|  |  |
| --- | --- |
| **Название расчёта** | **Формула, расчёт и комментарий** |
| **1 Определение времени задержки логики** | $t\_{Pause}\geq t=\frac{A}{υ}$ –время задержки логики;$A$ **–** амплитуда колебаний экспериментального тела;$υ$**–** скорость колебания экспериментального тела. |
| **2 Настройка источника опорного напряжения** | $V\_{DD}=5 В$– стабилизированное напряжение питания микроконтроллера;$V\_{REF}=2.5 В$ – опорное напряжение;Если $VRR=1$, тогда воспользуемся формулой: $V\_{REF Bits}=\frac{V\_{REF}}{V\_{DD}}24$ - рассчитав, получим: $ V\_{REF Bits}=12$, в шестнадцатеричной системе исчисления **0Ch**. Это значение присваиваем соответствующему регистру\*. |
| **3 Расчёт работы счётчика времени** | $F\_{OSC}=4.096∙10^{6} Гц$ – тактовая частота микроконтроллера;$K\_{OSC}=4$ - коэффициент аппаратного деления тактовой частоты;$K\_{TMR2}=4$ – коэффициент деления предделителя TMR2 (устанавливается в соответствующем регистре\*);$N\_{TMR2}=256$ – переполнение 8-го разрядного таймера TMR2;$F\_{TMR2}=\frac{F\_{OSC}}{K\_{OSC}∙K\_{TMR2}∙N\_{TMR2}}$ - частота переполнения 8-го разрядного таймера TMR2;Связь 8-го разрядного таймера TMR2 и 16-разрядного счётчика реализуется программно. Последний, представляет из себя два регистра, которые соответствуют старшему и младшему байту. Младший байт инкриминируется после переполнения таймера TMR2, a старший байт инкриминируется после переполнения младшего\*. $T\_{min}=\frac{1}{F\_{TMR2}}$ - период инкриминирования 16-разрядного счётчика, рассчитав, получим: $T\_{min}=10^{-3}с$. $N\_{T}=2^{16}$ - переполнение 16-разрядного счётчика;$T\_{max}=T\_{min}\left(N\_{T}-1\right)$ – по формуле определяем максимальное значение записанного времени в 16-разрядный счётчик, рассчитав, получим: $T\_{max}=65.535 с$. |
| **4 Настройка генератора несущей частоты ИК-луча**  | $F\_{OSC}=20∙10^{6} Гц$ – тактовая частота микроконтроллера;$F\_{IR}=36∙10^{3} Гц$ – несущая частота ИК-луча;$K\_{TMR2}=1$ – коэффициент деления предделителя TMR2 (устанавливается в соответствующем регистре\*);$RP2=\left[\frac{1}{K\_{TMR2}∙4∙\frac{1}{F\_{OSC}}∙F\_{IR}}\right]-1$ - по формуле определяем значение регистра $RP2$, рассчитав, получим: $RP2=137.889$, в шестнадцатеричной системе исчисления **8Ah**. Это значение присваиваем соответствующему регистру\*. $CCPR1L=\frac{RP2}{2}$ – по формуле определяем значение регистра $CCPR1L$ для реализации длительности импульса 50% от ШИМ (меандр - скважность равна 2), рассчитав, получим: $CCPR1L=68.944$, в шестнадцатеричной системе исчисления **45h**. Это значение присваиваем соответствующему регистру\*.  |
| **5 Расчёт нагрузки входного канала по току** | $V\_{H}=5 В$– напряжение высокого уровня;$R\_{IN}=4.7∙10^{3} Ом$ – сопротивление резистора на канале;$I\_{IN}=\frac{V\_{H}}{R\_{IN}}$ – ток нагрузки канала, рассчитав, получим: $I\_{IN}=1.064∙10^{-3}А$. |
| **6 Расчёт сопротивления токоограничивающего резистора светодиодной подсветки дисплея HG1** | $V\_{DD}=5 В$– стабилизированное напряжение питания; $V\_{LED}=4.5 В$ - рабочее напряжение светодиодной подсветки;$I\_{LED}=0.5 A$ - ток, потребляемый светодиодной подсветкой;$R\_{LED}=\frac{V\_{DD}-V\_{LED}}{I\_{LED}}$- по формуле определяем сопротивление резистора, рассчитав, получим: $R\_{LED}=1 Ом$ |
| **7 Расчёт длины медного провода для электромагнита L1** | $U=12 В$- напряжение питания катушки;$I=5 А$- ток, потребляемый катушкой; $ρ=0.04318\frac{Ом}{м}$- удельное сопротивление медного провода диаметром 0.71 мм;$R=\frac{U}{I}$ - по формуле рассчитаем активное сопротивление катушки, получим: $R=2.4 Ом$;$H=\frac{R}{ρ}$ - по формуле рассчитаем необходимую длину медного провода, рассчитав, получим: $H=55.581 м$. |
| **8 Расчёт быстродействия системы модулей** | $T\_{IR}=45∙10^{-5} с$ – быстродействие ИК-канала модуля «Детектор»;$N\_{Detector}=2$ - количество последовательно подключенных модулей «Детектор», выполняющих роль «проводников информации», на один канал модуля «Главный» (реализация потока зависит от эксперимента);$T\_{Detector}=3∙10^{-5} с$ – быстродействие канала «Вход» модуля «Детектор»;$T\_{Main}=5∙10^{-4} с$ – быстродействие модуля «Главный»;$T\_{Load key}=10^{-5} с$ - быстродействие модуля «Ключ нагрузки» (без учёта механической инертности нагрузки);$T\_{System}=T\_{IR}+N\_{Detector}∙T\_{Detector}+T\_{Main}+T\_{Load key}$ - по формуле узнаем максимальное время реакции системы модулей на событие (детектирование перемещения экспериментального тела), рассчитав, получим: $T\_{System}=1.02∙10^{-3} с$. |
| **9 Ускорения свободного падения тела** | Расстояние падения тела: $H\_{oa}=0.152 м$ **;**$H\_{ob}=0.6 м$ **.**Время падения тела:$T\_{oa}=0.178 с$ **;**$T\_{ob}=0.354 с$ **.**Рассчитываем ускорение свободного падения тела по формуле:$g\_{a}=\frac{2∙H\_{oa}}{T\_{oa}^{2}}$ - рассчитав, получим: $g\_{a}=9.595 \frac{м}{с^{2}}$**;** $g\_{b}=\frac{2∙H\_{ob}}{T\_{ob}^{2}}$ - рассчитав, получим: $g\_{b}=9.576 \frac{м}{с^{2}}$. |
|  | \* Смотреть листинг. Особенности реализации программного кода указаны в технической спецификации микроконтроллера PIC16F628A, которую можно найти на сайтах [4] и [5]. |