed: 16649893]. (in English)
5. **Ahn AC, Schnyer R, Conboy L, Laufer MR, Wayne PM.** Electrodermal measures of Jing-Well points and their clinical relevance in endometriosis-related chronic pelvic pain. J Altern Complement Med. 2009; 15(12):1293–1305. (in English)
6. **Zhang ZJ, Wang XM, McAlonan GM.** Neural acupuncture unit: A new concept for interpreting effects and mechanisms of acupuncture. Evid Based Complement Alternat Med. 2012:429412. (in English)
7. **Korenevskij N.A., Popcitatelev E.P., Seregin S.P.** Medicinskie pribory, apparaty, sistemy i komplekxy. Kursk. 2009, s.983 (in Russian)
8. **Lupichev N.L.** Elektropunktturnaya diagnostika, Gomeoterapiya i Fenomen Dalinodestviya. – 130 s. (in Russian)
9. **Kucenko V.P., Skripnik Yu.A., Tregubov N.F., Shevchenko K.L.** Novyj podhod k elektropunktturnoj diagnostike. 2010, s.119-123. (in Russian)
10. **Əliyev T.A., Qafarov Q.A., Əhmədova D.O.** Qeyri-Ənənəvi Tibbi Üsulun Vasitələr // *AzTU-nun Elmi Əsərləri*, №2, 2018, s. 267-270. (in Azerbaijani)
11. **Əliyev T.A., Qafarov Q.A.** Ümummilli Liderin 95 illiyinə həsr edilmiş “Gənclər və Elmi İnovasiyalar” adlı Respublika Elmi-texniki konfransı, Bioloji aktiv nöqtələrə təsir qurğusu”. Bakı 2018, s. 267-269. (in Azerbaijani)
12. **Əliyev T.A., Qafarov Q.A.** Azərbaycan Respublikasının Ümumimilli Lideri Heydər Əliyevin 94 illiyinə həsr olunmuş “Gənclər və Elmi İnovasiyalar” adlı Respublika elmi-texniki konfransı “Bioloji aktiv nöqtələrin lokallaşdırılması”. Bakı 2017, s.180-182. (in Azerbaijani).

Daxil olub: 14.06.2021
Tamamlanıb: 14.12.2021
Qəbul edilib: 20.12.2021