

Когда мешают выбросы в цепях питания,

следует подумать о приоритетных режимах

Боб Золло (Bob Zollo)

Источники питания: начнем с теории

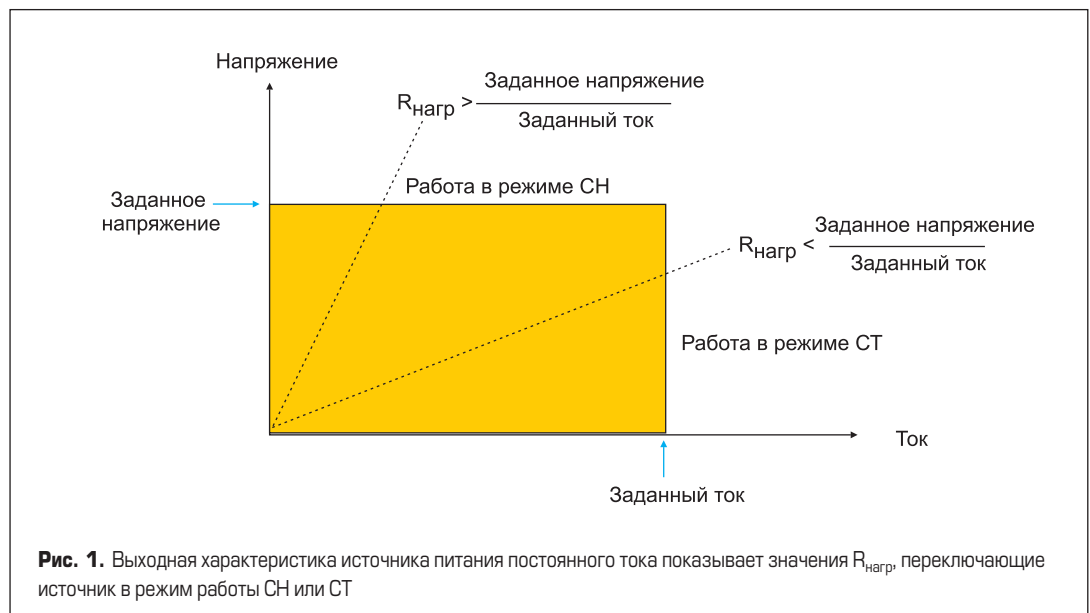
Большинство лабораторных источников питания (ИП) постоянного тока работает в режиме стабилизации напряжения/тока (СН/СТ). ИП представляет собой систему с обратной связью, которая обеспечивает стабилизацию определенного параметра. В режиме СН цепь обратной связи ИП поддерживает постоянное напряжение. В режиме СТ цепь обратной связи ИП поддерживает постоянный ток. Таким образом, если вы имеете ИП СН/СТ, это значит, что он работает в режиме СН и поддерживает постоянное напряжение в соответствии с заданным значением, пока ток, потребляемый нагрузкой, не достигнет заданного значения. Это заданное значение тока часто называют предельным значением. Как только ток ИП достигнет заданного значения, источник перейдет из режима СН в режим СТ. В режиме СТ ИП поддерживает постоянный ток в соответствии с его заданным значением, а напряжение будет уменьшаться, поскольку оно теперь не является регулируемым параметром. И наоборот, если ИП находится в режиме СТ, поддерживая постоянное значение тока, он будет находиться в этом режиме, пока напряжение на нагрузке не достигнет заданного значения напряжения. Затем ИП перейдет из режима СТ в режим СН. Оказавшись в режиме СН, ИП будет стабилизировать напряжение, как было сказано выше.

Режим работы ИП определяется сопротивлением нагрузки. При большом сопротивлении или при разомкнутой цепи ток источника очень мал или отсутствует вовсе, и ИП работает в режиме СН. Аналогичным образом, при малом сопротивлении нагрузки или при коротком замыкании ток источника будет большим, и он будет работать в режиме СТ (рис. 1).

Знакомство с приоритетными режимами

Помимо режимов СН и СТ, ИП может находиться в режимах приоритета напряжения (ПН) и приоритета тока (ПТ), которые определяют его поведение. В режиме ПН приоритет отдается схеме регулирования напряжения. Большинство имеющихся на рынке источников — это ИП с ПН, которые не имеют средств переключения на ПТ. Этот режим настолько распространен, что большинство инженеров даже не подозревает о существовании приоритетных режимов и просто предполагает, что все источники СН/СТ будут вести себя, как источники с ПН.

Отметим, что приоритетный режим не имеет ничего общего с режимом СН или СТ. ИП в режиме ПН может работать в режиме СТ или СН. Аналогичным образом, ИП в режиме ПТ тоже может работать в режиме СН или СТ. Приоритетный режим просто определяет поведение источника в момент перехода из СН в СТ и обратно.



Рассмотрим далее работу ИП в каждом из приоритетных режимов.

Режим с приоритетом напряжения

При включении источника в режиме с ПН сначала устанавливается напряжение, равное 0 В, а ток устанавливается равным заданному значению. Поскольку в режиме ПН приоритет отдается схеме регулирования СН, то ИП запускается в режиме СН, и регулируемым параметром является напряжение. Вначале напряжение равно 0, а затем начинает нарастать до заданного значения под управлением схемы СН, которая обеспечивает чистое напряжение с быстрым нарастанием и минимальным выбросом.

Если нагрузка обладает большим сопротивлением, т. е. $R_{нагр} > (\text{заданное напряжение} / \text{заданный ток})$, то ИП остается в режиме СН, стабилизируя напряжение, и ток будет втекать в нагрузку. При достижении напряжением заданного значения выброс будет очень мал или вообще будет отсутствовать, поскольку ИП стабилизирует напряжение.

Если нагрузка обладает малым сопротивлением, т. е. $R_{нагр} < (\text{заданное напряжение} / \text{заданный ток})$, то ИП начнет работу в режиме СН, но малое сопротивление нагрузки приведет к тому, что напряжение не сможет достичь заданного значения. Вместо этого ток нагрузки быстро достигнет заданного значения тока, источник перейдет в режим СТ, и напряжение начнет спадать. Во время короткого перехода из режима СН в режим СТ, поскольку управление берет на себя схема СТ, потребуется некоторое время для достижения заданного значения тока, что приведет к появлению кратковременной нестабильности тока, которая может породить бросок, как показано на рис. 2.

В общем случае в режиме с ПН выбросы напряжения будут минимальными, а ток в момент перехода из режима СН в режим СТ может демонстрировать выброс, поскольку стабилизация тока не является приоритетной.

Режим с приоритетом тока

При включении источника в режиме с ПТ сначала устанавливается ток, равный 0, а напряжение устанавливается равным заданному значению. Поскольку в режиме с ПТ приоритет отдается схеме регулирования СТ, то ИП запускается в режиме СТ, и регулируемым параметром является ток. Вначале ток равен 0, а затем начинает нарастать до заданного значения под управлением схемы СТ, которая обеспечивает чистый ток с быстрым нарастанием и минимальным выбросом.

Если нагрузка обладает малым сопротивлением, т. е. $R_{нагр} < (\text{заданное напряжение} / \text{заданный ток})$, то источник питания остается в режиме СТ, стабилизируя ток. При достижении током заданного значения выброс тока будет очень мал или вообще будет отсутствовать, поскольку ИП стабилизирует ток.

Если нагрузка обладает большим сопротивлением, т. е. $R_{нагр} > (\text{заданное напряжение} / \text{заданный ток})$, то ИП начнет работу в режиме СТ, но большое сопротивление нагрузки приведет к тому, что ток не сможет достичь заданного значения. Ток, протекающий через

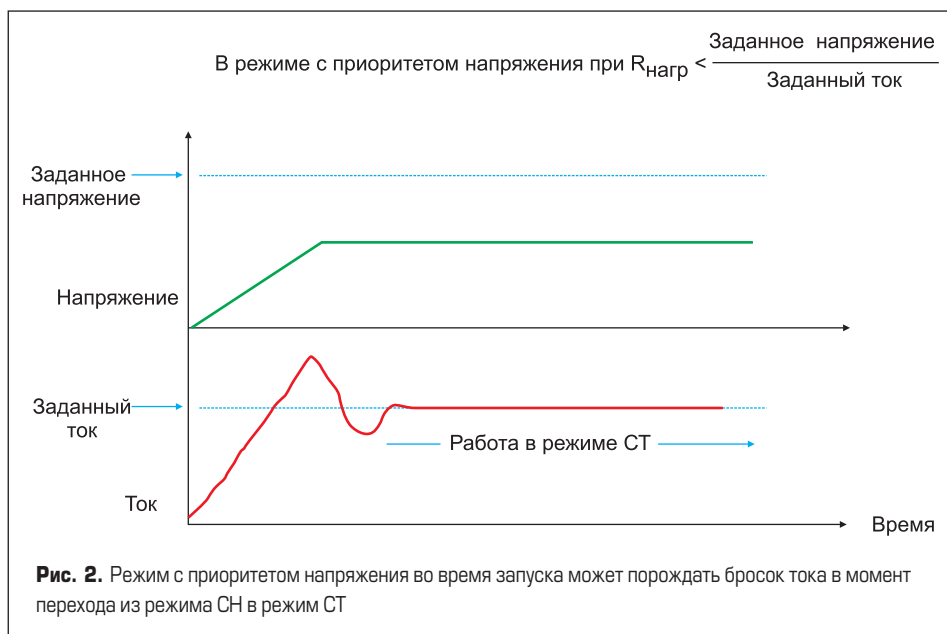


Рис. 2. Режим с приоритетом напряжения во время запуска может породить бросок тока в момент перехода из режима СН в режим СТ

большое сопротивление, создаст на нагрузке большое напряжение, и источник быстро достигнет заданного значения напряжения и перейдет в режим СН. Во время короткого перехода из режима СТ в режим СН, поскольку управление берет на себя схема СН, потребуется некоторое время для достижения заданного значения напряжения, что приведет к появлению кратковременной нестабильности напряжения, которая может породить бросок, как показано на рис. 3.

В общем случае в режиме с ПТ выбросы тока будут минимальными, а напряжение в момент перехода из режима СТ в режим СН может продемонстрировать выброс, поскольку стабилизация напряжения не является приоритетной.

Заключение

Ранее приоритетные режимы реализовывались аналоговыми схемами. Поскольку для управления современными ИП применяются цифровые схемы на основе сигнальных процес-

соров, цифровые цепи обратной связи, ПЛИС и т. п., то приоритетные режимы можно реализовать в цифровом виде. Поэтому структурная схема такого источника не отражает того, в каком режиме он работает — с приоритетом тока или с приоритетом напряжения. Другими словами, при переходе из одного режима в другой источник питания не переключает какие-либо цепи и не подает сигналы по разным трактам. Цифровая система управления заставляет источник работать по-разному для достижения ПН или ПТ.

Итак, если вам мешают выбросы, выберите соответствующий приоритетный режим. Используйте режим с ПН, если нужно минимизировать выбросы напряжения, например при подаче питания на ядро низковольтного процессора или ПЛИС. Используйте режим с ПТ, если нужно минимизировать выбросы тока на нагрузке с малым сопротивлением, например при зарядке аккумулятора или при подаче питания на системы с конденсаторами большой емкости.

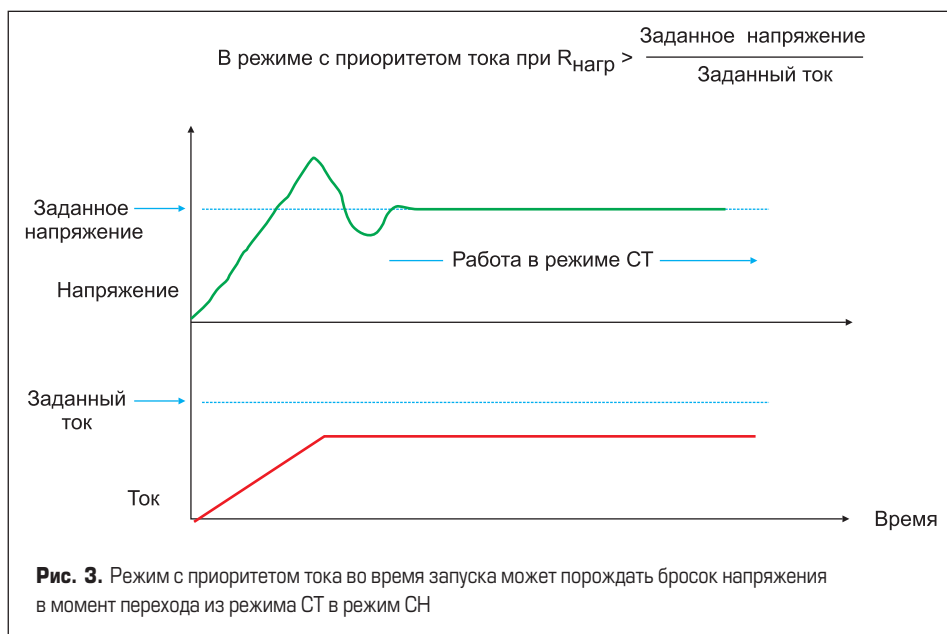


Рис. 3. Режим с приоритетом тока во время запуска может породить бросок напряжения в момент перехода из режима СТ в режим СН