211.3411.411.5.912. 9.65.6149.305.55.64 ЦАЦАБЕРИЗЬ 55.454ЦАВР ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЯ ССР

Зырыныцай филир. актии XXXVIII, № 6, 1985 Серія технических наук

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

В. В. АЛЕКСЕЕВСКИЯ, С. Н. ГРИГОРЯН, Т. Я. СВЕТ, Р. Е. АКОНЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ РОТОРОВ КРУПНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Одной из важных задач при днагностике роторов крупных электрических машин является передача без искажений данных измерения его контрольных параметров. До последнего времени вывод информации с вращающегося ротора осуществлялся через контактные кольца, которые чедолговечны в эксплуатании и создают высокий уровень помех в каналах передачи сигналов, вызванный искрением щеток. Указанные недостатки привели к появлению раднотелемстрических систем (РТС), широкое использование которых, в свою очередь, сдерживается относительно большими габаритами антенно-фидерниго устройства, ноявлеикем сдвигов несущей частоты, наличием интерференционных помех, а также чувствительностью радиоканала к радиономехам от самой элекгрической машины. В некоторых РТС, благодаря специальным схемным и конструктивным решениям [1], удается устранить большинство отмеченных недостатков, по реализация этих решений приводит к усложнению РТС в целом, что отрицательно сказывается на ее надежности и ремонтопригодности.

Недостатки и ограничения, свойственные передаче информации по РТС, могут быть принципиально исключены, если для этой цели использовать оптический канал, который не является источником помех и, в свою очередь, не воспринимает радиопомехи. В качестве преобразователя передаваемого с ротора электрического сигнала в световые импульсы целесообразно использовать светоизлучающие диолы (СД) лифрахрасного диапазона [2], а в качестве приемников излучения — *p-i-n* фотодиоды [3].

Классическая схема оптического канала с расположением источника света на торце вала ротора, а фотоприемника — по лични ося врашення ротора, нанболее простая, однако область се применения в реальных машанах ограничена возможностью прохождения монтажных проводов к СД вдоль вала, через жонтактные кольца или подшинниковый узел. Поэтому был предложен ряд способов для выполнения этого канала с проходной части вала при помощи нескольких светоднодов, устанавливаемых по окружности вала [4]. При малых раднусах вала ротора светоизлучающие дноды располасаются по окружности таким образом, чтобы ось диаграммы направленности (ДН) излучения СД совнадала с продолжением раднуса, а фотоприемник был бы иерпендикулярен к продолжению этого раднуса



Рис 1. Варианты расположения светодиолов и фотоприемниха на проходной части вала ротора: $a = ---0 = \pi/2;$ $b = ---0 < 0 < \pi/2;$ (рис. 1). При этом ось ДН пернендикулярна касательной окружности вала ($\theta = \pi/2$), а количество СД или фотоприемников, необходимых для обеспечения непрерывного действия канала передача, невелико. В крупных электрических маншина», когда радиус вала достигает значения 0,3-0,6 м, необходимое количество СД резко возрастает. Поэтому для HHX предлагается новое расположение СД и приемной оптической актенны (ОА) (рис. 16). В этом варнанте ОА располагается перпендикулярно касательной к валу рогора, а СД размещены по окружности вала, наклонно к касательной так, что ось ДН образует с ней некоторый угол (0<0<*/2). Такое расположение позволяет при повороте вала машины на утол а получить меньшее изменение угла между осью ДН и

осью ОА, благодаря чему расширяется зона действия отдельного СД.

Для обеспечения высокой чунствительности и непрерывности действия нового оптического канала необходимо рассчитать надающую на ОА мощность P от отдельного СД в заинсимости от угла поворота вала α . Зная зависимость $P(\alpha)$, можно оптимально «состыковать» СД и обосновать выбор оптических детекторов, которые чувствительны к мощности (интенсивности) принимаемого излучения.

Чаще всего при аналитических расчетах ДН излучения СД приближению анпроксимируют по косинусоплальному закону [2]. Для СД инфракрасного дианазона такое допущение приводит к большим расхождениям с реальной ЦН. В данном случае наиболее целесообразной является анпроксимация по формуле вида:

$$P = e^{-(2^{n}+1^{n})/k^{n}}.$$
 (1)

гло в и у — численные значения угловых координат на ДН СД; k — коэффициент, влияющий на ширину лепестка ДН СД.

Графически расчетная модель предложенного оптического канала представлена в виде проекции на плоскость перпеидикулярно налу ротора (рис. 2а) и для пространственного положения оптической присмной антенны (рис. 26), где α — раднус и угол поворота вала ротора; L — расстояние между ОА в СД при $\alpha = 0$; r_n — раанус ОА. Из геометрических построений на рис. 2 можно определить горизонтальный угол охната 2 β_n , вертикальный угол полуохвата и угол и смещения оси ДИ относительно ОА при повороте вала ни α . Углы β_0 и γ_0 , опрделяют телесный угол (область S в развернутом виде на рис. 3), который вклинивается в ДН СД



Рис. 2. Расчетная модель оптического канала.

Суммарная мощность, падающая на приемную площадь ОА в полярных координатах, гле полюс О совпадает с точкой нахождения СД, а полярная ось ОХ направлена по раднусу нала, определяется как

$$P = A \iint_{S} r e^{-r^{*}/k^{*}} d\varphi dr, \qquad (2)$$

где $r^2 = \beta^2 + \tau^2$; A — коэффициент пропорциональности.

Для нахождення коэффициента А рассчитаем всю излучаемую СД мощность P_a и приравняем ее к единичной мошности

Тогда

$$P_{0} = A \int_{0}^{2\pi} \int_{0}^{\pi} r \cdot e^{-r^{0}/k^{2}} d\tau \cdot dr = A \cdot k^{2} \cdot \pi = 1, \qquad (8)$$

отку да

$$A = 1/k^{\alpha} \tag{4}$$

3-1224

33

С учетом (4) формула (2) для любой приемной области принимает вид:

$$P = \frac{1}{k^{2} \cdot \pi} \int_{q_{1}}^{q_{2}} \int_{r_{1}}^{r_{2}} r \cdot e^{-r^{2}/k^{2}} d\varphi \cdot dr = -\frac{1}{2\pi} \int_{q_{1}}^{q_{2}} \left(e^{-r^{2}/k^{2}} \left| \frac{r_{q}(\varphi)}{r_{1}(\varphi)} \right) d\varphi.$$
(5)

Найдем радиус-векторы r₂ (q), r₂ (q), определяющие область S (эллипс), по которой ведется интегрирование:

$$(r \cdot \cos \varphi - x)/\beta_0^2 - r \cdot \sin \varphi = 1.$$

Заметим, что β_0 , γ_0 , × представляют собой численные значения соответствующих углов.

Из уравнения эллипса находим, что

$$r_{1,2} = \frac{\cos\varphi \cdot \gamma_0^2 \cdot x \pm 1/\cos^2\varphi \cdot \gamma^4 \cdot x + (\cos^2\varphi \cdot \gamma_0^2 + \sin^2\varphi \cdot \beta_0^2)(\beta_0^2 \cdot \gamma_0^2 - x^2 \cdot \gamma^2)}{\cos^2\varphi \cdot \gamma_0^2 + \sin^2\varphi \cdot \beta_0^2}, \quad (6)$$

Так как область S симметрична, то формулу (5) для данного случая можно записать в виде





$$P = \frac{1}{\pi} \int_{0}^{\frac{\pi}{2}} e^{-r_{1}^{2}(\varphi)/k^{2}} d\varphi - \frac{1}{\pi} \int_{0}^{\frac{\pi}{2}} e^{-r_{2}^{2}(\varphi)/k^{2}} d\varphi.$$
(7)

Предел интегрирования фоможет иметь два значения (рис. 3): а) x < 30 — угол фо, определяюций границу интегрируемой области, лежит в пределах 0 — =;

 6) ×>β₀ — угол φ₀ определяется условием равенства радиусоввекторон r₁ и r₂, которое справедливо при равенстве дискриминанта в выражении (6) иулю, откуда

$$\varphi_{0} = \arccos \sqrt{\frac{x^{2} \cdot \beta_{0}^{2} \cdot \tau_{0}^{2} - \beta_{0}^{4} \cdot \tau_{0}^{2}}{\gamma_{0}^{4} \cdot x^{2} + (\tau_{0}^{2} - \beta_{0}^{2}) (\beta_{0}^{2} \cdot \gamma_{0}^{2} - x^{2} \cdot \gamma_{0}^{2})}}.$$

Для рассмотренных случаев окончательно получим:

$$P = 1 - \frac{1}{\pi} \int_{0}^{\pi} e^{-r_{1}^{2}(\bar{\gamma})/k^{2}} d\varphi$$
 (8)

Н

$$P = \frac{1}{\pi} \int_{0}^{\tau_{2}} e^{-r_{2}^{2}(\varphi)/k^{2}} d\varphi - \frac{1}{\pi} \int_{0}^{\tau_{2}} e^{-r_{1}^{2}(\varphi)/k^{2}} d\varphi.$$
(9)

Значения интегралой в выражениях (8) и (9) находятся численныма методами.

Расчет проведен аля случая, когда сдвиг оси ДН равен нулю (0=0). Если $0 \neq 0$, этот сдвиг легко учитывается заменой z на молуль выражения (z = 0). По разработаниой методике на ЭВМ ЕС-1022 был выполнен расчет оптического канала со светоязлучающими диодами ШК днапазона АЛ-107, для которых коэффициент k = (0.35 - 0.43) был принят равным 0.4.



Рис. 4. Расчетные значения; a = нормированной мощности, надающей на онтическую антенну от угла попорота вала при t = b = 0, $2 = b = 10^{\circ}$, 3 = b = 20, 4 = b = -35; $\delta =$ пормированной мощности от расстояния t = L = 0.5 ж. 2 = L = 1 ж. 4 = 30ны действия светоднода от расстояния $t = R_{\mu} = 0.4$ ж. $2 = R_{\mu} = 0.6$

Из графиков рис. 4а следует, что оптимальный угол 0 для стыковки светолнодов АЛ 107 составляет 30°—35°. На рис. 46 показаны зависимости $P(\mathbf{a})$ при $\theta = 35$, $r_{\mu} = 0,01$ м и $R_{\mu} = 0.6$ м (радиус вала Красноярской ГЭС) для L = 0.5 м и L = 1 м. Как водно, с увеличением расстояния L зона действия светоднода несколько увеличивается, по одноиременно надает принимаемая мощность.

Зависимость граничного угла a_{cp} , определяющего зону действия СД от расстояния L, ноказана на рис. 48. Из него следует, что зона действия СД существенно зависит от L только при малых расстояниях и с увеличением L зона действия практически не памениется. Полученная зависимость позволяет определить минимальное количество СД, обеспечивающее непрерывное действие оптического канала при различных L. Например: для L = 0.5 ж, $N_{min} = 4\pi/a_{rp} = 18$ шт., а для L = 1.5 ж, $N_{min} = 12$ шт.

Суммарная мощность, падающая на ОА при вращении вала, имеет незначительную амилитудиую модулянию, вызванную некоторой ассиметрией зависимости $P(\alpha)$ при подьеме и спаде кривой, которая тем больше, чем меньше расстояние L. Оциако при цифровой или частотной модуляциях передаваемых сигналов эта модуляция легко устранима посредством ограничителя амилитуды. Полученные опытным путем значения параметров и характеристик реальной модели оптического каналя достаточно хорошо согласуются с расчетными данными.

ЕрПИ им. К. Маркса

25. 1985

Վ. Վ. ԱԼԵՔՍԵԵՎՍԿԻ, Ս. Ն. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Գ. ՅԱ, ՍՎԵՏ, Ռ. Ե. ՀԱԿՈՐՅԱՆ

ՕԳՏԻԿԱԿԱՆ ԿԱՊՈՒՂՈՒ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ԽՈՇՈՐ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ՌՈՏՈՐՆԵՐԻ ԿԱՆԽՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

Ամփոփում

Հիմնավորված է նոր օպտիկական կապուղու նպատակամարմարությունը խոշոր էլեկտրական մերենաների ռոտորներից կանխորոշիլ տեղեկությունների անկոնտակտ եղանակով մաղորդման մամար։

Առաջարկվում է լուսաճառագայԹիչ դիոդների և ֆոտոդիոդի ընդունիչի փոխադարձ ճնարավոր լավագույն դասավորուԹյունը տարածուԹյան մեջ։ Մշակվել է օպտիկական անընդճատ գործողուԹյան կապուղու ճաշվարկման եղանակ ԷՀՄ-երի միջոցով, ինչպես նաև աշխատանթային բնուԹագրերի և ճիմնական պարամետրերի որոշման լուծման ձևերը։

АЛ-107 լուսաձառագայβիչ դիողներով օպտիկական կապուզու մոկնի փորձարկումը ցույց տվեց փորձի տվյալների և հաշվարկման արդյունջների բավարար համընկնում։

ЛИТЕРАТУРА

- Берберян Г. В., Акопян Р. Е., Григорян С. Н., Арамян А. Л., Акопян Г. Р. Системи развотелеметрии яля диагностаки гидрогенераторов. Промышлевность Армении, 1984, № 6, с. 27 – 29.
- Косан Л. М. Полупроводниковые светоизлучающие лноды. М.: Эксргоатомиздат. 1983 – 208 с.
- З Унгер Г Г Оптическая связь /Под ред. Н. А. Семенова. М.: Связь 1979. 264 с.
- Самбурский А. И., Полак В. К. Весковтактные измерения нараметров вращающихся объектов. М.: Машиностроение, 1976.— 114 с.